地 质 大 辞 典

DIZHI DA CIDIAN

地 质 出 版 社

地　质　大　辞　典

DIZHI　DA　CIDIAN

（一）

普通地质　构造地质分册　上册

地质出版社

《地质大辞典》分册目录

第一分册　普通地质、构造地质分册（上册）
　　　　　普通地质、构造地质分册（下册）
　　　　　（构造地质、地质力学）
第二分册　矿物、岩石、地球化学分册
第三分册　古生物、地史分册
第四分册　矿床地质、应用地质分册
第五分册　地质普查勘探技术方法分册（上册）
　　　　　地质普查勘探技术方法分册（下册）
　　　　　（地球物理勘探、地球化学探矿）

地　质　大　辞　典

（一）

普通地质　构造地质分册　上册

*

地质矿产部地质辞典办公室编辑

责任编辑　刘海阔　张义勋

地质出版社　出版

*

开本：787×1092　16K　印张：31　字数：688 千字

2005 年 6 月北京第一版·2005 年 6 月北京第一次印刷

ISBN 7-116-05867-2/H·65

定价：1280.00 元（全五册）

出版说明

地质科学是一门基础理论科学，也是一门应用科学。人们要研究地球的形成和发展，探索地壳运动的规律，开发矿产资源，规划工农业建设，都离不开地质科学的理论与方法。我国人民在认识地质现象，开发与利用矿产资源方面，有着悠久的历史和卓越的创造。解放以来，我国的地质工作和地质科学研究都得到了蓬勃的发展，随着我国四个现代化建设事业的发展，广大的地质工作人员，都迫切希望提高科学理论和技术水平，而广大群众也希望对地质科学和有关科学有更多的了解。这样就需要有一部综合性工具书，比较全面地介绍地质科学及有关学科的基本概念和内容。

为此原国家地质总局责成书刊编辑室和中国地质科学研究院组织力量编纂本辞典，成立了由许杰等同志组成的领导小组。几年来，经过三十多个教学、科研和生产单位数以百计的科学技术人员的共同努力，经过全国四百多个单位的认真审查与修改，现已编纂完毕。

这本辞典是我国建国以来的第一部综合性地质辞典，全书共包括四十多个学科的名词、术语一万一千多条，三百余万字，插图一千余幅。为了进一步征求广大读者的意见，按各学科的内部联系，暂分为五个分册出版。俟分册出齐之后，再修订编成总册发行。这五个分册是：

第一分册：关于地球的形成与发展方面的学科，包括宇宙地质学，地球物理学，古地磁学，火山地质学，地震地质学，外动力地质学，地貌学，冰川地质学，地质力学，大地构造学，构造地质学等；

第二分册：关于地球的物质组成方面的学科。包括结晶学，矿物学，玉石和宝石，火成岩岩石学，沉积岩岩石学，变质岩岩石学，地球化学，同位素地质学，岩矿鉴定和岩矿分析等；

第三分册：关于地球的历史方面的学科，包括古生物学，古人类学，地层学，地史学，第四纪地质学和古地理学等；

第四分册：关于地球的矿产资源和某些应用地质方面的学科，包括金属

矿床和非金属矿床学，煤田地质学，石油及天然气地质学，海洋地质学，水文地质学，工程地质学，地热地质学，环境地质学等；

第五分册：关于地质普查勘探技术方法方面的学科，包括测绘，遥感地质，数学地质，区域地质调查，地球物理勘探及地球化学探矿，钻探工程和坑探工程，矿山地质工作，固体矿产工业要求及矿产普查勘探方法，矿产加工利用等等。

本辞典本着密切结合地质工作的实际需要，选择各学科中常用常见的名词术语，解释力求简明扼要，通俗易懂。

对于地质科学中的不同学派和观点，根据党的“百家争鸣”的方针，都作了介绍。例如，在构造地质学方面，介绍了地质力学，多旋回说，块断说，地洼说，镶嵌说，以及板块构造说等等；在矿床成因方面，也尽量收集了不同的学说和观点。

为了便于读者对外来术语的理解，避免因译名不同而引起的歧义，各学科名词一般均附有英文或俄文，或同时附英、俄两种文字；古生物学名词均附了拉丁文学名，以供参考。

参加本辞典编写工作的主要单位为：武汉地质学院，长春地质学院，成都地质学院，河北地质学院，北京大学地质系、地理系、地球物理系，南京大学地质系；西北大学地质系，中南矿冶学院地质系，昆明地质学校，中国科学院地质研究所、贵阳地球化学研究所、北京天文台，地质部海洋地质局、第二海洋地质调查大队、航空物探大队、计算技术应用研究所、江陵石油综合研究队、水文地质工程地质局、水文地质工程地质研究所，中国地质科学研究院地质矿产研究所、地质力学研究所、地球物理和地球化学探矿研究所、峨嵋旷产综合利用研究所、地质博物馆，内蒙古自治区地质局地质研究队、宁夏回族自治区地质局，陕西地质局区测队、测绘队，云南地质局第十地质队等共三十多个单位，最后由地质辞典办公室负责编辑定稿。

本辞典的内容和附图不少来自国内外有关著作和文献，限于体例，未予注明出处；在编写和审查、定稿过程中得到了许多单位和个人的热情协助与大力支持，在此一□表示诚挚的谢意。

由于我们缺乏编纂这样一部综合性的工具书的经验，辞典中难免存在着

一些缺点和问题，其中有些是与目前地质工作的研究程度有关的，如地层方面，我国东、西部研究精度差别很大，因此选词也就不可能平衡；某些新兴边缘学科的名词术语稳定程度较差，所选词目及其解释都可能不够恰当等。我们诚恳地希望广大读者提出批评和建议，以利我们进一步改正和修订。

地质辞典办公室

2005 年 6 月

凡　　例

一　本分册为《地质大辞典》第一分册的上册，内容包括地质学、地貌学、冰川地质学、火山地质学、地震地质学、地球物理学、古地磁学、宇宙地学、陨石学、月球地质学、行星地质学、天文学及宇宙学说等学科的名词解释，共收录词条 2314 条，插图 400 余幅。

二　本分册收录的词目范围，为上述学科中常见、常用和新的名词术语。其中通用的名词列为正条加以解释。对于名词的旧称、简称及别称则列为同义词和参见词，不另写释文。

三　本辞典的全部内容都可纳入地质学科范畴，本分册中所列的地质学则仅限于地质学的基本名词和概念以及地球内部构造和地质作用等。地质学的各分支学科，均分别编入有关的分册中。

四　现代地质学的研究对象已不限于地球各圈层，月球、太阳系各行星以及宇宙空间的物质（如陨石等）均已成为研究对象，为了方便读者，故本分册也收入了天文地质、宇宙地学等方面的名词。

五　本分册所附插图系选自国内外出版的有关图书，其中在《野外地质素描》、《素描地质学》书中选用了较多图幅，因限于辞典的体例，均未注明出处；有的插图为了符合释文的要求，作了部分修改和取舍，敬希谅解，并致谢意。

六　一词多义的词目，其释文根据涵义不同，用阴码❶、❷……分别叙述。

七　为了便于读者对外来术语的理解，避免一词多义引起的歧义，一般都附了英文或俄文名词，或同时附有两种外文，依汉、英、俄顺序排列。汉文用方括号，英、俄文之间用分号，同一国的文字的同义词则用逗号分开。

八为了便于读者按学科内容或按汉语拼音查找名词，本分册前面附有学科分类词目目录，后面附有“ 汉语拼音词目索引 ”。

学科分类词目目录

地　质　学

地　　球

地质作用

地 貌 学

总 论

构造地貌

风化、重力地貌

剥蚀堆积地貌

流水地貌

岩溶地貌

海岸地貌

湖泊地貌

干旱、黄土地貌

冰川地质学

冰 碛 物

冰缘地貌

火山地质学

地震地质学

地球物理学

古地磁学

宇宙地学

陨　石　学

月球地质学

行星地质学

天文学

总　论

太阳系

宇　宙　学　说

地　质　学

【地质学】geolcgy　研究地球的科学。它研究地球（目前主要是研究地球的壳层）的物质成分、内部构造、表面特征，地球发展历史中的各种地质作用和曾经生活于其上的生命的形式及其演变。地质学研究的目的是探索各种地质作用与建造的发生、发展规律；了解地球和行星的形成与发展历史；为人类开发和利用矿产资源，改造自然，更好地进行经济建设服务。此外，对月球和地外行星以及其它空间物质（如陨石等）的研究，也属于地质学的范畴。地质学有许多分支学科，如研究地壳组成的矿物学、岩石学（包括岩浆岩岩石学、沉积岩岩石学、变质岩岩石学）、地球化学、同位素地质学等，研究各种地质作用的动力地质学，研究地壳变动的构造地质学、火山学、地震学，研究地表特征的地貌学、冰川地质学、海洋地质学，研究地质历史的地史学，研究地层层序演化的地层学，研究地层中所含古生物化石的古生物学，运用地质科学的原理解决各种实际问题的矿床学（包括金属矿床学、非金属矿床学）、石油地质学、煤田地质学、水文地质学、工程地质学、地震地质学等。随着近代科学技术的发展、数学，物理学、化学、天文学、生物学的原理和方法已逐渐应用到地质学领域中来，许多新的分支科学也在逐渐形成，如天文地质学、地球物理学、地质力学、数学地质学、环境地质学等。地质学作为一门独立的科学是十八世纪开始在欧洲逐渐形成的。“geolcgy”一词的词源来自于古希腊文字，其中“ge”意思是“地”，“logy”意即学问。此词在欧洲开始出现于十四世纪中叶，到十八世纪时，开始有人将自己的著作命名为“地质学”。

【地质】geology　泛指地球或地球某一部分的性质和特征。包括其组成的物质成分，如地层和岩体的性质，矿物特征，物理性质和化学性质，岩石和地层的形成时代，各种构造和变质作用及其现象，地层中所记录的地球历史中的生命演化情况以及有用矿产的赋存状况等。在国外，“地质”和“地质学”这两个涵义不同的词，都是用“geology”一词来表达的；在我国，这是两个不同的名词，即“地质学”是研究“地质”的科学。“地质”一词最早见于三国时魏国王弼（226—249）的《周易注·坤》，但其概念属于哲学范畴，与现代的科学的“地质”的意义有所不同。具有现代地质科学意义的“地质”一词，目前所知，最早出现于公元1853年（清咸丰三年）出版的《地理全志》一书。自此以后，虽然有人把“地质学”一词改为“地学”（如清同治十十年出版的《地学浅释》），但是，从二十世纪初期以来，仍一直沿用“地质”一词。

【地球科学】Earth science　包含一切与地球有关的科学的总称（类似于“生命科学”这一含义广泛的术语）。它有时被用作地质学或地质科学的同义语，但是，这种用法有误，因为从广义上说，地球科学应包括诸如气象学、地理学、海洋学、土壤学和水文学等。英文“Earth science”一词一般均用作单数。

【地学】geoscience　❶表示地质科学内各学科总体的简称。英文 geoscience 有时用多数，❷地球科学的同义词。❸地质学的同义词。

【地质工作】geological work　运用地质科学理论和各种技术方法、手段对客观地质体进行调查研究，经济有效地摸清地质情况和探明矿产资源的工作。在现代社会中地质工作是认识自然和改造自然，满足人类物质生产和生活需要的一个重要方面。地质工作起源于人类社会对矿物资源的认识与利用。矿产普查勘探工作一直是地质工作的主要内容。但随着现代科学技术的进步，地质工作正以比过去远为迅速的步伐向深度和广度发展，水文地质、工程地质、海洋地质、地震地质以及地下热能的开发利用等，均成为地质工作的重要方面。由于工业化所导致的水源、能源和矿物资源的日益短缺以及环境的逐渐被破坏和污染，地质工作的服务领域正在逐步扩大，能源矿产地质、矿产综合利用研究、灾害地质、环境地质、城市地质以及农业地质等已提上了重要的议事日程。地质工作所需的各种地质理论及有关的自然科学理论与勘探技术方法，如地球物理勘探、地球化学探矿、地形测量、钻探工程、山地工程、岩矿测试、遥感探测、数学地质乃至地质资料的综合研究等，都在日新月异地发展，是地质工作的重要内容。地质工作中的矿产普查勘探工作是一种调查研究工作，一般分为区域地质调查、矿产普查、矿床勘探、矿山地质（包括基建地质）等几个阶段，地质科研工作则贯穿在各阶段之中。可见，地质矿产普查勘探工作既是一个由面到点，由表及里，由浅入深的连续的调查研究过程，也是一个认识的发展过程。它的产品（普查勘探报告）是一种具有使用价值的成果，但又不同于一般商品，应属科学实验的范畴；但是，由于它是基本建设的一个先行步骤，大多与采掘工业有密切关系，也有人认为它是一种“信息量”的生产过程，应属物质生产的范畴；还有一种观点，认为介于二者之间，是一种带有生产性质的调查研究工作。地质工作虽然有一个大体程序，但与一般的工业生产流程有很大的不同，主要是因为地质工作是在调查研究过程中，根据不断地综合研究所获得的认识来指导下一步工作，具有很强的探索性。由于认识是逐步深化的，所以地质工作部署也有可变性。因此，地质工作遵循一定的工作程序，并保证必要的研究程度，是关系提高地质工作质量和经济、社会效益的一个十分重要的问题。

【地质学史】history of geology　地质学发展的历史。在古代人类在利用石器，制造陶器，开发铜、铁、铅、锡等金属矿产时，已经开始初步使用地球物质；在兴修农田水利时，已经在了解土壤性质，在观察火山、地震等自然现象时，已经在探索地壳变动的

原因，所以，地质学的经验和知识是在长期的实践中积累起来的。在古希腊，罗马和我国春秋战国时代以至西汉，对于地质作用及地壳中的物质的科学记载和解释已有萌芽。希腊哲学家希罗多德（公元前五世纪）和亚里斯多德（公元前四世纪）等已注意到了地震、火山以及海陆变迁的现象。大约在战国时期成书的我国古籍《山海经》、《禹贡》和《管子》等对于矿物、岩石和土壤以及铁、铜、金、银等矿产都有较为丰富的记载。《管子》一书并已注意到了矿产的共生关系。我国汉代已经开始用煤炭炼铁，发现了陕北的油苗，提出了地圆学说等；公元四世纪，我国已有沧海变桑田的海陆变迁思想。欧洲的中世纪（五世纪到十五世纪）地质学的思想没有得到发展，但是波斯学者阿维森纳（Avicenna，980—1037）却对矿物的形式和分类、山脉的隆起和侵蚀、沉积作用等发表了较为正确的见解。他大致与我国宋代的沈括（1031—1095）同时，沈括于1086—1093年间提出了华北平原的沉积和西北黄土地区侵蚀切割的关系，论述了化石的成因和太行山的升高等地质现象，并根据化石推断了古气候，发现了磁偏角，考察了陕北的石油等。欧洲文艺复兴时期，随着工业的发展和对矿产资源的需求，矿物学和岩石学的知识有了发展。意大利的达芬奇（Leonardo da Vinci，1452 — 1519）对化石作了正确的解释，认为它们是被沉积物掩埋的生物残骸。萨克逊人阿格里柯拉（George Agriccla，1494—1555）对矿物学和金属矿脉做了大量研究，他根据矿物外部特征，如晶形、劈开、硬度、重量、颜色、光泽等的描述，为矿物学树立了典范。他的名著《金属矿》被认为是总结了当时地质学、矿物学和采矿学及冶金学的巨著。他被誉为“冶金学之父”。但是，直到十七世纪中叶，欧洲的地质学思想仍在宗教的严重束缚之下。当时，教会主张天地是在公元前4004年由上帝创造的，而诺亚洪水（即所谓的全世界洪水泛滥）则发生在公元前2349年，现存的地表形态都是洪水灾变所形成的。这种思想钳制地质学的发展达一百多年（十七世纪中叶到十八世纪末）。在此期间，地质学和其他科学一样，在同宗教思想的斗争中逐步得到发展，丹麦学者斯台诺（Nicolans Steno. 1638—1687），意大利学者瓦利斯内里（Antonio Vallisneri，1661—1730）对于层状岩石和褶皱构造进行了研究，认为岩层是一层一层沉积的，斯台诺提出了著名的“叠覆律”，即新岩层沉积在老岩层之后，位于下面的岩层比位于上面的岩层沉积时间为早，他还提出了晶体的“面角恒定律”。这两个定律是地层学和矿物学研究的基础。1760年意大利学者阿尔杜伊（G. Ovanrii Arduino 1713—1790）根据岩石的结晶和固结程度，将地层划分为第一系、第二系和第三系，德、俄等国的学者也采用了相同的术语。后来德国地质学家魏尔纳（Abraham G. Werner，1749—1817）将位于第一系之上的含化石的地层命名为过渡层。魏尔纳是水成论者，认为地壳中所有的岩石，包括玄武岩和花岗岩都是在原始海洋中沉淀和结晶而成的，火山是煤层的燃烧，魏尔纳对地质学的贡献是第一次对矿物和岩石进行了分类，创造了鉴定方法等。1785年（乾隆五十年）

苏格兰学者郝屯（James Hutton，1726—1797）发表《地球的学说》，提出了火成论，认为玄武岩和花岗岩不是水成的，是由地球内部火成岩浆冷凝而成，片岩、片麻岩等则是受地球内部热力影响而变质的水成岩。他指出了火成岩岩脉穿插水成地层以及水成地层被火成岩接触时烤焦的现象。郝屯还认为沉积物是大陆岩石被风化和侵蚀的产物，它们被流水带入海洋形成水成岩石，然后又上升到海平面以上，开始新的侵蚀－沉积旋回；地形不是"洪水泛滥"以后一成不变，它们在地质作用下不断地发生变化。地球的存在是极其长久的，既看不到它的开始，也看不到它的终结。地质作用的规律和强度，在地质历史时期是一样的，"今天是过去的钥匙"。他的这些观点被称为均变论。火成学派的观点受到了水成学派的强烈反对。1812 年法国生物学家居维叶（Georges Cuvier，1769—1832）根据对巴黎盆地的第三纪地层古脊椎动物化石的研究，提出了灾变论，他认为地层中所表现的古生物的突变现象是超自然的巨大灾变的结果，而新的生物群在每次大灾变之后又被创造出来。他的这种观点受到当时的学者拉马克（Larmarck J. B，1744—1829）的批判。拉马克也在同一地区研究无脊椎动物体系，认为环境对生物的发展起重要作用。二人对古生物学的贡献，使得根据不同的化石特点对比和划分不同时代的地层有了可能。英国地质学者史密斯（W. Smith，1769—1839）也在这时根据地层中不同生物化石的特征对比了英国不同地区的地层，于 1815 年（嘉庆二十年）编制出了第一张《英国地质图》。1830 年，英国地质学家莱伊尔（Charles Lyell，1797—1875）发表《地质学原理》一书，使得均变论得到了进一步发展，成为地质学的一条基本原理，一直影响到现在。地质学从十九世纪五十年代已被介绍到我国，并且出版了一些地质译著图书，但由于当时清政府没有注意培养地质科学人材，所以我国的地质事业一直没有发展起来。我国地质科学事业真正开始是在辛亥革命之后，1912 年设置了地质机构，以推动地质工作的进展，接着相继成立了地质调查所和研究所，在国内进行了大量的调查研究工作，取得了不少成果，并初步形成了自己的理论。但是，地质学的迅速发展则是在 1949 年全国解放以后，在党的领导下，成立了地质工作部门和研究机构，建立了地质院校成批地培养了地质科技人材，在全国普遍开展了地质调查和矿产普查勘探，不但积累了大量的资料，编制了各种比例尺的区域性和全国性的以及亚洲的地质图件，而且在矿产资源勘探和研究方面取得了巨大的成就，保证了社会主义建设对矿产资源和地质资料的需要；在地质学的各个分支科学方面也都取得了很大的进展，出现了蓬勃发展的局面。

【洪积论】diluvianism，diluvial theory　十八世纪早期的地质学说。以瑞士学者余赫泽（J. Scheuchzer 1672—1733）为代表，洪积论者认为欧洲地区广泛散布的砂、砾石、粘土等地表堆积物，特别是巨大的漂砾和其他一些有关的地质现象，用正常的河流和海水进退等地质作用难以解释，于是便把它们归之于世界范围的洪水泛滥的结果，实际上

是为诺亚洪水找根据。余赫泽还把他发现“人婴化石”作为自己的最高成就。“人婴化石”也是为宗教思想服务的。实际上，所谓的洪积物和特殊地质现象是第四纪冰川的产物，“人婴化石”是一种蝾螈化石。后来居维叶把这种化石命名为 Andrias scheuchzeri，保存在荷兰的加尔列姆博物馆。洪积论者对化石的研究引起了人们研究化石的兴趣，所以在古生物学研究的开拓工作中不无影响。

【灾变论】catastrophism；convulsionism　又称灾变说。法国学者居维叶（Cuvier，Georges 1769—1832）于 1812 年提出。①全球性的突然的、剧烈的短时期出现的大变动。这些变动超出了我们当前的经历和自然知识。这种突然变动强烈地改变了地球的面貌。②认为地壳的当前形态以及生物的分布情况，是由于五、六千年以前一次“强大而突然的变革”导致的后果。从范围来说，过去的地质作用较之现在的作用，在强度上和频率上都大得多。③地球上生物（包括动物和植物）的变化，是反复多次灾变的结果。灾变重复出现，随着灾变也不断地创造出不同的有机体来。过去认为灾变论全部是错误的，但近来地质学的发展，发现有些地质事件不是均变论所能解释得了的。如气候的变化，中生代后期大量生物的灭绝等等，有些学者认为这些具有灾变的性质。

【水成论】neptunism，neptunian theory　主张地球一切岩石都是在水中沉积形成的一种学说。创始人和这一派的领袖是德国人魏尔纳（A. G. Werner 1750—1817），他认为地球初期，地表全为原始海洋所淹覆，现在地表所有岩石都是从海水沉淀、结晶形成的。最先沉积的是花岗岩，次为结晶片岩，两者都是地球最古也是最多的岩层，叫“原始层”；而后沉积的叫“过渡层”；再上为含有生物化石的岩层；最上的为松散泥沙等组成的“冲积层”。沉积早的在下，沉积晚的在上，越晚越靠上，最晚的在最上面。海水可以变浅，“原始层”可以露出水面，经过水力的侵蚀、搬运、沉积，产生了“过渡层”等。水成论者，只强调水的沉积作用，不承认有火成岩一类的岩石。魏尔纳是著名的地质教育家和演说家，水成论曾盛行一时。

【均变论】uniformitarianism　又称渐变论。❶莱伊尔（Charles Lyell）在 1830 年所使用的一个术语，但其内容郝屯（Hutton）在 1788 年即已阐明。它是地质作用和自然规律的一个根本原则和学说。其涵义为：现在正在进行着的改变地壳形态的地质作用，也同样以基本相同的强度作用于地质历史的整个时期，以往的地质事件可以用今天所观察到的现象和作用力来加以解释。经典的概念是：“今天是过去的钥匙”。这一学说并不表示变化是匀速的，也不排除局部地区的灾变。❷地质学家用以重建地质历史时所使用的逻辑和方法。但是，均变论把地球的过去条件等同于现在的条件是不对的，因为地球的条件在地质历史时期是不断地变化着的。地球现在的气候、大陆和海洋的面积、大陆的高程及相对的位置等等都是在不断地变化着的，不是永恒不变的。

【火成论】plutonism 以英国郝屯（J. Hutton 1726—1797）为代表，他们不否认水的沉积成岩作用，但强调火山喷发和岩浆侵入等作用和由此而形成的火成岩类的重要性，他们的根据是花岗岩体有浸入围岩的分枝和围绕花岗岩的围岩出现热力变质现象。花岗岩类在地表岩中数量最多，因此产生了“火成论”一个学派。火成论的提出比水成论还早两年，但主张火成论的郝屯是均变论者，这种说法和宗教势力有很大冲突，受宗教势力的压抑，一时不易传播，由于自然科学的日渐发展，这一学派才逐渐抬头。现在已经没有纯水成论和纯火成论的说法，但某些具体问题也还有争论，岩石学中的“花岗岩化论”和“岩浆论”之间，矿床学上的“热液矿床”和“同生矿床”之间的争议，也都还是水火之争。

【现实论】actual ism 现代研究地球科学的理论。它接受均变论的基本前提，认为在整个地质历史时期，物理的和化学的规律是不变的，但是导致地质作用的结果的速率和强度可能有很大的变化；有些重要的、普遍的地质事件实际上是灾变性的，例如地震和冰期。而且，由于地球在漫长的历史时期内，它的大气圈、水圈和岩石圈不断地变化，在演变的过程中，地球上或地球内部所发生的地质作用，相对地来说，随着时间的变化是会发生显著变化的。

【岩相相关律】law of correlation of facies 德国地质学者华尔泰（Walther）于1893—1894年提出，为地层学的一个指导原则。其内容为：在一定的沉积旋回中，相同的沉积系列，既出现于横向剖面，也出现于垂向剖面。这一定律又称华尔泰定律。在苏联地质文献中又称为葛洛金斯基—伊诺斯特兰采夫定律。这一定律适用于一定的条件和一定的沉积范围，既是沉积学的定律，也是有关振荡运动和沉积成分的一条定律。

【横截关系律】law of crosscutting relationships 又称切割关系律。是一个地层学原则，用以确定岩石之间的相对年龄。即一个岩体（特别是火成岩），在它所穿过的任何岩层、岩体中，它的年龄比被穿截的岩石的年龄为小。

【原始连续律】law of original continuity 地质学的一个普遍法则：水成地层在其沉积开始时起，在横向的各个方向都必定是连续的，除非沉积作用终止以致尖灭，或被沉积的原始盆地的边缘所截断。这是斯台诺（Nicolaus Steno）在1669年第一次提出的。

【原始水平律】law of original horizontality 地质学的一个普遍法则：水成沉积物是成层沉积的。沉积层在沉积的时候是水平的，或是接近于水平的；就是说，它们是平行于、或接近平行于地球表面的。这个法则是斯台诺在1669年第一次提出的。

【叠覆律】law of superposition 是地质年代学赖以建立的一个普遍规律：在任何沉积地层（包括喷出岩）的层序中，当其没有被后期的运动所逆掩或倒转时，最年轻的地层应位于层序的顶部，而最老的地层则位于层序的基底。较老的地层之上连续覆盖着逐渐年轻的地层。换句话说，每一层地层都新于其下伏的地层而老于其上覆的地层。这一法则是斯台诺（Nicolaus Steno）于1669年第一次提出来的。

【生物群层序律】law of faunal succession 又称化石层序律。是地质学的一个普遍法则：有机物的化石（包括动物群和植物群）在地层中，彼此有一定的相互联系的可以辨别的演化顺序。每一个地层建造都有其特殊的总的生物面貌，它既不同于上覆地层，也不同于下伏地层。所以，岩石的年龄可以根据其所含化石的面貌（即生物群）加以鉴别。

【生物群组合律】law of faunal assemblages 地质学的一个普遍法则：相同的有机物（动物群或植物群）的化石组合表示保存它们的岩石的地质年代相同。

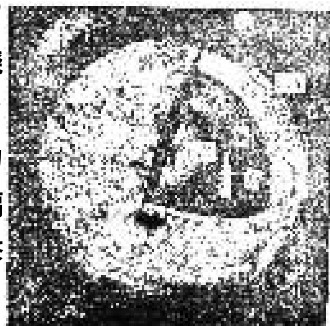
【俘获说】capture theory；capture hypothesis 泰勒（Taylor，F. B.）于1910年提出，目的是为了解释地壳水平运动的机制。他认为月球原为一个独立的行星，其运行轨道距地球轨道甚近。在白垩纪末，当这个行星运行得更靠近地球时，落入地球的重力场中，被地球俘获而成卫星。地球获得月球作卫星时，引起了强大的固体潮汐，导致地球运转的速率发生变化，于是原在两极的大陆便向赤道位移，并分裂成肺叶状。这种向赤道的大陆漂移，便导致环绕两极的环行山脉和弧形山脉。他的这种观点受到了许多人的反对。反对的理由是：①如果月球对地球引起的潮汐能形成白垩纪与第三纪之际的巨大山系，那么在白垩纪以前的许多造山旋回又是什么原因引起的？②如果潮汐力能导致大陆的漂移和造山运动，那么与之相关的摩擦力就会变成巨大的制动力（刹车），使得旋转的地球在一年之内静止下来。

【分裂说】resonance hypothesis 即共振假说。达尔文（Sir George Darwin）于1879年提出：认为月球是从地球分裂出去的物质形成的。这一假说被用来解释大陆漂移的机制。1882年菲希尔（Osmand Fisher）从地球物理的观点出发，在达尔文的基础上进一步认定，月球是在地球历史的早期，是由于其旋转作用同太阳的潮汐作用的共振效应而被分裂出去的，他还主张太平洋是这一灾变事件所遗留的疤痕。1911年贝克（H. B. Baker）提出，月地分离的时间是早新世或早上新世，由于地球轨道在那时的偏心率过大，地球内部的潮汐作用增加而使得地球的部分地壳分离。1934年，尼森（H·Nissen）则认为月地分离的时间是二叠纪，原因是巨大的太阳旋风撕裂大片地壳所致。1947年我国地质学家章鸿钊则认为是在白垩纪时，太平洋的大量玄武岩爆发物质进入月球轨道形成的。所有的月地分离说的主张者都把月地的分离地点认定在太平洋。除了章鸿钊以外，都认为月球的成分是硅铝质，这是太平洋底缺少硅铝层的原因。由于

太平洋失去大量物质，形成广阔空洞，于是，残留的硅铝层便开始破裂，向太平洋方向运移。古登堡（B. Gutenberg 1934）认为，残留的硅铝层只存在于南极地区，形成硅铝帽，以后开始扩散，向北运移达到赤道以北，用以解释各主要大陆南部尖小的原因。尼森则用月地分离于二叠纪，以解释海西运动及以后的造山运动。章鸿钊则用以对比白垩纪以后各期震旦运动在亚、美两洲之间的同时性。月地分裂说经过后来的实事证明，特别是月球和洋底地质的详细研究证明，这些假说都是不符合地质历史事实的推断或假设，是没有根据的。

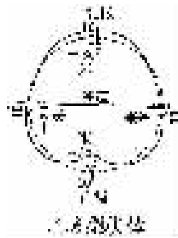
地　　球

【地球】Earth　太阳系九大行星之一，是人类居住的星球。按距离太阳远近计，仅远于水星和金星，居第三位。它与太阳的平均距离为 1.496×10^{8} 公里（即一个天文单位），轨道偏心率为 0.016722。地球绕地轴自转，又绕太阳公转，还随太阳系在星际空间运行。自转周期为 23 时 56 分 04.1 秒，自转速度为 0.465 公里/秒；公转周期为 365.2564 日，即 365 日 6 时 9 分 10 秒（1 恒星年），公转速度为 29.79 公里/秒。根据 1971 年第 15 届国际大地测量和地球物理协会决议采用的数据，地球的长半径为 6378.160 公里，短半径为 6356.755 公里，两者相差 21.385 公里，是赤道突出、两极稍扁的三轴旋转椭球体，叫做地球椭球体或简称地球体；严格地说地球椭球体是地球大地水准面的形状。其扁率为 1/298.25（=0.0033529）。赤道圆周长为 40075.696 公里，子午圈长为 40008.548 公里。表面积为 5.101×10^{8} 平方公里，其中海洋面积为 3.62×10^{8} 平方公里，约占总面积的 70.9%，陆地面积为 1.49×10^{8} 平方公里，约占总面积的 29.1%。体积为 1.083316×101^{12} 立方公里，为太阳体积的 1/130 万。平均密度为 5.518 克/厘米^{3}，其中大陆平均密度为 2.67 克/厘米^{3}，地壳平均密度为 2.8 克/厘米^{3}。质量为 5.976×10^{21} 吨。质量与万有引力常数之积为 3.98603×102^{20} 厘米^{3}/秒^{2}，赤道标准重力为 978.318 厘米/秒^{2}。地球椭球绕赤道轴和绕转动轴的主转动惯量 A 和 C 是：$A=8.092\times10^{44}$ 克·厘米^{2}，$C=8.118\times10^{44}$ 克·厘米^{2}，平均转动惯量为 8.091×10^{44} 克·厘米^{2}。另外，根据先锋 1959B_2 卫星轨道偏心率的周期变化，用地球重力场中的第三阶带形谐函数，修改了大地水准面，于是地球便呈梨状体，称为地球四面体。

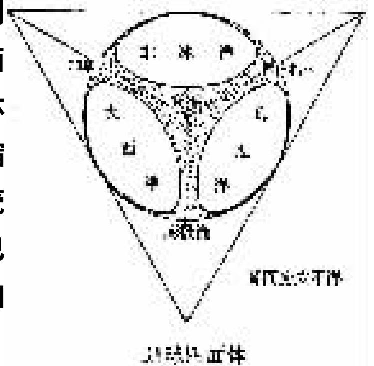


[illegible]

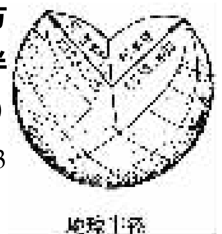
【地球梨状体】　对地球体形状的称谓。过去把地球作为一个扁椭球体来看待，根据人造卫星的测定地球的形状并非一般的扁椭球体，而是更接近一个梨形，故称地球梨状体。它南极缩短 30 米，北极伸长 10 米，中纬度南半球突出，北半球收进 7. 5 米。北极地区的海平面比原来所测得的两极半径高出 15. 24 米，南极地区海平面则洼陷 106. 68 米。图示地球梨状体与大地水准面（虚线）的关系。也有人认为把地球视为梨状体过于夸大。



【地球四面体】Earth tetrahedron　❶即地球梨状体。❷地球收缩说的一种，是根据物质的收缩理论推演出来的：在三维空间里，表面积相等的物体，以圆球形的体积最大，而四面体的体积最小。四面体即用四个等边三角形所组成的物体（以一个三角形为底，三个三角形围成锥体）。这个假说认为地球收缩到最小体积应是四面体形。于是设想太平洋、印度洋、大西洋、北冰洋为四个收缩面，而所有的大陆都位置在四面体的边棱和尖角上。但是象地球这个巨大的球体，它的收缩是不会变成四面体的，因为巨大的边棱和尖角会因为地壳均衡调整和重力作用而改变为球形体，因而四面体假说已被大多数学者放弃。地壳波浪状镶嵌构造说，仍应用了四面体假说的某些观点。

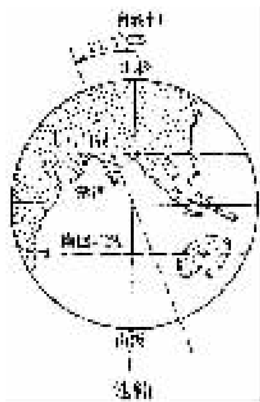


【地球半径】the radius of the Earth　地球近似于一个旋转椭球体，其半长轴（a = 6378. 245 公里，半短轴 b = 6356. 863 公里，平均半径 $= r_m = \frac{2a+b}{3} = 6371.118$ 公里。但一般在讨论有关问题时，是将地球看成圆球体。由于对地球的测量方法和计算公式的不同，其半径数字略有出入，目前常用地球的平均半径有 r_m（平均半径）、r_v（等体积球体半径）和 r_s（等面积球体半径）三种；$r_m = 6371031.5054$ 米；$r_v = 6371023.5243$ 米；$r_s = 6371029.9143$ 米。



【地轴】Earth’s axis 通过地心和两极的假想线。地球绕其自转，故又称地球自转轴。通过地心并与地轴垂直的平面，称赤道面。当地球绕日公转时，公转的轨道面称黄

道面。赤道面与黄道面的交角为23°26′33′。59，称黄赤交角。图示三者的关系。

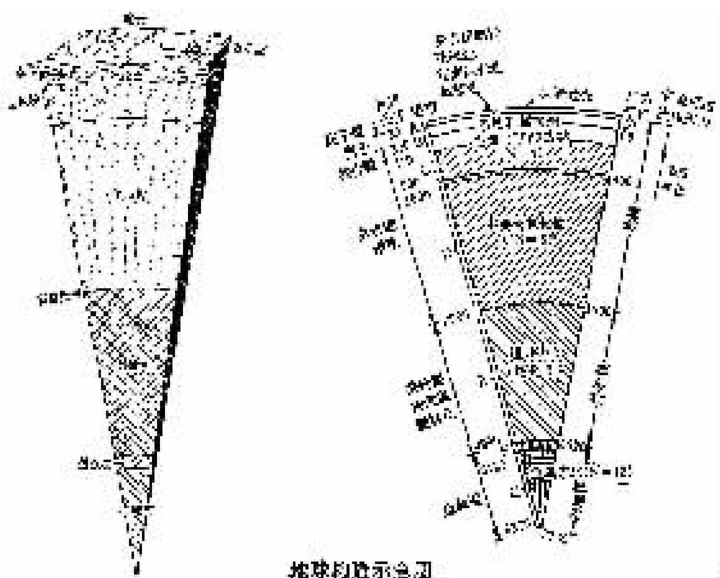


【地极】poles of the Earth 地球自转轴与地球表面相交的点，叫地极。在南半球的叫南极；在北半球的叫北极。

【北极】north pole，arctic ❶位于北半球北纬90°的地理极，代表地球的最北之点，或地球旋转轴的最北端。❷北极地区的简称。

【南极】south pole，antarctic ❶位于南半球南纬90°的地理极，代表地球的最南之点，或地球旋转轴的最南端。❷南极洲的简称。

【地球结构】Earth’s structure 地球的同心状圈层构造。原始地球形成后，在地球的重力分异和化学分异等作用下，经过漫长的演化，从均匀混和的物质状态，逐渐、依次分化为地核、地幔和地壳等内圈，气圈、水圈和生物圈等外围。它们之间仍互相联系、相互渗透。目前的技术水平，对地球内部直接观察深度仅数公里，最深钻孔不过10公里，更深处主要依靠地球物理工作的成果，即地震学、重力学和陨石学等有关数据，推测地球内部物质成分在不同温度、压力条件下物质状态的变化，了解和划分地球内部的圈层构造（下表）。地球内部圈层构造之间的分界面，主要依据地震波传播速度的急剧变化



地球构造示意图

推测确定：地壳和地幔之间以莫霍洛维奇面分界，地幔与地核之间以古登堡面分界（上图）。各层的化学成分和物理性质都有显著区别。压力和密度随深度增加而增大；物质的放射性上部较大，深部极低；地热增温率在地壳上部较大，愈向深处愈小，接近地心几乎不变。

【地核】Earth's core　约为 2998 公里古登堡面以下的地球核心部。地震波显示（根据地球密度分布、精确的地震波走时曲线，自由振荡等方面研究）地核可分外核（即 E 层 2898—4640 公里和 F 层 4640—5155 公里）和内核（即 G 层 5155—6371 公里），其界面约在 5155 公里，有时把内核以上至 4640 公里以下称过渡层（即 F 层）。据推测，地核物质非常致密，$V_p=8-11$ 公里/秒，密度为 9.7 至 13 克/厘米^3，压力达 1.5 至 3.7 力大气压，温度为 2860℃—6000℃。质量为整个地球质量的 31.5%，体积为整个地球体积的 1s%。因横波不穿过地核（$V_s=0$ 公里/秒）和地震波吸收得很少等，有人认为外核（E 层）为铁、硅、镍组成的熔融体，接近液体；而有人根据横波在内核的存在，认为内核大概是固体。对地核成分和状态的认识，目前尚有争论：有人为主要由铁镍组成，称铁镍核心说；有的认为成分与地幔相似，主要是物质状态不同，在深度极大、高温高压下产生一种所谓压力电离化现象，原子结构受到破坏，原子核中电子游离并自由运动，成为密度很大、良导电性的金属化和液体特性的物质。根据冲击波试验，在地核边界的温度和压力条件下，铁的密度应为 11.2 克/厘米^3；地心则为 13 克/厘米^3，但地核外层的密度只有 9.5 克/厘米。这表明地核化学组成除了铁镍外，还应包含少量的轻元素，如硅或硫等。

【铁镍核心】Fe-Ni core　即地核。其物质组成是以 Fe、Ni 为主，特别是内核。1971—1973 年有人认为外核可能含有高价氧化铁（Fe_2O），在常压下，这种氧化铁是不稳定的。

【内核】inner core　又称 G 层。地核的中心部分，其深度为自地面以下约 5100 公里到地心（6371 公里）内核的半径为 1300 公里，约占地核直径的 1/3。内核可能是固态的。证据是内核可以传播 S 波；纵波在内核的传播速度也比在外核中快。内核的密度自 10.5 至 15.5 克/立方厘米。

【过渡层】transitional layer　又称 F 层。为外地核与内地核之间的过渡带，约厚 140 公里。这一过渡层是莱曼（Lehmann）于 1936 年分析欧洲的和新西兰的地震资料得出的，当时被称为莱曼不连续面，位于地心以上 1200—1250 公里之间。在这里 s 波受到强烈的反射。

圈层					地震波速度（公里/秒）		弹性（10^{12} 达因/厘米²）	
名称		代号		深度（公里）	纵波V_p	横波V_s	体变模量	切变模量
地壳		A	A′		5.6	3.4	0.44	0.26
					6.0	3.6	0.51	0.3
	康拉德面			10				
	高速带		A″		6.6	3.8	0.68	0.4
					7.0	4.2	0.7	0.5
	莫霍面			33				
地幔	上地幔	B	B′		8.0	4.4	1.17	0.63
				60	8.2	4.6	1.2	0.68
	低速带		B″	100	7.8	4.2	1.25	0.67
				150	7.7	4.0	1.38	0.64
				250	8.2	4.55	1.48	0.7
				400	9.0	4.98	1.87	0.92
	V_G	C	C′	650	10.2	5.65	2.58	1.32
			C″	1000	11.48	6.35	3.53	1.87
	下地幔	D	D′	2000	12.8	6.92	5.11	2.48
				2732	13.63	7.31	6.5	3.0
			D″		13.32	7.11	6.45	2.96
	古登堡面			2898				
地核	外核	E			8.1	0.0	6.3	0.0
				3500	8.9	0.0	8.2	0.0
				4640	10.4	2.07	12.2	0.51
	过渡层	F		4900	10.4	1.24	12.2	0.2
				5155	11.0	3.5	13.4	2.08
	内核	G		5500	11.2	3.7	14.0	1.7
				6371	11.3	3.7	14.1	1.8

密度（克/厘米³）	重力（厘米/秒²）	压力（10⁶大气压）	温度（℃）	物态	物质成分
2.6	981	0.00	14		硅铝层（花岗岩质层）
2.7	983	0.003	180—300		硅铝镁层
2.9					硅镁层（玄武岩质层）
3.0	984	0.01	400—1000	岩石圈	
3.32					
3.34	984.7	0.019	500—1100		橄榄岩圈
3.4	986	0.031	700—1300		
3.5	987.5	0.049	800—1400	软流圈	
3.6	989	0.068	1000—1600		
3.85	994	0.14	1200—2000		
4.1	995	0.218	1300—2250	物质不均匀	榴辉岩圈
4.6	994	0.4	1850—3000		
5.1	986	0.87	2500—3900		硫氧化物圈
5.6	1050	1.34	2800—4300		
5.7	1030	1.50	2850—4400		
9.7					
10.4	880	1.43	3700—4700	液态	铁、镍（少量硅、硫等）
12.3	610	2.98	4500—5500		
12.5	500	3.2	4700—5700		
12.7	400	3.32	4720—5720		
12.9	300	3.5	4900—5900	固态（?）	
13.0	0	3.7	5000—6000		

【莱曼不连续面】Lehmann discontinuity 外地核与内地核之间的界面。位于地壳以下5200公里处。在此面以上的外核不能传播s波，因此，被认为是液态的；而其下面的内核则能传播s波，但速度低，表明它接近熔点或部分呈熔融状态。此词使用较少。参见“过渡层”。

【外核】outer core 地核的外层或上层。其深度从2900公里到5100公里，它包含了过渡带，相当于正层和F层。由于它强烈的减低纵波的波速，而且不能传播s波，被认为是液态的。其密度为9－11克/立方厘米。

【古登堡间断面】Gutenberg discontinuity 简称古登堡面，指地幔与地核的分界面。1914年，古登堡（D. Gutenberg 1889—1960）在对地核界面上反射和折射的各种纵、横波震相的时距曲线计算后发现，从莫霍面往下，地震波速继续增大，至2900公里深处，纵波速度增至13.64公里/秒，横波速度增至7.3公里/秒。自2900公里以下，纵波速度骤然下降为8.1公里/秒，横波突然中止消失，不再向下传播。这一截然的、明显的分界面，称古登堡间断面或分界面。

【地幔】Earth’s mantle 又称中间层，曾称过渡层。指莫霍面以下至2898公里古登堡面以上的圈层。其体积占地球总体积的83%，质量占整个地球质量的68.1%。上地幔上部的地震波速度Vp＝8公里/秒，与地壳Vp＝7.6公里/秒相区别。地震波显示在深达400和1000公里处有二级不连续面存在，即分别为科尔勒面和雷波蒂面。一般以1000公里为界把地幔分为上、下地幔两个部分。据推测，上地幔即B层（莫霍面－400公里）和C层（400－1000公里），曾称榴辉岩圈，物质成分除硅、氧外，铁、镁显著增加，铝退居次位，由类似橄榄岩的超基性岩组成，平均密度3.8克/立方厘米，压力约21万大气压，温度为400—3000℃，物质状态属固态结晶质，但具较大的塑性；下地幔即D层（1000—2898公里），曾称硫氧化物圈，物质成分除硅酸盐外，金属氧化物与硫化物，特别是铁，镍显著增加，平均密度5.7克/立方厘米，压力约150万大气压，温度约1850—4400℃，物质状态属非品质固态，还可能具潜藏的塑性固态。化学作用向深处逐渐减弱，以致很难进行，放射性物质含量很低。近年来，根据地球物理和地质学研究结果发现在上地幔上部深度约60至250公里范围内，存在一不连续低速带，推测是因为放射性元素大量集中，蜕变生热，形成高温异常（有人计算，45亿年在地幔中因放射性蜕变而产生的热量约$1.1—1.5\times10^{38}$尔格），已高于物质在该深度的熔点，局部呈熔融或软化状态。一般认为这可能是岩浆的发源地，故称软流圈；有人认为这里是地壳运动的发源地。深源地震也发生在上地幔中，最深达720公里。因此对上地幔的研究日益受到重视并有了很大的发展。

【中间层】intermediate layer ❶地幔，旧称过渡层。❷即硅镁层，它是玄武岩岩浆的来源地带，相当于洋壳和大陆地壳的下部，位于硅铝层之下。

【下地幔】lower mantle，inner mantle 地幔的一部分，位于地球深部 1000 公里以下。其密度为 4.7 克/立方厘米，在其中地震波速大为减弱，相当于 D 层。

【硫氧化物圈】sulpho－oxidized sphere 即下地幔。因其化学成分以金属氧化物和硫化物为主，故名。相当于 D 层。

【上地幔】upper mantle，outer mantle 地幔的一部分，位于地球深部 1000 公里以上。其密度为 3.4 克/立方厘米，地震波的 P 波速度约为每秒 8.10 公里，s 波速度约为每秒 4.7 公里。人们认为它主要是由橄榄岩组成的。有时人们也把它和过渡带一起叫做软流圈。上地幔相当于 B 层和 C 层，也称橄榄岩圈。

【榴辉岩圈】eclogitic sphere，eclogite 即上地幔。主要成分为榴辉岩，此种岩石是由橄榄岩在温度与压力都增加时形成的，相当于 C 层。

【低速层】low velocity layer 又称低速带。❶在地球内部地震波的传播速度较其上，下层均低的任何圈层。据认为是由于岩石的强度减弱所致。❷特指上地幔中的一个圈层，其深度变化在 60—250 公里之间，其中的地震波速较之地幔的最外层减弱 6%。这可能是其组成物质接近于熔点温度的缘故。❸专指地核内部的大界面，它位于深 2900 公里处，它在地核表面形成一个地震波的屏蔽区。

【软流圈】asthenosphere 岩石圈以下的一个圈层，相当于上地幔。它比较软弱，使地壳的均衡调整得藉以进行。岩浆可能即产生于此层之中，地震波的速度在软流圈中大为减弱。

【岩石圈】lithosphere ❶地球上部相对于软流圈而言的坚硬的岩石圈层。厚约 60—120 公里，为地震高波速带。包括地壳的全部和上地幔的上部，由花岗质岩、玄武质岩和超基性岩组成。其下为地震波低速带、部分熔融层和厚度 100 公里的软流圈。对岩石圈的认识，分歧很大，有人认为岩石圈与地壳是同义词，而与下部软流圈即上地幔有区别，但岩石圈与上地幔系过渡关系而无明显界面；有人认为岩石圈至少应包括地壳和地幔上层。❷相对于重圈而言，岩石圈即地壳。

【重圈】barysphere 地球的岩石圈以下的部分，包括地幔和地核。但有时却用来专指地心或专指地幔。重圈又称火圈（pyrosphere），二词近来均罕用。

【莫霍洛维奇间断面】 简称莫霍面、莫氏面。常用 M 表示，又称 M 间断面，是地壳与上地幔的分界面。1909 年 10 月 8 日，奥国地震学家莫霍洛维奇（Andrija 1857—1936）研究了距南斯拉夫的克罗地亚境内萨格勒布约 25 英里的地震记录。发现在 p 波之后有一明显的波群（$\bar{p}$），认为是在地表下 50 公里深度处由于物质发生急剧变化，使下层纵波传播速度大于上层纵波传播速度所致。根据时距曲线其速度分别为 $V_p=8.0$ 公里/秒和 8.2 公里/秒间，$V_s=4.4$ 公里/秒和 4.6 公里/秒间。后经各地观测证实这一间

断面不仅在欧洲，而且在全球都普遍存在，所以把这一间断面称莫霍洛维奇间断面。其深度各地不同，一般大洋较浅，为 5—15 公里：大西洋和印度洋为 10—15 公里；太平洋中央部分只有 5 公里；岛弧地区约 20—30 公里。大陆一般深为 30—40 公里，高山地区最深，在我国西藏高原及天山地区深达 60—80 公里。推测此界面可能是玄武岩—榴辉岩的相变层面。

【地壳】Earth′s crust　地球的表层部分。现多把莫霍洛维奇间断面（简称莫霍面）规定为地壳的下界面。地壳由各种岩石组成，上部主要由沉积岩、花岗岩类岩石组成，叫硅铝层。其厚薄不等，在山区有时达 40 公里，平原区一般为 10 余公里，海洋区显著变薄，大洋洋底缺失。地震波在此层的传播速度与花岗岩中传播速度近似，下部主要由玄武岩或辉长岩类岩石组成，称为硅镁层。它呈连续分布，但厚薄不等，在大陆区厚达 30 公里，在缺失花岗岩层的深海盆内的玄武岩层仅厚 5—8 公里，地震波在此层中的传播速度与玄武岩中的传播速度近似。硅铝层和硅镁层之间以康腊不连续面隔开。由花岗岩（$V_p=6.2$km/s，$V_s=3.6$km/s），和玄武岩（$v_p=7.0$km/s，$V_s=3.8$km/s）组成的地壳称为大陆型地壳；主要由玄武岩组成的地壳称为大洋型地壳（$V_p=6.4$—6.9km/s）。地壳平均厚度，大陆地区为 35 公里，大洋地区为 5—10 公里；我国西藏高原厚达 60—80 公里，西部地区为 50—70 公里，东南沿海地区为 20 余公里，太平洋地区最薄，仅 4—7 公里。地壳的体积为地球体积的 1%，质量为地球总质量的 0.4%。地壳岩石具弹性和塑性，越到深处塑性越大，这对地壳演变起了很大作用。

【康腊层】Conrad layer　康腊间断面与莫霍洛维奇间断面之间的地震带。也有人称为下地壳层。



【高速层】high speed layer　传播弹性波速度较其上下层位为快的界质层。

【康腊间断面】Conrad discontinuity　简称康腊面。地震波速的一个不连续面，相当于硅铝层与硅镁层之间的分界面。1923 年奥地利东阿尔卑斯山地地震时，康腊（V. Conrad）发现地震记录图中与 $\bar{p}$ 波相区别的 p^* 波，它表示地壳划分成两部分的界面，故称为康腊间断面。根据 P、p^* 波速的推断，认为界面以上为花岗质岩石构成，界面以下为玄武质岩石构成。地震波速通过康腊间断面从 6.1 公里/秒增大到 6.4—6.7 公里/秒。大洋底的地震记录图中，仅有 p、p_n 波出现，故在大洋壳中一般不存在花岗质岩层。最近的观测资料表明，即使在大陆块体中，也不是普遍都存在康腊间断面的。在某种意义上说，具有康腊面的结构是大陆地壳结构的一级近似模型。

【20°间断面】20°discontinuity，“twenty degree” discontinuity　地震纵波走时曲线图上发现，在震中距（以地心为球心，在球面上震中与台站间所张的角度）20°附近（相当于两千多公里），走时曲线的斜率$\frac{dT}{d\Delta}$变化急剧（但曲线仍保持连续），而且地震波振辐的变化也异常大。因此有人推断，此处地震波波速激增10–20%左右，是由于地下400公里深处存在着一个高速界面的缘故。这个概念是拜尔利（Byerly）于1926年首先提出来的，经后人研究又有所发展。20°间断面的现象在全球普遍存在，然而各地所出现的震中距稍有不同，变化范围在17°—23°左右。这个高速间断面的形成，可能是地幔中Mg_2SiO_4转变为橄榄石—尖晶石引起的。现在，“20°间断面”不仅经常应用在走时曲线不连续变化的那一段范围，还经常应用于地球内部相类似的间断面上。

【大洋型地壳】cceanic crnst　地壳的一种类型，位于大洋盆地之下，相当于硅镁层。大洋型地壳缺乏硅铝层，大洋型地壳厚度约5公里，密度为2.0克/立方厘米，地震波的p波传播速度大于每秒6.2公里。

【硅镁层】sima　即玄武质层。为地壳下部的一层，其岩石成分富含氧化硅和氧化镁，是玄武岩浆的发生处。硅镁层相当于大洋型地壳，在大陆型地壳中它位于硅铝层之下。

【玄武岩质层】basaltic layer，slma　又称硅镁层。指地壳下部康腊面和莫霍面之间由玄武质类岩石组成的圈层。其成分为相当于辉绿岩或玄武岩和辉长岩一类的岩石成分。地震波在这一层里传播的纵波（户波）速度为6.5—7.5公里/秒，横波（s波）速度为4.3公里/秒左右。

【硅铝镁层】sialma　地壳上部的硅铝层与下部的硅镁层之间的过渡层。它主要由硅、铝、镁三种成分组成，它界于硅镁层和硅铝层的成分之间。

【大陆型地壳】continental crust　地壳的一种类型，位于大陆及大陆架地区，相当于硅铝层及其下的硅镁层。地壳的平均厚度为35公里，在山区约厚60公里，最厚者为我国青藏高原地区，为70—80公里。大陆地壳的上部密度为2.7克/立方厘米，地震波p波的传播速度每秒6.2公里。

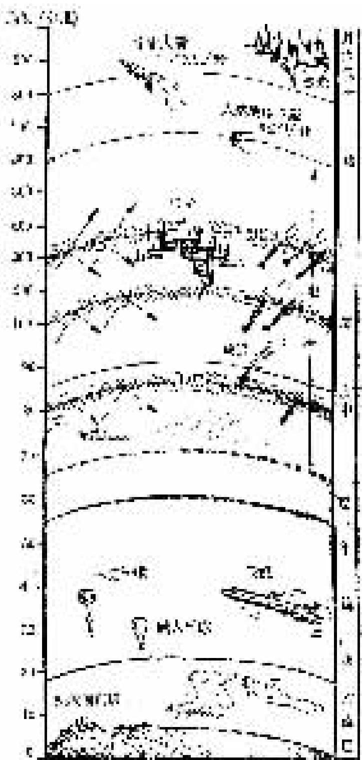
【硅铝层】sial　即“花岗质层”。系地壳的上部一层，其岩石成分富含氧化硅和氧化铝，是花岗质岩浆的发生地带。硅铝层是大陆型地壳所特有的。

【花岗岩质层】granitic layer，sial　又称硅铝层。指地壳上部康腊界面以上由富硅、铝的花岗质类岩石组成的圈层。其成分除表层的沉积岩外，由相当于花岗岩、闪长岩一类的岩石组成。地震波在这一层里传播的纵波（P波）速度为5.1—6.3公里/秒，横波（S波）速度为3.6公里/秒左右。花岗质层厚度变化在0—30公里之间，大洋地区很薄，甚至缺失；大陆地区平均厚度为10—15公里，我国西藏高原的花岗质层厚度达30

公里左右。

【水圈】hydrosphere 连续包围地球表层的水的闭合圈。主要分布在海洋，占水圈总体积（约3260亿立方公里）的97.2%，其余则零星地分布在陆上，有的在地面成为冰、雪和冰川（占2.24%），湖沼和河流，有的渗透到地下土壤和岩石里成为地下水。海洋水体积为陆地水体积的34倍，总质量为166.4亿亿吨。水圈与大气圈和地壳互相渗透、不断转化，无明确界限。据资料分析，原始水圈是从大气中分化出来的，后来水量逐渐增加才形成现代水圈。其平均化学成分主要是氧和氢，以海洋水为标准共占96.6%；其次为氯，占1.93%，钠1%，其余均在0.1%以下。水圈的成分、温度、含盐度，水流循环及水中生物等的区域特征和垂直分带性都很明显。地面水、地下水及大气水三者因受太阳辐射热和太阳物理作用，不停地进行水的大小循环，引起许多表生地质作用，对地壳起着巨大改造和建设作用。水的分布状态和海水进退规程的研究，对探索地球自转速度变化规律具有很大意义。

【生物圈】biosphere 地球表层有生命活动的圈层。分布范围：在陆地上深不过百余米，在海洋中深达10.8公里，上限不超出臭氧层（其实只在7—8公里的高空以内发现生物的存在）。据地质学家研究，一般认为地球上的生物在20—25亿年前才开始出现。最近，在非洲南部的前寒武纪地层中，发现有31—32亿年的细菌化石和28—30亿年的蓝藻化石。它们经漫长的演化过程，由简单到复杂，由低级到高级，由海洋到陆地，以致占领海洋、陆地和低层大气的每个角落，形成生物圈。生物一出现便参与了对岩石圈、大气圈和水圈的改造，人类出现更使改造速度加快。因而，生物在地质历史时期的成岩、成矿和成土作用中都起很重要作用；研究生物圈对探讨地球发展历史也有重要意义。



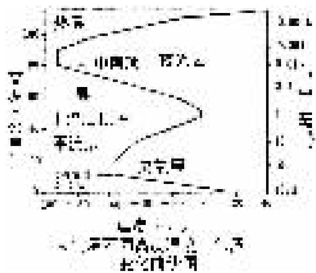
大气圈示意图

【大气圈】atmosphere 包围地球外面的一层大气，即空气。它位于行星际空间和地面之间，是多种气体的混合体。混合体中各种气体的体积占总体积为：氮78.09%、氧20.95%、氩0.93%、二氧化碳0.03%、氖0.0018%，此外还有水气和尘埃微粒等。一般认为，由以二氧化碳、一氧化碳、甲烷和氨为主的原始大气转变成以氮、氧为主的现代大气，是经过生物圈、水圈和地壳的相互作用，互相促进、逐渐转化而来的。大气的总质量为5.6×10^{19}克，其中1/4集中在地面到100公里高度范围内，而且一半集中在10公里高度范围内。其密度和压

力随高度增高而趋于稀薄和降低，并逐渐向星际空间过渡，无明显上界。对大气沿垂直方向有各种分层法，通常是根据大气中温度和密度随高度垂直分布的特征，划分为对流层、平流层、中层、热层和外大气层等。主要天气现象多发生在对流层中。所以大气圈对地球表生地质作用，整个生物界的发育和电讯传播等都有很大影响。

【对流层】troposphere　又称对流圈，是大气圈最底部对流运动显著的气层。它与地表联系最为密切，也受地表影响最大。其厚度随纬度、季节、地形等条件而异，在赤道上为17公里，两极处为9公里，中纬度处为10.5公里，赤道最厚，两极最薄；夏季厚，冬季薄；因气温主要来自地面辐射热，所以越高越冷。气温随高度增加几乎直线地降低，平均每升高100米温度降低0.6℃，称为大气降温率或气温直减率。对流层顶部的平均气温为－55℃，以赤道上空最低。因紧靠地面，受地球引力最大，大气密度也最大，约占大气圈总质量的79.5%。其主要成分的含量是：氮75.51%，氧23.01%，氩1.28%，二氧化碳0.04%，集中了大气中绝大部分的水气，成为一切天气现象的活动场所。密度随高度增加而减小，大致在5500米处，气压降低一半。由于地面各处受太阳热辐射能、X射线和紫外线的不同影响，造成大气气温、密度、压力等的差异，形成上升下降的对流，引起风、雨、雪、云等各种天气过程的发生，对表生地质作用有很大影响。对流层与平流层之间有一过渡层，称为对流层顶，厚约几百米到1—2公里，层内自下而上温度略有升高或少有变化。

【平流层】stratosphere　又称平流圈，是从对流层顶至离地面50公里高空的大气层。其厚度在赤道小于在两极。因大气多平流运动，所以叫平流层（如图）。气温随高度而增加到0℃以上，至50公里达最大值，说明其气温已不受地面热辐射的影响。其原因是有一层臭氧存在，特别在20—35公里范围内臭氧集中、称臭氧层，大量吸收太阳的紫外辐射热致使气温增高，而且越向上越是增高，上升达几十度，成为高温带，天然地保护了地表的生物。平流层水蒸汽和尘埃含量稀少，空气较为稳定，所以天气现象较少。



【臭氧层】 ozone layer　平流层中臭氧集中的层次。其浓度集中最大部分为20—35公里高度，因太阳紫外线的光化作用所致。太阳辐射的紫外线绝大部分被该层吸收，使空气变成高温带，并天然地保护了地表生物。该层虽然臭氧集中，但其含量仅占同高度空气体积的1/10万以下，同时臭氧含量还随纬度、季节和天气等变化而影响。臭氧层中臭氧的含量随太阳质子事件和宇宙线强度变化而变化。它的数量的减少会增加地表紫外线含量，对某些种类的生物造成危害，亦会对全球性气候产生一定影响。

【电离层】 ionosphere　又称游离层、电离圈。是具有电离现象的气层。其密度只有地表大气的1/100万。是在太阳的紫外线和宇宙线作用下，稀薄的大气分子吸收能量而分离为正离子和自由电子，形成了几层扩射率与一般大气不同的气层。它们的高度约在50—1000公里以上，电离密度较高的几层约离地面80—500公里；近地面的叫D层，较高的叫E、F等层，但它们的高度和电离程度常在变化，当短波无线电波到达某一层时（一般日间为F层，夜间为E层）发生折射，然后送回地面，从而能完成远距离短波无线电通信。最近发现在两个高度处电离化集中成层，即120—140公里（称E层）和350—400公里（称F_2层）。在地磁高纬度区由于电离化离子微粒强烈作用而形成极光，最高可达1000公里以上。电离层由太阳辐射造成，随太阳照射变化而变化，其高度和浓度昼夜四季不同，稳定性与太阳活动有关，当太阳辐射微粒流到达大气圈时，往往破坏了电离层的F_2层的正常状态，使短波无线电通讯受到干扰甚至中断，可持续数日，影响很大。这种现象称电离层暴。

【游离层】 ionosphere　即“电离层”。

【电离层暴】 ionospheric storm　太阳辐射微粒流干扰电离层正常状态的现象。电离层爆可持续数日，对短波无线电传播有很大影响，详见“电离层”。

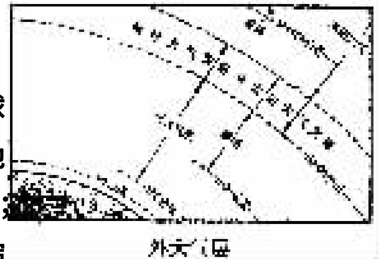
【中层】 mesosphere 又称中圈。为平流层顶以上到80—90公里高度的大气层。空气极其稀薄，温度随高度增高而降低，可达-90℃。

【热层】 thermosphere 又称热圈。中层顶以上到高约500公里的大气层。开始温度随高度增高而迅速升高，到某一高度以上，温度随高度的变化便不甚明显。由于太阳紫外辐射被热层空气（主要是氧分子）大量吸收，而使此层加热，所以称之为热层。在高空100公里以上，温度猛增，而且夜间和白天的温度相差很大；白天温度高达1700℃，夜间降到400℃。这一温度的变化是由于稀薄气体的质点运动速度的变化而形成的。这些气体质点对太阳热反映灵敏，所以昼夜温差很大。

【极光】 aurora 经常出现于地磁极附近地区上空大气中的彩色发光现象。一般呈带状、幕状，形状有时稳定，有时有连续变化。极光产生的原因是由于来自太阳活动区的带电高能粒子流，使地球高层大气中的分子或原子受到激发或电离而产生的。由于地磁场的作用，这些高能粒子转向极区。显然极光的出现与太阳活动有关。

【气辉】 airglow 地球高层大气的一种微弱的发光现象。气辉是由太阳电磁辐射激发地球高层大气中某些成分，引起的发射或散射过程形成的。气辉很暗，其强度峰值在距离地面 100—160 公里的高空。气辉与太阳活动关系不大，且有季节性和周期性变化。气辉与极光二者的光谱特征不同，表明它们的发射机制不同。

【外大气层】 outer atmosphere 又称外大气圈、扩散层。是热层顶上的大气最外层。此层空气极为稀薄，性质与电离层相似，只是高度更大，与行星际空间逐渐过渡。多为带电粒子组成，其运动受地球磁力线所控制，所以又称磁力圈。上部界限在地磁极附近较低，近磁赤道上空在向太阳一侧约有 9—10 个地球半径高。其高度受太阳磁场影响而有变化。磁力线能截留星际或低层大气中进入的带电微粒，并影响其运动，空气微粒也只能在这一层边缘磁力软弱部分渗漏出去。磁力圈以外为星际空间。



【扩散层】 dispersion layer 即“外大气层”。

【磁层】 magnetosphere 在太阳风的作用下，地球磁场被局限在一定范围内，这个范围称为磁层。在日地联心线的向阳一侧，磁层顶距地心约为 10 个地球半径。当太阳激烈活动时，则磁层顶被突然增强的太阳风压缩为 6—7 个地球半径。在日地联心线背阳广侧，磁层形成一个圆柱状的长尾，即磁尾，圆柱半径约 20 个地球半径，其长度至少有几百个地球半径。遥远看去，磁层好象彗星一样。

【地球辐射带】 radiation belts of theearth 地磁场俘获的带电粒子带。辐射带内的带电粒子是太阳风、宇宙线与地球高层大气相互作用产生的高能粒子。它们在地磁场的作用下，沿磁力线作螺旋运动；并不断地辐射出电磁波。1958 年范爱伦分析人造地球卫星探测的资料，于 1959 年证实它的存在，故又称范爱伦带。地球辐射带在地球磁层以内，只存在一定磁纬地区上空；在南北磁极及高磁纬地区上空则未见到。辐射带分为内、外两部分，内带高度约 1—2 个地球半径之间，东西半球不对称。外辐射带高度在 3—4 个地球半径之间。带的界限并不明显。辐射带的范围和形状受地磁场的制约，并和太阳活动有关，在朝太阳的方向，被太阳风压缩，辐射带中的带电粒子数也同地磁场和太阳活动的变化有关。

【地冕】 geocorona，terrestrial corona 在月球上用远紫外线照相摄谱仪所摄得地球的外大气层（离地面几千公里高空的稀薄大气层）受太阳粒子轰击诱起电子激发而放出波长1216Å左右的超紫外辐射引起感光之低密度气晕，叫做地冕。地冕可扩展到6万公里高空。图中明亮的新月形区主要是由原子氧和分子氮激发而生的白昼气辉，叫内地冕；其外的灰白色带为漫射辉光氢之激发气体，叫外地冕；右下方在地球黑夜一侧的弓形浅色条纹为南磁极上空之极光活动效应。



地冕

【地球年龄】 age of Earth 地球作为太阳系的独立行星，它形成于46亿年前。地球在形成前是处于类似于星际空间星云物质的气体状态，原始气体的物质分异成液体和气体相，又进一步分异成固体。在聚集过程中重元素向中心聚集，轻元素向地球表层聚集，部分气体逃逸到空间中去，最后形成一个固体地壳。把这个时间作为地球的地质历史开始的时间。根据地球上最老的陨石、月岩的同位素年龄测定结果表明地球形成的时间约在46亿年前。

【地球化学成分】 chemical consklitution of the Earth 地球各部分所含化学元素或物质的种类及其存在的相对量。它主要根据地质、地球物理和陨石等方面的资料推算得出，通常用百分比表示。地壳的化学成分由地球外表岩石的化学成分的分析结果，直接求得：氧46．8%、硅27．2%、铝8．7%、铁5．06%、钙3．6%、钠2．6%、钾2．6%、镁2．08%，其他1．26%。地壳下部物质成分是根据地球物理和陨石资料推测的，因为地球密度随深度而增加。作为天体之一的陨石，可能是具有与地球相似的同心环带构造的行星的碎块，两者平均化学成分应当接近，可认为铁陨石类似地核，石铁陨石类似地核外部，球粒陨石相当于地幔，而无球粒陨石与地壳化学成分接近。按重量百分此计算的固体地球的平均化学成分为；铁34．6%、氧29．5%、硅15．2%、镁12．7%、镍2．4%、硫1．9%、钙1．1%、铅1．1%、钠0．57%、铬0．26%、锰0．22%、钴0．13%、磷0．10%、钾0．07%、钛0．05%、其他0．1%。

地质作用

【地质作用】 geologic process 促使组成地壳的物质成分、构造和表面形态等不断变化和发展的各种作用，统称地质作用。地质作用是地质动力引起的。产生地质动力的能源来自太阳辐射、日月引力、地球转动，重力和放射性元素蜕变等等。根据发生作

用的主要部位，可分为内动力地质作用和外动力地质作用两个基本类型。它们彼此间既互相排斥和互相对立，又互相联系和互相依存，这种对立统一的矛盾运动，推动着地质作用的进行，也推动着地壳的运动和发展。

【内营力】 endogenic force，internal agency **由地球内部产生改变地表形态、岩石特征的力量。如火山作用引起的岩浆侵入和火山喷发；地壳运动造成的地表隆起、拗陷和断裂等。**

【内动力地质作用】 endogenio process **又称内营力地质作用或内生地质作用。指由于地球自转、重力和放射性元素蜕变等能量在地壳深处产生的动力对地球内部及地表的作用称内动力地质作用。如构造运动、岩浆活动、地震及变质作用等。它不仅使地壳内部构造复杂化，还加大地表的起伏和高差。**

【内生地质作用】 endogenic geologtc process **内动力地质作用。**

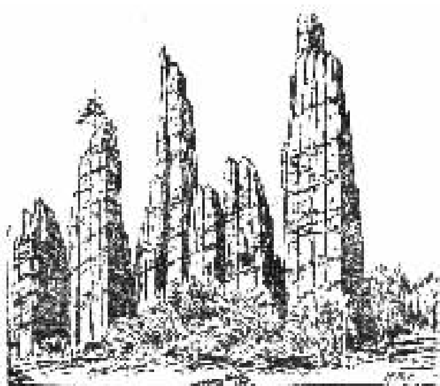
【外营力】 exogenlc force，external agency **由地球外部产生的改变地表形态、岩石特征之力量，如风化，重力崩塌、侵蚀、搬运及堆积作用等。**

【动力地质作用】 exogenic process **又称外营力地质作用、或表生地质作用。大气、水和生物在太阳辐射能、重力能和日月引力等的影响下产生的动力对地壳表层所进行的各种作用，统称为外动力地质作用。具体表现为风化、剥蚀、搬运、沉积和成岩作用等等。它缩小地表的起伏和夷平地表的高差。**

【表生地质作用】 exogenic geologtc process **即外动力地质作用。**

【地外营力】 extraterrestrial process **地球以外的天体或其它力量作用于地壳表面引起地表形态之改变的力量。如陨石坠落在地面撞击形成的陨石坑等地貌。**

【风化作用】 weathering **地球和宇宙间、地壳表层与大气圈、水圈和生物圈之间物质与能量转化的表现形式。风化作用是在大气条件下，岩石的物理性状和化学成分发生变化的作用。作用的营力有太阳辐射、水、气体和生物。按岩石风化的性质分物理风化和化学风化两种基本类型。在岩石风化过程中，这两类风化通常是同时进行，而且往往是互相影响、又互相促进的。不过在不同气候条件下常常是以某种风化类型为主导。风化作用是岩石建筑物和某些摩崖石刻被破坏的重要原因。图示湖北巴东二叠系灰岩沿节理风化而形成的风化地貌。**



风化作用



【物理风化】　physical weathering　又称机械风化。地表岩石受太阳辐射能大小的影响，发生冷热、干湿或冻融的长期反复交替，使组成岩石的颗粒物质之间的连结遭到破坏，量变的结果由大变小，由粗变细，以至于成为松散破碎状态。随着机械破碎程度的加强，岩石的物理力学性质也相应发生变化，如岩石孔隙度、表面积相应增大；密度、比重等相应减小。岩石的物理风化为化学风化的深入发展创造了极为有利的条件。在干热或干寒的大陆性气候条件下，岩石的物理风化最为显著。物理风化又分为热力风化和冻融风化等类型。

【热力风化】　thermal weathering　指岩石因其内部热应力作用而产生的机械破碎。岩石由于比热较小，导热率较低，组成岩石的矿物热膨胀率各不相同，在太阳辐射热的影响下，岩石各部分温度升降、体积膨缩不一致，因而在岩石内部产生压应力与张应力。应力长期交变作用的结果，削弱了矿物颗粒间的连结，而发生破碎。

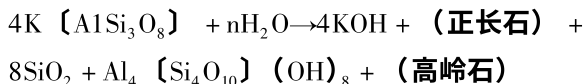
【冻融风化】　freeze－thaw weathering　曾称融冻风化。冰缘地区气候寒冷，因季节性的气候改变昼夜的温度变化，岩层的裂隙和孔隙中的水冻、融作用交替进行，造成地面物质松动和崩解破碎的过程，称冻融风化。这种机械风化作用，主要发生在坚硬岩层中。

【寒冻风化】　congelifraction，frost weathering　一种物理风化作用。高纬地区和中纬高山区，气温变化于0℃上下，冰劈作用活跃，致使完整的岩石破坏崩解。其原因是岩石裂隙、孔隙中水分结冰时所产生的巨大压力。

【寒冻作用】　frost action　❶指基岩在气温有较大的日变差，又有较大的年变差的条件下，反复发生的机械风化作用。这种作用不一定有水参加，也不一定发生在冰缘条件下，故与冻融风化的含义有一定的差别。

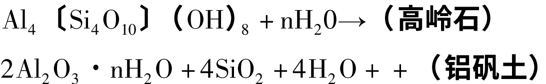
【冻融作用】　freeze－thaw action　即“寒冻作用”。

【化学风化】　chemical weathering　在大气条件下岩石受水或水溶液的化学作用影响下发生的破坏作用。化学风化不仅使岩石破碎，还使岩石的矿物成分、化学成分发生变化，产生新矿物。由于岩石性质及参与化学风化的物质成分不同，风化的方式也不同，主要有溶解、水化、水解、氧化和碳酸化等几种方式。如在湿热气候条件下花岗岩中的正长石在水解的作用下经过脱碱去硅、吸水、先变成高岭石，高岭石进一步水解变为铝矾土。其分解过程是：



$4K[A1Si_3O_8] + nH_2O \rightarrow 4KOH +$（正长石）$+$

$8SiO_2 + Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 +$（高岭石）



$Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 + nH_2O \rightarrow$（高岭石）

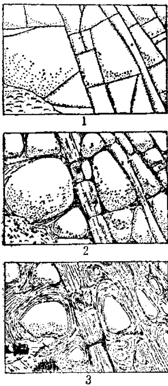
$2Al_2O_3 \cdot nH_2O + 4SiO_2 + 4H_2O + +$（铝矾土）

正长石水解转化为高岭石和铝矾土的过程，是长期由量变到质变的结果，它反映着两次质的飞跃。岩石在化学风化的同时，通常伴随进一步的物理风化。二者是相互促进的。在炎热而潮湿的气候条件下，岩石化学风化最为显著。

【生物风化】 biological weathering 生物对于岩石的破坏作用。生物作用于岩石的破坏有两种方式：一种是机械破坏，如生长在岩石裂隙中植物根系的长大对岩石所施加的压力，促使裂隙扩大以致崩解的机械破坏作用；一种是化学破坏，如生物新陈代谢分泌出的有机酸或生物的遗体腐烂后分解产生的有机酸都可能腐蚀岩石，对岩石进行分解和破坏。此外，人类的活动在岩石的风化中也起着一定的作用。

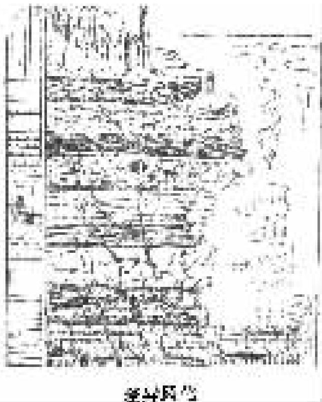
【球状风化】 spheroidal weathering 岩石呈圆球状，由表及里、层层风化剥离的现象。它主要发生在花岗岩、辉绿岩以及某些砂岩中。

不同方向的裂隙切割岩体，水、气体及各种微生物等沿裂隙系统侵入，结果产生由表及里，层层风化剥离，裂隙交汇处岩块的面积较大，风化作用的强度和深度相对也大，岩块内部未受风化的部分便呈现球形，因此称作球状风化。球状风化的风化碎屑物质被剥离以后，残留的球形岩块称为石蛋。



球形团石的演化
1.岩石被节理系切割；2.球形风化的初期；3.球形风化的晚期

【差异风化】 differential weathering 又称选择风化。在地面出露的、同时存在的抗风化性能不同的岩石，因风化、剥蚀程度的不同，在形态上表现出凹凸不平或参差不齐的现象。如北京市昌平县的龙山地区，震旦系岩层中抗风化性强的石英岩形成凸起的山脊，而抗风化性弱的页岩则形成低凹的山鞍，构成差异风化现象十分明显的参差不齐的地貌。水平岩层由于岩性不均一，受差异风化作用后垂直方向上形成参差不齐的地貌。


差异风化

【选择风化】 selective weathering 即“差异风化”。

【差别风化】 differential weathering 即“差异风化”。

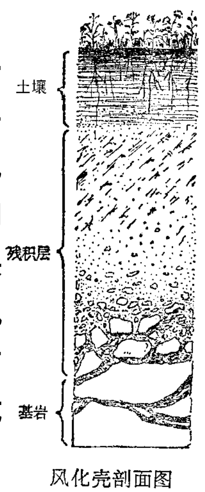
【风化作用阶段】 weathering stage 岩石风化可分为物理风化和化学风化，实际上它们并不是单独进行的，只不过在不同的自然条件下，以这种或那种风化作用为主。在潮湿而炎热的气候条件下，岩石风化具显著的阶段性：初期阶段，岩石以机械破碎为主的物理风化阶段，并有轻度化学分解。第二阶段，岩石以分解为主的化学风化阶段，伴随进一步的物理风化，这一阶段又分：①化学风化早期（富钙化阶段），此阶段硫化矿物受到氧化而变为硫酸盐，并形成次生碳酸盐矿物。②化学风化中期（富硅铝化阶段），此阶段硅酸盐及铝硅酸盐矿物分解而形成粘土矿物。⑧化学风化晚期（富铝化阶段），此阶段硅酸盐矿物完全分解，使铁和铝变成水氧化物（如氢氧化铁和氢氧化铝等）而残留下来。

【元素迁移系列】 sequence of migration of elements 在风化过程中化学元素迁移能力的强弱序次。其原因主要取决于元素本身的性质（如各元素原子的结构）和外界的条件（如介质的 pH 值和氧化、还原条件），现就各元素迁移能力的强弱依序列表如下：

元素迁移的系列

类型	成分
1. 最易迁移的元素	Cl、（Bt、I）S
2. 易迁移的元素	CO、Na、Mg、K
3. 可迁移的元素	SiO_2、P、Mn
4. 惰性（略可迁移）的元素	Fe、Al、Ti

【风化壳】 weathering，crust，residuum 地壳基岩被风化的表层。地壳表层岩石在风化作用下，遭受破坏，在原地形成松散堆积物。一般包括弱风化带、强风化带、残积层、残积土等。由于在同气候条件下，风化作用的因素、方式、强度以及原始母岩的性质各有差异，风化壳沿垂直方向常形成不同成分和结构的多层残积物层。层与层之间的界面一般呈不明显的过渡关系，但每一层又都具有一定特征，反映了当时物理、化学和生物等作用的特点，表示在一定气候条件下、风化作用一定发展阶段的产物。风化壳的厚度，因上述条件的不同而有较大的差异，有的厚达数十米，有的地区则很薄。风化壳按其物质成分可划分为岩屑型、碳酸盐型及硫酸盐型、硅铝粘土型及砖红土型等。根据不同地质构造发育的关系，又可分为面型、线型、岩溶型和复合型等。



风化壳剖面图

【古风化壳】　paleocrust of weathering　风化壳形成后，被后来的堆积物质所掩盖，或者被抬高到某一地形高度，避免了强烈的剥蚀作用，其被保留下来的部分称古风化壳。

【风化壳类型】　types of crust of weathering　由于岩石性质的不同和自然条件的差异，所形成的风化壳的类型很复杂。一般说来，风化壳的形成通常和风化阶段相对应。风化壳各类型之间也和风化阶段一样是依次相接的。

（见表）

风化作用阶段	风化壳类型
1．机械破碎阶段	机械风化壳
2．富钙化阶段	碳酸盐风化壳
3．富硅铝化阶段	高岭土型风化壳
4．富铝化阶段	砖红土型风化壳

这些不同类型风化壳在自然界中的存在，既具有时间上发展的规律性，也具有空间上分布的规律性。如砖红土型风化壳主要发育在潮湿炎热的气候条件下。

【机械风化壳】　mechanical residuum　又称岩屑型风化壳。物理风化作用的产物，母岩仅经风化破碎，岩石矿物的化学成分未发生改变。风化壳由岩屑构成，上细下粗，与下伏基岩呈过渡关系。机械风化壳主要分布于寒冷气候区。

【碳酸盐型风化壳置】　residuum of carbonate type　化学风化作用开始阶段形成的风化壳。地表岩石因碳酸化作用，钾、钠、钙、镁等从矿物中析出，并形成碳酸盐。此类风化壳多发育于荒漠带及草原带，其厚度一般不大，多呈黄色、黄灰色。

【高岭土型风化壳】　residuum of kaolin type　又称硅铝粘土型风化壳。地表岩石经受强烈的化学风化作用，钾、钠、钙、镁等元素全部析出，硅也大量迁移，硅酸盐、铝硅酸盐矿物分解成高岭石、蒙脱石等粘土矿物。风化壳呈褐色、灰色、灰绿色，厚度可达数十米，主要发育于温湿气候带。

【砖红土型风化壳】　residuum of laterite type　地表岩石饱经化学风化作用，能迁移的元素均已析出，硅酸盐矿物也被分解，因富含铁质，风化壳呈红色故名。这类风化壳的厚度可达数百米，主要分布于湿热气候区。

【矿物稳定性】　mineral stability　广义的矿物稳定性，是指一定热动力条件下形成的矿物，在热动力条件变化的一定范围内，能保持稳定的性质。一般的矿物稳定性，是指矿物的抗风化性能，就是造岩矿物在风化带中的稳定性，也就是各种造岩矿物，在

风化过程中，风化速度及风化程度之差异性。矿物稳定性决定于两个因素，即矿物的物理、化学性质（如化学成分、晶体结构及硬度、解理等物理性质），以及其所处的风化条件（主要是气候条件）。造岩矿物中以铁镁质矿物稳定性差，长英质矿物稳定性强。

【剥蚀作用】 denudation ❶是组成地壳的物质受风力、地面流水、地下水、冰川、湖泊、海洋和生物等各种外动力地质作用的破坏和搬运等作用的总称。剥蚀作用在破坏组成地壳的物质的同时，也改变着地表的基本形态。由剥蚀形成的地貌称剥蚀地貌，其中剥蚀成的近似平坦的地面，称为剥蚀面。剥蚀作用一词比侵蚀作用的含义为广。❷从词源上说，剥蚀的含义是：通过侵蚀作用将基岩或某一指定岩层上面的覆盖物质去掉而揭露或裸露出来。这是此词原义，常兼有灾变的意义，如“大剥蚀”（Great Denudation）便是指世界大洪水的结果而言的。

【侵蚀作用】 erosion，erosion acticn 地表岩石和土壤等物质受到自然作用力而发生松散、溶解和破坏，而且从原地搬运到他处的现象，是许多作用的总和。在自然界这些作用包括风化作用、溶蚀作用、磨蚀作用和搬运作用等，但是，整体坡移不属于侵蚀作用。一般来说，侵蚀作用主要是指陆地岩石、土壤的机械破坏，以及被破坏的物质（如土壤等）被流水（包括降雨）、波浪、海流（包括潮汐）、冰川或风力等等破坏和运移。此词有时也不含搬运作用和风化作用，而剥蚀作用则常含有这一意义。



【陵夷作用】 degradation 又称陵削作用。❶地球表面由于风化、侵蚀等等自然作用使之逐渐剥蚀的总的降低趋势，如由于河道的加深而导致的地面降低。此词的涵义中含有搬运作用，有时用作剥蚀作用的同义词，或用作剥蚀作用的结果。❷由于河流下切或垂直侵蚀的结果，使河床达到一个均一的坡度。此义较少使用。陵夷与剥蚀的区别在于：剥蚀是作用的过程，而陵夷是作用的结果。戴维斯（Davis，1909）认为剥蚀是地貌发育旋□早期阶段的积极的作用过程，而陵夷则是在旋□后期的漫长时期内缓慢进行的。

【陵削作用】 degradation 即“陵夷作用”。

【加积作用】 aggradation 松散沉积物在地表低洼的地方沉积，从而对地表起填充的作用。加积作用一般是在气候干旱条件下的河床中，当松散沉积来源丰富，河流在搬运过程中，又无力把它全部搬走，因而就有一部分沉积下来，不断填高了河床。

【均夷作用】 gradation 通过侵蚀、搬运或沉积等作用，将一个地区的地表的高处降低，低处填积，使之达到一个均一的（或接近均一的）坡度的作用；特别是指使

一个河床达到均一的坡降，使河中的水流恰好能把输入其中的物质搬运开去。

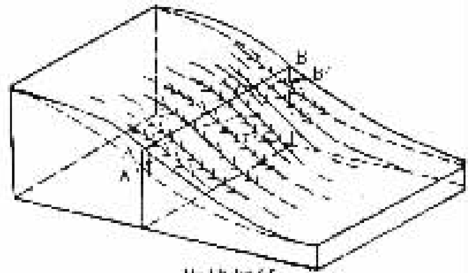
【夷平作用】 planation 是各种外力地质作用对起伏不平的地表进行侵蚀、剥蚀、风蚀、刨蚀、溶蚀、浪蚀和堆积而促使地表逐渐平坦化过程的总称。地壳升降运动和夷平作用是对立统一的过程，升降增加地表高差，夷平则减小地表高差。在地壳稳定的条件下夷平作用可使地表形成相当平坦的夷平面。

【常态侵蚀】 normal erosion 戴维斯在论述其地貌发育理想模式——侵蚀轮回时，特指流水侵蚀称为常态侵蚀，而其它侵蚀，如冰、风，海水……则称为非常态侵蚀。



流水扒窃

【河流地质作用】 fluvial process，geologic process of rivers 河流的侵蚀、搬运与堆积作用的统称。是外动力地质作用比较普遍的一种类型。在地层中常常保存有古河流地质作用的遗迹。现代河流地质作用可以在地表现场直接观察，也可以通过模拟实验进行分析研究。



片状侵蚀
A—B：原始地表面；A′—B′：片状侵蚀后表面

【暂时性流水作用】 temporary torrent 非经常性的流水对地面的作用。例如坡地上的片状侵蚀和线状侵蚀即属这种作用，以干旱半干旱地区这种作用最为显著。这种流水每每具有突发性或间歇性的特点。

【片状侵蚀】 sheet erosion 又称面状侵蚀。坡地上的土层被坡面径流或片状水流洗刷或冲走的过程。华北山区的片状侵蚀表现为鳞片状剥蚀。

【线状侵蚀】 linear erosion，gully erosion 又称沟蚀。地坡上的土层受线状流水侵蚀或地面成股径流冲刷形成的各种大小不同侵蚀沟的过程。常见的侵蚀沟有纹沟、细沟、切沟和冲沟等等。



[illegible]

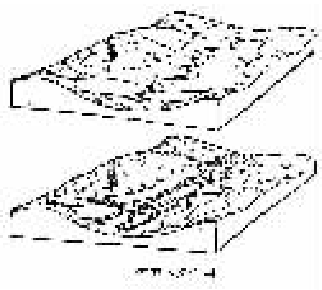
【向源侵蚀】　retrogressive erosion，headwater erosion，headward erSion　**又称溯源侵蚀。河流下切侵蚀作用引起河流向，源头的侵蚀，使源头向河间地不断扩展伸长的现象，从河口开始逐渐向上游扩展的深切侵蚀的现象；河流各个跌水向上游推移现象（亦称后退）都称向源侵蚀。**

【溯源侵蚀】　retrogressive erosion　**即“向源侵蚀”。**

【向源堆积】　retrogressive accumulation　**河流自河口逐渐向河源的堆积作用。即从下游逐渐向上游发展的堆积作用。主要因为侵蚀基准面的上升或河口外延，使河床比降减缓，河流夹沙能力减低所致。**

【溯源堆积】　retrogressive accumulation **即“向源堆积”。**

【下切作用】　down－cutting　**流水对河床垂向的侵蚀切割作用。河流上游来沙量小于夹沙力时，则水流垂向侵蚀切割作用强，使河床高程逐渐降低。随着河流水量的增多动能增强、或新构造抬升都会加强流水的下切作用。**



【侧蚀作用】　lateral erosion　**又称旁蚀作用。指流水对河岸的侵蚀作用。由于横向输沙的不平衡，水流不断地冲刷河岸，河岸就不断后退，例如由于弯道环流的作用，引起凹岸冲刷凸岸堆积。这种凹岸冲刷作用即侧蚀作用。**

【旁蚀作用】　lateral erosion　**即“侧蚀作用”。**

【地球自转偏转力】　deflecting force of Earth rotation　**又称科里奥利力。沿地球表面运动的物体的一种惰力，是地球自转时处在不同纬度的不同线速度引起的。地球自转偏转力** $A=2\cdot v\cdot \omega\cdot \sin\varphi$ v **为物体运动速度；**ω **为地球旋转的角速度，**φ **为测点所处的地理纬度。由于赤道是纬度的起点，**φ **等于零，故赤道处的偏转力也等于零。自赤道向两极偏转力逐渐增大，因此在南北两半球不同纬度带运动的物体，自赤道起始向北或向南分别偏向于一方。具体反映在北半球自南向北流动的河流冲刷右岸，南半球自北向南流动的河流冲刷左岸，这就是地球上南北流向河流的河谷不对称的原因。这种力对运动着的气体和固体也起着同样的作用。**

【科里奥利力】　Coriolis’force　**即“地球自转偏转力”。**

【搬运作用】 transportation 风化、剥蚀后的碎屑、胶体、分子或离子等不同状态的物质，随着各种地质外动力以推移、跃移、悬移或溶液运移等方式转移到他处的过程称为搬运作用。在搬运过程中各种物质经受着不断的改造和分选。



【搬运介质】 transportation medium 指地面上风化、剥蚀的产物由一地被搬运到它处时，起着搬运作用的各种物质。如流水、风、冰川、地下水、波浪等都称为搬运介质。

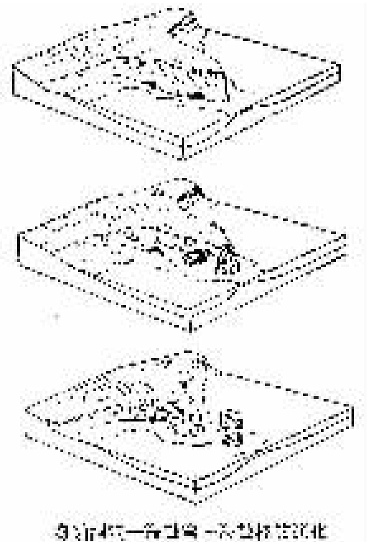
【推移】 traction 泥沙在水中或气下（指大气层近地面部分）运动时，沿地面被水力或风力推动，以滑动和滚动向前移动的方式，称为推移。处于推移状态下的物质称推移质。

【跃移】 saltation 泥沙在水中或气下（大气层近地面部分）运动时，沿地面以跳跃方式向前移动的形式。处于跃移状态下的物质称跃移质。

【悬移】 suspension transport 指泥沙在水中或气下（指大气层近地面部分）运动时，在地面之上以悬浮状态向前移动的方式。处于悬移状态下的物质称悬移质。例如干旱地区的尘暴就是一种悬移现象。



【沉积作用】 deposition，sedimentation 被搬运的物质由于搬运介质的物理化学条件的改变，呈有规律的堆积现象。沉积作用可分为大陆的和海洋的两大类。大陆沉积作用按介质的不同有风、地面流水、地下水、冰川和湖沼等的沉积类型；海洋中因为能够大量接纳由各种外力地质作用搬运来的物质，同时海底剥蚀作用的相对减弱，故沉积作用非常育发。大陆或海洋中由生物遗体或生物分泌物质堆积而成的沉积称为生物沉积。此外，按沉积作用的方式还可分为机械的、化学的和生物的三种类型。



【沙浪运动】 movement of sandwave 在以冲积作用为主的河床上，由于水流强度和输沙强度的变化，泥沙颗粒常呈不同形式的规律运动，随着水流强度的增加，平整的河床中逐渐出现沙纹、沙波、沙垄及成层运动等现象称为沙浪运动。沉积岩中的水平层理及斜层理的形成与沙浪运动有密切关系。

【海蚀作用】 sea erosion，marine erosion 波浪、潮汐、海流并包括海水本身对海

岸进行的机械的、化学和生物的破坏作用的总称。其中，波浪对海岸的冲刷称浪蚀作用。波浪及其中所夹带的固体物质、对岸边进行的冲击与磨削称磨蚀作用。这些都是塑造海蚀地貌的主要动力。

【激浪】　surf　又称破浪、拍岸浪。是海浪向岸边传播时，由于水深逐渐变浅，波峰向海岸方向倾倒破碎所成的碎浪。在海岸陡峻处，前进的波峰在岸边遇到阻碍而破碎时，产生巨大压力，最大可达数十吨/平方米以上，有很大的破坏作用。海岸平缓处，波浪在距海岸一定距离处破碎形成片状的水流称激浪流。向岸腾越的激浪流称进流（往流）；向海回流的称退流（返流）。与海岸斜交的斜向波浪则形成前进方向与海岸线平行的激浪流，又称海岸浪流。激浪和激浪流是形成海蚀地貌和海积地貌的主要动力。



激浪
1.冲刷；2.回流

【破浪】　surf，breaker　即“激浪”。

【拍岸浪】　breaker　即“激浪”。

【浪蚀作用】　wave erosion　海岸带的波浪对岸边的冲刷作用。

【沿岸沉积物流】　longshore drift，littoral drift　沿海岸带与海岸平行或大致平行移动的砾石流或泥沙流。它是沿海岸带碎屑物质在定向风暴影响下长期激浪流作用下形成的。它沿海岸移动的速度取决于它们颗粒的大小，激浪流的强度，以及激浪流与海岸的交角。颗粒愈大，运动的速度越慢。激浪流越强，搬运越有力。激浪流与海岸交角在45°左右时，颗粒运动的速度最快。沿岸沉积物流的宽度取决于粒径大小；砾石质的最窄，约为十米；沙质的较宽，约数百米至1—2公里；淤泥质的最宽，可达十多公里。沿岸沉积物流的长度一般是几公里到几十公里。沿岸物质移动最活陕酌地区大致在水深4米左右的地方。沿岸沉积物流一般多发生在比较平直的海岸带。

【砾石流】　gravel flow，shingle drift　砾石质的沉积物流。见“沿岸沉积物流”。

【沙流】 sand drift ❶沙质的沉积物流。见“沿岸沉积物流”。❷海岸或沙漠由于风力搬运所形成的沙流现象。❸在某些障碍物（岩石、灌木丛）的背风面所积累的沙堆。

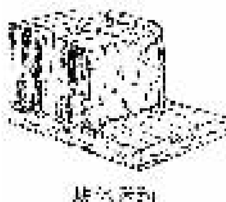
【淤泥流】 mud flow，mud drift； ❶淤泥质的沉积物流。见“沿岸沉积物流”。❷细粒土体的块体运动，在运动时含有大量流体物质。

【重力地质作用】 gravitational process 又称负荷地质作用。即在各种外因诱发下，地表的岩块和松散土层由于自身的重量而产生的运移、堆积过程，如滑坡等。

【负荷地质作用】 load geologic process 即“重力地质作用”。



【块体运动】 mass movement 在重力作用下岩体或土体沿斜坡向下的运动。这种运动通常与地表水及地下水的作用有关。其它运动方式有：滚动、流动、蠕动等。如运动速度快的有山崩、塌岸、滑坡等；运动速度慢的有岩屑蠕动、融冻泥流等。



各种岩体或土体的运动与岩石、土壤的边坡稳定性等物理性质密切相关。这些是工程建设中应进行长期观测和研究的课题。

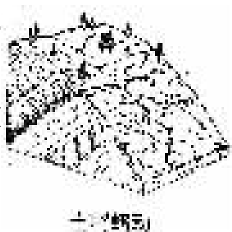
【山崩】 landslide，rockfall 坡地上的岩石土壤呈块体沿斜坡向下突然崩落的一种现象。山崩有的是地震造成的，有的是某种外力的震动或破坏使坡地失去均衡造成的，还有些可能是雨水大量渗入，使坡地岩土负荷过重和遭受潜蚀造成的。

【塌岸】 bank slump 河岸、海岸、湖岸或水库库岸，在河水、海水，湖水或库水的掏蚀或地下水潜蚀等的作用影响下，岩土呈块体坍塌的一种现象。有些是不合理的人工挖掘岸坡，使岩土失去均衡造成的。

【雪崩】 snow avalanche，avalanche 一定厚度的山坡积雪，在重力和雪融水的作用下失去平衡而产生大量积雪向下倾泻的现象。雪崩冲击空气产生气浪，有巨大冲击力，常对高山道路、村落造成危害。

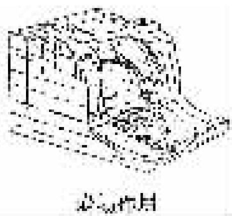
【土屑蠕动】 soil creep，creeping of soil 又称土屑潜动。是斜坡上的碎屑或土壤颗粒在重力作用下，发生顺坡向下的缓慢蠕动。这种运动表现为颗粒间相对的微小位

移，使斜坡上的各种物体发生变形，如电线杆歪斜、树干弯曲等，土屑蠕动在寒带、温带或热带地区由不同原因皆可造成。



【撒落作用】　dispersion　重力地质作用的一种型式。指山坡上的岩屑在重力作用下，沿山坡向下滚动位移的运动过程。

【崩塌作用】　eboulement　重力地质作用的一种型式。指山坡上的岩石，经风化剥蚀、地震，人类活动等因素影响下，岩块在自身重力作用下，整块地突然向下移动的过程。按其运动方式可分为滚落和坠落两亚类。



【蠕动】　creep　又称潜移、潜动。地表土石层在重力作用下长期缓慢向下移动的过程。其移动体与基座之间无明显界面，无论形变量和移动量均属渐变过渡关系。蠕动速率每年不过数毫米至数厘米。

【潜移】　即“蠕动”。

【风的地质作用】　wind action　风和风沙对地表的吹蚀、磨蚀和沉积的作用。这种作用特别在干燥区最为显著。含沙的风主要集中在近地表进行吹蚀和磨蚀，使地面形成起伏不平的风蚀形态。风沙在地面上移动，一旦受阻就开始沉积，形成各种风积形态，形成各种类型的沙丘。风蚀区和风积区是紧密相邻的，风成沙一般来源于相邻的风蚀区。呈条带状分布的风积沙丘常是附近古河道中的冲积沙，被风改造堆积而成。我国北方尘土主要来源于西北干燥荒漠区。风成沙特点是，颗粒均匀、分选最好、磨圆程度高、表面有撞击麻点，砾石因细沙磨蚀常成表面光滑的棱石。风沙常给农田、道路带来不利影响。



【风蚀作用】　wind abrasion　风力对地表岩土的破坏作用。它包括风直接的吹蚀作用和风沙的磨蚀作用，这两种作用彼此相辅相成。风蚀作用的强度取决于风速和地表物质结构及地形状况。风蚀作用以近地面30厘米高度内最强烈，许多风蚀微地貌（如石蘑菇）都表现了这个特点。

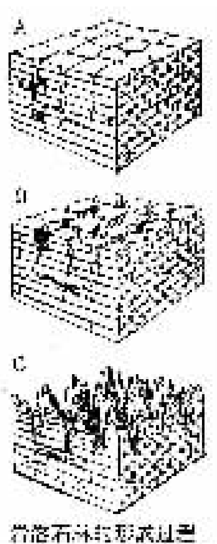
【吹蚀作用】　deflation　由于风的吹刮，将大量物质搬运移去的作用，多见于干燥和缺乏植物的地区，如沙漠、海滩、湖岸以及干涸的河床、湖底等。吹蚀作用形成的地貌景观有吹蚀盆地、戈壁、风蚀垅槽（即雅丹）等。

【磨蚀作用】 abrasion ❶风利用所挟带的沙、石吹过地表时，对软弱岩石的磨损和破坏作用。常可形成很多奇特的微地貌，如风蚀穴、风蚀壁龛、风蚀塔等；还可以产生多种形态的风棱石等；❷海岸、河岸及湖岸的水体波浪及其中所夹带的沙、砾等，对岸边进行的冲击与磨削作用。

【风积作用】 wind deposition 风的堆积过程。在风力搬运过程中，由于风力本身和地面结构状况等条件的改变，所携带的沙、砾石等无力继续搬移而停积下来的过程；风积作用有沉降堆积、停滞堆积和遇阻堆积三种形式。

【岩溶作用】 karstification 曾称喀斯特作用。是水流对可溶性岩石进行的以化学作用（溶解与沉淀）为主要特征，并伴随有机械作用（流水浸蚀和沉积，重力崩塌和堆积）的地质作用。岩溶作用的结果是形成岩溶地貌景观。自然界最普遍而规模最大的岩溶现象多发生在石灰岩、大理岩、白云岩等碳酸盐类岩石中。主要原因是构成这类岩石成分的碳酸钙在含有二氧化碳的水的作用下，溶解为钙离子和重碳酸根离子而被水带走。因而碳酸盐类岩石在特定的地质条件与气候条件下，易于产生大小不一的空洞和各种形态的岩溶地形。由于温度压力等条件的变化，被溶于水中的钙和重碳酸根离子又可结合成碳酸钙沉淀，形成各种灰华，可简单用下列方程式表示：

$CaCO_3 + H_2O + CO_2P \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2HCO_3^-$ 岩溶原称喀斯特，我国于1967年改称。

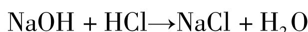


喀斯特（karst）一词来源于德文，源于斯拉夫语 kras，意指“荒凉的缺水之地”。典型的喀斯特地区是亚德里亚海东北岸南斯拉夫境内的石灰岩高原，该地名为喀斯特。

【喀斯特作用】 karstifieation 即“岩溶作用。

【潜蚀作用】 underground corrosion 土层内部在地下水浸湿和活动的影响下，使可溶性物质溶解流失，粘土微粒被冲刷带到下部的过程。潜蚀作用的结果常使土层发生塌陷现象。

【中和作用】 neutralization 酸和碱相遇以后生成盐和水的作用过程。例如：



$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$

也就是 H^+ 离子和 OH^- 离子结合成水的作用。在地质上亦常包括带正电荷的物质与带负电荷物质相结合而沉淀下来的作用。如在河流入海的河口区，河水携带之沙粒带正电，当与海水中带相反电荷之离子相遇，因电性中和而沉淀下来。

【脱水作用】　dehydration　含水矿物在温度升高或压力增大的影响下失去水份的作用。例如石膏变为硬石膏，其过程即脱水作用（$CaSO_4 \cdot 2H_2O \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$）。

【溶解作用】　solution，dissolution　一相物质（固态相、液态相或气态相）在另一相物质（固态相、液态相或气态相）中的分子扩散作用。一般是指气体、液体或固体物质与另一种液体，形成一种均匀的液态混合物的作用。如风化长石遇水，其中钾（K^+）或钠（Na^+）成为可溶性的碳酸盐或氯化物水溶液。

【沉淀作用】　precipitation　由于某种物理或化学作用，使溶液中某种组分浓度增加，达到饱和而析出矿物的作用。岩盐和石膏就是由于沉淀作用形成的。

【水化作用】　hydration　又称水合作用。即物质与水相结合的作用。自然界的某些矿物，遇水以后，摄取部分水成为本身的组成部分，使原来不含水或含水少的矿物，变为含水或富含水的矿物。例如硬石膏变为石膏（$CaSO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$）。矿物受水化作用后，常增大体积。

【氧化作用】　oxidation　金属或矿物与氧化合的作用。例如，金属铁遇到氧化合变成氧化铁。组成岩石的矿物是否经受过氧化作用，可以从颜色是否发生变化加以鉴别。例如海绿石经氧化作用后变为褐铁矿，其中二价铁变为三价铁，颜色由绿色变为褐色。

【水解作用】　hydrolysis　一种与中和作用相反的作用。即矿物中加入水引起分解的化学变化过程。例如 $Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow 2Na^+ + HCO_3 - + OH -$，也就是一种离子和水的离子相结合的作用。例如铁在溶液中被水解：$Fe + H_2O = Fe(OH) + H^\circ$ 自然界中长石水解时，水分子中的 H^+ 置换长石中的碱及碱土元素离子，H^+ 进入结晶格架内而形成粘土类矿物。

【还原作用】　reduction　一种与氧化作用相反的作用。即从化合物中去掉氧的作用，例如赤铁矿（Fe_2O_3）还原变为磁铁矿（Fe_3O_4），再进一步还原为金属铁（Fe）。炼铁就是用人工方法把氧化铁还原为金属铁。自然界中还原作用的发生，常与有机质的存在与微生物的活动有关，如湖沼底部所见之硫化铁结核，就是铁的硫酸盐类受还原作用造成的。

【吸附作用】　absorption　固体的表面吸着气体、蒸汽或溶解物质的作用。所有固体的表面都有这种吸着性能，表面积大的固体，吸附容量较大，通常叫吸附剂，如硅胶、活性碳以及天然或人工合成的铝硅酸盐。自然界中的例子也很多，如某些沉积铀矿的生成，就是与磷酸盐胶体及有机质的吸附作用有关。

【胶凝作用】　flocculation　带正电荷的物质与带负电荷的物质相结合而沉淀的作用。如在河流入海的河口区，河水中带正电荷的粘粒遇带负电荷的海水离子，因电性中

和而沉淀。

【胶结作用】 cementation 使松散沉积物胶结在一起成为坚固岩石的作用。常见的胶结物有硅质的、铁质的、钙质的和泥质的等等。

【沉积分异作用】 sedimentary differentiation 风化产物在形成各种沉积岩的过程中，物质的化学成分、矿物成分和辞屑物的大小、形状、比重都有明显的分异现象。由于化学组成的变化而引起的分异现象称为化学沉积分异作用，由于机械作用而产生的分异现象称为机械分异作用。

【石化作用】 lithification ❶使松散沉积物转变为坚硬岩石的作用。这一过程是通过沉积物的搬运、分选、沉积、压固、脱水和胶结而实现的。❷火山岩浆固结成火成岩的作用。此义较少应用。

【成岩作用】 diagenesis 即“石化作用”。

地　貌　学

总　　论

【地貌学】 geomorphology 又称地形学。是自然地理学与地质学之间的边缘学科；是研究地表形态特征及其发生、发展和分布规律，以便在人类的经济活动中，利用自然，改造自然，并与其所造成的灾害进行斗争的学科。其研究的内容可分为普通地貌学、区域地貌学、部门地貌学、应用地貌学和地貌制图学等分科。地貌学已广泛应用于矿产和地下水资源的普查、各种工程（水工、港工、路工）勘测与设计以及农业、军事和编制地图等生产实践中。

【地形学】 geomorphology 即“地貌学”。

【地貌】 land form 又称地形。是地表外貌各种形态的总称。它是内动力地质作用和外动力地质作用对地壳作用的产物。按其形态可分为山地、丘陵、高原、平原、盆地等地貌单元。按其成因可分为构造地貌、侵蚀地貌、堆积地貌、气候地貌等类型。按动力作用的性质可分为河流地貌、冰川地貌、岩溶地貌、海成地貌、风成地貌、重力地貌等类型。

【地文学】 physiography 主要研究地文（地形）的区域特征，划分自然区（地形区 physiographic region）并揭示地文（地形）发育（地文期 physiographic stage）的学科。有人认为它与地貌学（geomorphology）一词是同义词，也有人笼统地认为是自然地理学（physical geography）一词的同义语。



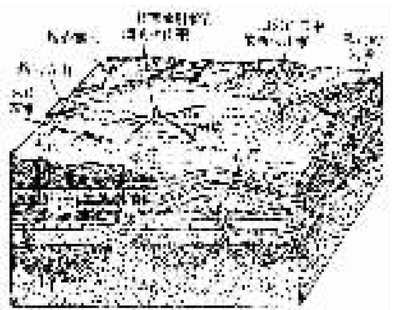
地文型（长城八达岭）

【部门地貌学】　departments of geomorphology　又称动力地貌学，是地貌学的一个分支。它以某一地质营力形成的地貌及其发育过程为独立的研究对象，如流水地貌、岩溶地貌、冰川地貌等。部门地貌学是地貌研究深入发展的必然结果，同时也是生产建设实际需要的产物。

【岩石地貌学】　petrographic geomorphoiogy　研究同类岩石在不同自然地理条件下，或各类岩石在相同的自然地理条件下的地貌形态特征及其演化的学科。我国常见的岩石地貌有：石灰岩地貌，红色砂砾岩地貌（丹霞地形）、石英岩地貌、页岩地貌、花岗岩地貌、玄武岩地貌、黄土地貌以及红土地貌等等。同类岩石的地貌形态特征及其演化在不同的自然地理条件下是极不相同的。如花岗岩在华南多呈高耸的山形，在华北，东北等地则多呈低矮的丘陵，这是因为岩相不同岩性各异的花岗岩在不同自然条件中因风化类型特性（例如有的以物理风化为主，有的以化学风化为主）的不同造成的。岩石地貌是区域地质调查和航空照片判读的良好标志，与工程建设也有密切关系。

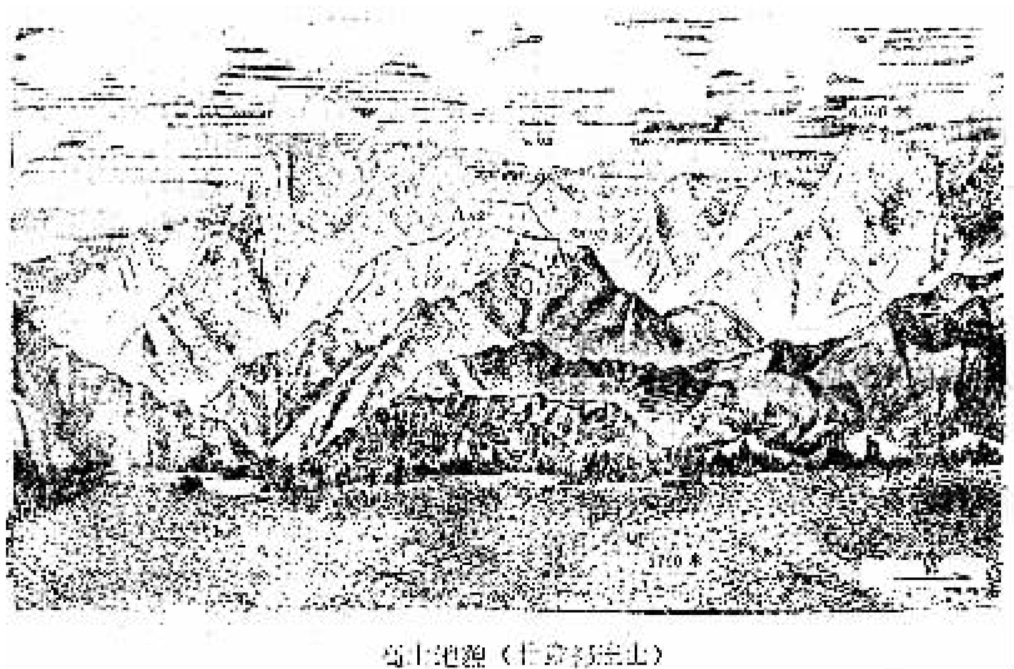
【火山地貌学】　volcanic landform　研究由火山活动所形成的各种地貌形态的学科。包括各种类型的火山锥以及熔岩流形成的各种地貌，如熔岩垄岗、熔岩台地、熔岩高原、熔岩瀑布、熔岩流（绳状、枕状、砻状）、熔岩脊、熔岩洞穴等。最常见的火山形态是火山锥，有些火山锥高而陡，有的低而缓，前者主要由火山碎屑构成，后者主要由熔岩流构成。许多火山锥的顶部，通常都有一个锅盆状的喷口，叫火山口。如果火山口的内壁受到风化侵蚀或被后期的喷发冲破一个缺口，就造成一种马蹄形火山口。由于火山碎屑物质比较松散，堆积的斜坡又较陡，所以容易被流水冲刷发育而成密集的冲沟，呈幅射状向坡下散开，称羊尾沟。我国黑龙江省五大连池火山群、山西省大同火山群、云南省腾冲火山群、台湾省大屯火山群、河北省的张北熔岩高原等等都是典型的火山地貌。





【冰川地貌学】　glacial landform　研究由冰川的侵蚀、堆积作用所形成的地貌的学科。其研究内容一般也包括冰水堆积地貌。由冰川侵蚀所形成的地貌有角峰、刃脊、冰斗、槽谷、羊背石、冰坎等。由冰川堆积形成的地貌有侧碛堤、中碛堤、终碛堤、冰碛丘陵等。冰水堆积地貌有冰砾阜、冰水阶地、冰水扇等。

【气候地貌学】 climatic geomorphology 地貌学的一个分支。研究地貌与气候的关系，探讨不同气候条件下，外动力地质作用的组合特点及相伴产生的具有相应地带性特征的地貌组合。如冰川气候地貌、冰缘气候地貌、温湿气候地貌、湿热气候地貌、干旱气候地貌和半干旱气候地貌等。由于地质历史时期气候曾有过多次显著的变化，随之形成不同的外力组合，由此造成相应的地貌组合，因而在一个地区就会保留有几个世代的地貌组合，为研究该地区气候和地貌的演化关系提供了丰富的资料。图示高山地貌，显示不同高度由于温度的差异，地貌景观也有所不同。



高山地貌（[illegible]）

【动力地貌学】 dynamic geomorphology 地貌学的一个分支。主要研究形成各种现代地貌（如坡地、河流、海岸、冰川、风沙、岩溶地貌等）的动力过程。在研究方法上多采用长期定位观测，模拟实验和力学分析的方法。

【区域地貌学】 regional geomorphology 研究不同地区的地貌形态特征、成因类型与发展规律的学科。例如，世界地貌、亚洲地貌、中国地貌、华北地貌和北京地貌等的研究都属于区域地貌学范畴。区域地貌资料是进行各种自然区划（例如地貌区划，水文地质、工程地质区划等等）的基本依据之一，也是进行各项生产实践（例如寻找地下水、农田合理布局，以及水利和道路工程的勘测设计等）中不可缺少的参考资料。

【应用地貌学】 applied geomorphclogy 地貌学的一个分支。它以地貌学的理论和研究手段为某一特定的生产目的服务。如砂矿地貌学，农业地貌学等。

【工程地貌学】 engineering geomorpnoiogy 地貌学的一个分支。研究与工程（水利、港口、道路等）建设有关的地貌条件与地貌过程。它不仅研究为工程勘测设计选择有利的地貌条件，而且研究工程施工期间及投产后，可能产生的对工程有利或不利的地貌过程。例如为水坝、水库工程勘测设计，要研究河谷形态（狭窄段、与展宽段）、成因类型、河谷和分水岭的结构，以及工程范围内存在或可能发生的有害地貌过程（如滑坡、坍塌、泥石流、岩溶、水库回淤、库岸变形等等）。港口勘测设计要研究海岸形态、成因类型、沿岸沉积物流的动态、海港回淤及海岸变形等。道路勘测设计，要从有利和不利于道路建设的观点讲究线路范围内地貌条件，确定地貌形态、成因类型、地面坡度、割切程度、以及线路范围内存在或可能发生的有害地貌过程（如冲沟发展、滑坡、泥石流、山崩、岩堆、岩溶、融冻过程和风沙等等）。

【砂矿地貌学】 placer geomorpho－logy 是研究各类（不同形态、成因和年龄）砂矿床的形成和富集规律与各类（不同形态、成因和年龄）地貌和松散沉积物之间在空间分布上和历史发展中的依赖关系，为寻找砂矿及远景评价提供地质依据。如冲积砂矿的分布，即与河谷地貌有密切关系。

【数学地貌学】 mathematical geo－morphology 是六十年代新兴的地貌学的一个分支。它运用数学和力学的方法，尤其是数理统计的方法对地貌形态和过程作定量分析。数据取自野外实测，模拟实验与精密地形图量计。

【农业地貌学】 agricultural geo－morphology 地貌学的一个分支。是研究与农业有关的现代地表形态、成因类型和现代地貌过程以及为发展农业生产而建造的人工地貌的学科。它的任务包括研究与农业规划、合理利用土地、兴建水利工程、水土保持、改良土壤、开垦荒地、寻找水源、农机耕作条件等有关的地貌条件。

【实验地貌学】 experimental geomorphoLogy 用模拟方法研究地貌的形成过程和影响因素以及用野外定位观测方法研究地貌过程的学科。是使地貌学从定性到定量并对某些外动力地貌过程进行预报的重要手段。因此，它与生产建设关系密切。实验地貌学目前多侧重于河床演变、港口回淤、泥石流形成和风沙地貌演变的模拟试验与定位观测的研究工作。

【地貌区划】 geomorphologic divi－sion 又称地貌分区。是根据地貌形态、成因和发育的相似性和差异性等区域地貌特征，将地貌进行区域划分。每一地貌区中都具有该区特有的地貌形态、成因与组合。地貌区划对发展国民经济进行远景规划具有重要意义。

【地貌景观】　geomorphologic land - scape　地表自然地理要素（如气候、水文、地形、土壤、植物、动物）的综合情况称地理景观，例如：冰雪景观、热带雨林景观、



荒漠景观、海岸景观等。他们常常是以某一种或两三种的主导自然地理要素来命名的。地貌为景观要素之一，人们常把各种地形泛称地貌景观。

【地势】　relief　指地表高低起伏。

【起伏量】　relief volume　指一定面积内地形起伏的相对高差。起伏量有三种表示方法：①单位面积内最高点与最低点的高度差；②单位面积内相邻山顶与谷地的比高；③单位面积内切峰面与切谷面的高度差。

【起伏量图】　relief map　表示地形在一定面积内起伏相对高差的分布图，以起伏量等值线表示之。

【地貌调查】　geomorphic survey　是研究地貌的基本方法。它的任务是首先确定地貌形态特征，结合物质组成和结构等一系列条件，确定地貌成因和形成过程，为寻找地下水、矿产资源和工程建设提供依据。通常地貌调查和地质调查结合进行时，调查路线可以重合。专门进行地貌调查时，应先结合调查区的地形图、航空照片、卫星照片等资料综合研究，以对全区地质、地貌有一总的概念，为确定具体考察计划和路线提供依据。

【地貌分析】　geomorphologic analysis　又称地形分析。地表形态是内、外力地质作用过程交互作用的结果。地形的形成与发展取决于内力引起的构造运动强度与外力侵蚀、剥蚀强度之间伪对比关系。根据可以直接观测到的地形和外力过程，演绎推断不能直接观察到的地壳运动的进程和发展的方法，叫做地貌分析。

【地形分析】　geomorphologic analysis　即“地貌分析”。

【地貌图】　geomorphologic map 是反映地貌形态、成因、物质组成和地貌年龄的图件。根据任务要求，图件的比例尺不同，表现的地貌等级，详略程度和突出的重点也不相同。反映地貌一般特征的图件为普通地貌图，反映与某项生产有关的地貌特征的图件为专门地貌图，如砂矿地貌图，各类工程地貌图等。专门地貌图件是找矿、找水、工程勘测设计和生产规划必要的参考图件之一。

【普通地貌图】　common geomerphological map　表现某一地区特有的、有一定规律

出现的地貌现象的图件。地貌类型图及地貌分区图均属普通地貌图。按照图件比例尺，在普通地貌图上应分别标示地貌形态（形态部位、形态类型、形态复合体、形态组合）及地貌特征（形态计量、物质组成、地貌动力、地貌成因、地貌年龄、地貌组合、构造地貌）等内容。

普通地貌图表示内容

国际分类			中国习惯分类	形态				地貌特征						
名称		比例尺（万）		形态部位	形态类型	形态复合体	形态组合	形态计量	物质组成	地貌动力	地貌成因	地貌年龄	地貌组合	构造地貌
地貌详图	地貌平面图	1:0.5—1	大比例尺地貌图	+	+			+	+	(+)	(+)			
	大比例尺图	1:2.5—5	（>1:20万）		+	+		+	+	(+)	△	+		
	中比例尺图	1:10—20	中比例尺地貌图		(+)	+	+	+	(+)		△	+		
小比例尺地貌略图		1:50—75	（1:20～100万）			+	+	+			+	(+)	△	△
国家地貌图		1:100—500	小比例尺地貌图				+	+				(+)	△	△
洲际地貌图		1:1000—3000	（<1:100万）					+					△	△
世界地貌图		>1:3000						+						△

△　图件表示的主要内容；＋　一般内容；（＋）辅助内容

【地貌类型图】　map of geomorphological type　指野外、实际填绘成图的普通地貌图。图上应全面反映区内各级地貌类型的实际分布状况及典型微地貌单元。

【地貌图例】　geomorphic legend　测制地貌图时描绘地貌对象所使用的各种图形符号。地貌图例必须建立在合理的地貌分类基础上，主要建立在地貌基本成因类型分类的基础上。使用图例时，作形态描绘要考虑图件比例尺，在大比例尺图上要能对图形符号作量的量计。地貌图例有单色和彩色两种，单色图例多用线条，图形符号和文字代号表示不同成因类型和年龄；彩色图例对地貌形态多用不同颜色的图形符号表示，对成因类型多用不同颜色的底色和花纹表示，物质组成用灰色符号表示，年龄用文字代号表示。图例制定必须力求系统化、标准化、规范化，以便于使用和交流。

【地貌剖面图】　geomorphic profile　按一定比例尺记录和揭示各种地貌外部形态与内部结构相互关系的切面图件。是进行地貌研究的一种重要图件。地貌剖面图可以在现场通过目测、半仪器测量或仪器测量进行实测，也可以根据各种地质地貌实际资料或文献、图表等资料进行编制。一般的地貌剖面图只代表一个断面的实际情况，反映情况要

客观、正确，内容须包括形态、沉积物结构、成因和年龄等。

【地貌综合剖面图】　geomorphic composite profile　是按一定比例尺揭示一个地区地貌发育史和松散沉积物形成史的切面图件。是对一个地区地貌现象的一种图式性的科学概括，也是进行区域地貌研究的一种重要方法。它可以以某地区的一个主要剖面为主，结合其它有关剖面的内容；也可以用几个实测剖面的综合情况反映该地区的地貌形态、成因、物质组成、年龄等。

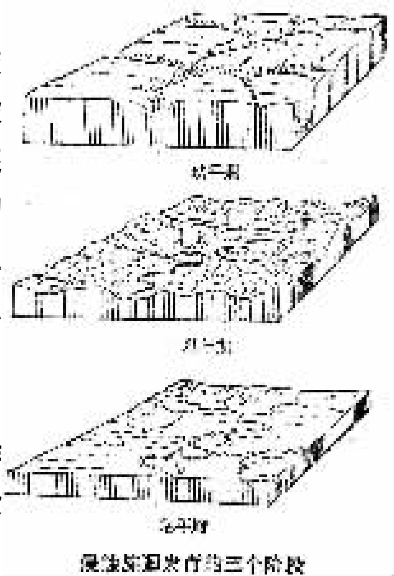
【地貌年龄】　age of landform　地貌年龄有相对年龄与绝对年龄两种含义。相对年龄是指地貌形态的发展阶段，例如各类地貌根据它的发育程度分为幼年期、壮年期、老年期等，但不能反映地貌形成的地质时代。绝对年龄是指地貌形成的具体地质时代，是根据与地貌相关的沉积物的地质时代确定的，沉积物的时代主要是依据沉积物中含有的化石和孢粉的年龄确定的。

【侵蚀旋□】　erosion cycle　又称地貌旋□。是戴维斯（W. M. Davis）提出的一种地貌发展的理想模式。指一个平坦地区由于地壳运动而被抬升，其后在长期地壳稳定条件下，地貌受长期侵蚀作用经历幼年期。壮年期、老年期三个地貌发育阶段，称一个侵蚀旋回。又一次地壳运动后，准平原再度被抬升，地貌又进入一个新的侵蚀旋□，称侵蚀回春。这一学说所假设的构造运动条件过于简单、机械；在论述地貌发育过程时，单纯强调流水侵蚀作用，并称之为“常态侵蚀”是主观性的；对侵蚀旋回发展阶段只用演绎的方法，比较片面。戴维斯后来也考虑了其他外动力地质作用，划分了冰蚀旋□，干燥旋回及海蚀旋□等。

【地貌旋□】　geomorphic cycle　即“侵蚀旋□”。

【幼年期】　young stage　是侵蚀旋□中地貌演变的第一（早期）阶段。即平坦的地面由于地壳运动被抬升，地面开始被流水分割的时期。这时分水岭上还保留着宽阔的原始平坦地面，地表起伏不大，河谷切割深度开始逐渐加深形成峡谷，谷壁块体运动比较显著。这个阶段形成的地貌称幼年期地貌。参见“侵蚀旋□”。

【壮年期】　mature stage，maturity　是侵蚀旋□中地貌演变的第二阶段。即平坦地面抬升后，受侵蚀作用经过幼年期切割后的一个地貌发育阶段。这一阶段的地貌特征为地面分割强烈，原始地面已被完全破坏，



侵蚀旋回发育的三个阶段

河谷切割深度达到最大极限。地貌上表现为山高谷深、分水岭狭窄、沟谷密布，是地貌发育的全盛时期。参见“侵蚀旋□”。

【老年期】　old stage，senility　是侵蚀旋□中的第三（晚期）阶段，即地貌发育的最后阶段。这个阶段的主要地貌特征为河谷日益展宽，曲流发育，谷坡低缓，逐渐达到极限，形成起伏微小的大面积平坦地貌，其上散布着一些孤立的残丘，即准平原状态。参见“侵蚀旋□”。

【地形侵蚀回春】　rejuvenated landform　由于地壳隆起或海面下降，使区域侵蚀基准面降低，以及降水量增大，河水流量增加等因素，引起一个地区的侵蚀作用加强，地面切割加深，这种侵蚀作用“复活”的现象，称为地形侵蚀回春。我国华北的海岸和山地都可以见到明显的地形侵蚀回春现象，是多旋□地形的一种表现。

【地貌类型】　geomorphic type　地貌形态成因类型的简称。指从形态成因上进行地貌分类。自然界中地貌形态有大型、中型、小型或微型等，地貌成因类型是相当复杂的。例如，剥蚀地貌有河蚀、湖蚀、海蚀、溶蚀、冻蚀、风蚀，……；堆积地貌有冲积、洪积、湖积、海积、冰碛、风积，……；构造地貌有褶皱的、断块的，……；气候地貌有湿热气候地貌、干旱气候地貌等等。

【地貌单元】　geomorphic unit　各级地貌类型及微地貌的实体之代词。

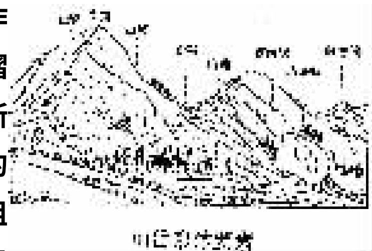
【大陆】　continent　面积广大的陆地。是地球表面最大的构造地貌单元，地壳的一个组成部分，具有独特的双层结构，表层为巨厚而轻的硅铝层，底层为深厚而重的硅镁层。大陆绝大部分为海水包围并露出海面之上成为陆地，少部分大陆边缘（水深不超过200米的大陆架）为海水淹没成为浅海。地球历史观阶段巨大的大陆有六块：欧亚大陆、北美大陆、南美大陆、非洲大陆、澳洲大陆和南极大陆。大陆的陆地部分约占地球总面积的1/3，大部分集中分布在北半球。这些大陆并不是固定不变的，在地球漫长的地质历史时期中，始终出露在海面之上的有欧洲芬诺斯堪的那维亚地、北美的加拿大地盾，亚洲的安加拉地盾等。其余的大陆部分在不同的地质时代中都曾被海水淹没过。



【山系】　mountain system　在一个巨大的构造单元或一个大型构造体系范围内发育形成的，在形态、成因、结构上有紧密联系的属于同一系统的若干相邻山脉的综合体，例如，喜马拉雅褶皱带上形成的全部山脉统称为喜马拉雅山系。天山–阴山构造带上形成的山脉分别称为天山山系和阴山山系，昆仑–秦岭构造带上形成的山脉称为昆仑山系和秦岭山系，南岭构造带上形成的山脉总称为南岭山系。

【山脉】　mcuntain range　呈线状、条带状、或束状连续延伸的山体，称为山脉。它的分布主要受构造的控制。例如，我国东部山脉的走向主要受北东或北北东向构造的控制。西部山脉的走向主要受东西或北西西向构造的控制。自然界中各种不同规模的条形山脉间的形态、排列组合是很复杂的：有的呈平行状、雁行状、羽毛状、边幕状；有的呈树枝状、格状或放射状，这种现象是各种不同类型构造控制的表现。由于山脉构造比较复杂，有利于岩浆活动，是各类金属矿床形成的主要场所。

【山】　mountain　又称山地。陆地上海拔500米以上，并由山顶（山脊）、山坡和山麓（山脚）三个要素组成的隆起高地，统称为山。山的规模是很悬殊的。多数山是成群、成片分布的，它的走向受构造的控制。根据山的高度可以分为最高山、高山、中山和低山，但高程划分的具体界限尚无统一标准。中国科学院地理研究所根据高程将我国山地分为以下几类。世界上的最高山是喜马拉雅山（藏语为“冰雪之乡”），它的主峰珠穆朗玛峰高8848．13米，是世界上第一高峰。山的成因是复杂的，主要是各种形式的构造隆起（如褶皱隆起和断块隆起等等）或火山作用（喷溢堆积）形成的。例如喜马拉雅山有的认为是褶皱隆起，有的认为是板块碰撞形成的褶皱山；天山是断块隆起形成的断块山；白头山是火山岩喷溢堆积形成的火山。山的外貌形态细节，受所在气候带特有的外力组合作用的影响，因而具有与该气候带相应的气候地貌组合特征。例如喜马拉雅山具有高寒气候带的冰川地貌组合特征，太行山具有半干旱气候带的侵蚀－剥蚀地貌组合特征。



名称	绝对高度（米）	相对高度（米）
最高山	＞5000	＞1000
高山	3500—5000	200—1000
中山	1000—3500	200—1000
低山	500—1000	200—1000
丘陵	＜500	＜200

【山顶】　peak，summit　构成山地的三大要素之一，是山地的最高部分。山顶呈线状延伸的叫做山脊。山顶的形态是复杂的，一般为尖顶、圆顶和平顶，此外还有梁峁状、锯齿状，和峰林状的山脊等。它的形态主要受外力剥蚀，岩性和构造等因素的控制。

【山坡】　mcuntain slope　构成山地三大要素之一，指介于山顶与山麓之间的部

分，是山地最重要的组成部分。因为山坡分布的面积广泛，因此山坡地形的改造变化是山地地形变化的主要部分，例如许多现代地貌过程大都在山坡上发生；同时山坡地形往往记录了并能反映整个山地的演化历史和新构造的性质。山坡的形态是复杂的，有直形、凹形、凸形，较多的是阶梯形。各种山坡形成除受新构造运动及外力地质作用的性质和强度控制外，还决定于山坡的岩性和构造。

【山麓】 mountain foot，foot of slope 构成山地三大要素之一，指山坡和周围平地明显的交线或山坡和周围平地之间的过渡带。在山麓地带一般有较厚的松散沉积物覆盖，覆盖物大多来源于山坡，并且和山坡的各次剥蚀作用能够对应起来，所以研究这些沉积物的分层、时代和成因类型，对恢复山地的成因和发展历史是极其重要的。山麓的平面曲直形态轮廓是解释构造的重要标志。

【垭口】 col 又称山鞍。指山脊上相对低凹，似马鞍状的地形。特别显著的垭口常是主要的交通通道。垭口的形成与地质构造、基岩性质以及地表风化、侵蚀等外力地质作用有关，一般多位于断层穿越或软弱岩层分布地带。

【山口】 pass 切穿山地的河谷，自山地到平原的出口，称为山口。

【山鞍】 col 即“垭口”。

【山谷】 valley 山地间的纵长凹地。有的是构造成因的，如地堑谷、向斜谷；有的是侵蚀成因的，如河流侵蚀而成的河谷，冰川刨蚀形成的冰川槽谷。

【丘陵】 hill 顶部浑圆，坡度平缓，坡脚线不明显的低矮山丘。相对高度小于山地，分布较为零星，孤立。坡面上岩屑覆盖较厚，许多丘陵是和低山毗连，为低山的组成部分，称低山丘陵；与山地相连的称山前丘陵；也有些丘陵分布在高原面上，它们主要是长期受侵蚀、剥蚀等各种外动力地质作用形成的。有些波状丘陵地形是地形进入老年期后，准平原化阶段的产物。我国苏北、鲁南一带丘陵地形就是准平原面上残留的基岩丘陵。

【高原】 plateau，table – land 相对高度较高、面积较大、顶面起伏较小、耸立于周围地面之上的高地。规模较大的高原，顶部常形成丘陵、盆地相间的复杂地形。世界上最大的高原是非洲高原，世界上最高的高原是我国的青藏高原。此外，我国的内蒙古高原、云贵高原，以及华北、西北地区的黄土高原，其规模也是很大的。高原面的成因是复杂的，它可以是外力长期剥蚀、侵蚀而成的夷平面或是玄武岩流覆盖的堆积面等。高原之所以耸立于周围低地之上，主要原因是长期的、连续的、大面积的面状隆起形成的。各高原的隆升速度是不同的，例如第四纪以来，青藏高原隆升幅度达3000米以上，内蒙古高



[illegible]

原隆升幅度近千米，黄土高原隆升幅度较小，约300米。

【山原】 plateau mountain 是一种平均高度较大、面积宽广、构造复杂、总体上完整的大高原。其中基本等高的山顶面和高原面都占有相当大的比例。这种大高原实际为许多舒缓的高地、盆地和山地组成的复杂地形。我国青藏高原面积达220万平方公里，海拔4000米以上，实际是世界上规模最大的山原，因而有世界屋脊之称。帕米尔高原是世界上最高的山原。

【平原】 plain 宽广平坦、切割微弱，略有起伏并与高地毗连或为高地围限的平地。平原的形成主要是由于地壳长期稳定，升降运动极其缓慢。因为在这样的条件下，外力地质作用才有可能充分地夷平地面或补偿外力所造成的地面不平。平原按不同的因素可划分出多种类型：依据其海拔高度可划分为洼地、低平原、高平原和高原；按其不同地质构造运动方向划分，有上升平原及下降平原；按其与地质构造关系划分，有构造平原和非构造平原。非构造平原又可进一步根据外力作用因素分为堆积平原和剥蚀平原等。然而在自然界里形成的各种类型的平原，往往不是单一因素的作用，常常是多种因素相互作用的结果。

【构造平原】 tectonic plain 以地质构造作用为主而成的平原。一般指海成平原。这种平原的地面坡度与组成平原岩层的原始产状一致。但也有因大型隆起拗陷形成倾角较大的平原。有的甚至形成凹状或凸状。如我国西北的三大盆地即属凹状平原；英国南部白垩纪平原属凸状平原。

【上升平原】 uplifted plain 根据构造运动方向划分的一种平原类型。是由于地壳上升，外动力地质作用使地壳表面不断遭受剥蚀而形成的波状起伏的准平原。如内蒙古高平原。它是一个发育在古生代褶皱带上的剥蚀平原，广泛分布固定沙丘和风蚀残丘，其间常有浅盆地相间。

【剥蚀平原】 plain of denudation 一类非构造平原。是指地壳在长期稳定的条件下，由各种外力剥蚀作用所形成的平地。在这些地区地壳升降运动幅度不大，上升速度极其微弱，不同年代的河流基本上作用于一个侵蚀基准面上。这类平原根据外力剥蚀作用的成因，分为海蚀平原（面）、风蚀平原（面）、冰蚀平原（面）、溶蚀平原（面）、河流侵蚀平原（面）以及准平原等等。这类平原的范围较之其它类型的平原为小。

【堆积平原】 plain of aceumulatlon 非构造平原之一种。主要是由于地壳长期大面积下沉或不同规模的盆状凹陷，不断为各种成因的堆积物所补偿而堆积形成的广阔平地。这类平原可依平原堆积物的成因划分为洪积平原、冲积平原、湖积平原、海积平原和冰碛平原等等。世界上范围最广大的堆积平原多分布在近海地区，如我国的华北大平原。

【高平原】 upland plain 海拔200米以上的不同规模的盆地长期呈面状下沉，不

断为各种成因堆积物所补偿的条件下形成的堆积平原。这种平原通常是切割微弱而平坦的，堆积物的成因主要是冲积、湖积和洪积的。我国的河套平原、银川平原和成都平原等都属于高平原。

【低平原】 low plain 指海拔低于200米的、与高地毗连或由高地围限、切割微弱、辽阔而平坦、堆积成因的平地。是在巨大盆地长期呈面状下沉，不断为堆积物所补偿的条件下形成的大平原。堆积物的成因常常是很复杂的，有冲积的、洪积的、湖积的和海积的等等。我国的华北大平原就是典型的低平原。

【盆地】 basin 陆地上中间低四周高的盆状地形。其规模大小不一，依成因可分为构造盆地和侵蚀盆地。构造盆地主要是内动力地质作用（构造变动）的产物。如断陷盆地和坳陷盆地等。它的分布、形态、规模受构造控制。侵蚀盆地主要是外动力地质作用的产物。如河谷盆地、冰蚀盆地、溶蚀盆地和风蚀盆地等。此外，海洋底部的凹地也称盆地。

【山间盆地】 intermontane basin 由山地围限的低地。构造盆地多属山间盆地，此外山区中的河谷盆地、溶蚀盆地，也属山间盆地。

【内陆盆地】 inland basin，interior basin 大陆内部，河流皆为内流河的盆状地形。其规模可大可小，新疆塔里木盆地是我国最大的内陆盆地；新疆吐鲁番盆地最低处低于海面154．566米，是世界最低的内陆盆地。

【河谷盆地】 valley basin 山区中河谷的开阔地段或河流交汇的开阔地段。河谷盆地是修建水库的有利地形条件。

【洼地】 depression 近似封闭的比周围地面相对低洼的地形。一般是由于差异侵蚀或差异堆积作用形成，其规模较盆地为小。

【坝子】 in termontane basin 我国西南的山间平原或盆地常称为坝子。有的是石灰岩溶蚀盆地，有的是沿断层陷落的构造盆地。高原上的坝子是主要农田分布区。

【坡形】 slope forms 地面实际上是由各种不同的坡面所组成的，如山坡、岸坡、谷坡等。各种不同坡面的几何形态叫做坡形。在三维空间中坡形是曲面，在二维空间中坡形是曲线。为了研究方便通常在二维空间中研究坡形，坡形分为直线性坡形和曲线性坡形两类，曲线性坡形又分上凸形和下凹形等。坡形变化复杂的可称为复合型坡。上凸形坡表示坡面呈一上凸的曲线，表明山体浑圆，坡上部平缓，下部较陡；下凹形坡表示坡面呈一下凹的曲线，表明山体较陡，尤其是山体上部更为陡削。所谓复合形坡，表示坡形有时呈拉长了的“S”形，即坡上部浑圆而上凸，下部陡而下凹等等。

【直线坡】 straight slope 坡面呈平而直的坡形，详见“坡形”。

【上凸形坡】 convex slope 坡而呈一上凸的曲线，表明山体浑圆，坡上部平缓，

下部较陡的坡形。参见“坡形”。

【下凹形坡】 conacve slope 表示坡面呈一下凹的曲线，表明山体较陡，上部更为陡削的坡形，参见“坡形”。

【复合型坡】 composite slope 表示坡形呈拉长了的“S”形，即坡形上部浑圆而上凸，下部陡而下凹，参见“坡形”。

【正地形】 positive relief 新构造上升地区或相对高于邻区的地形，称正地形。例如高原和山地都属于正地形，山西高原是遭受复杂割切的正地形。有些矿床形成在正地形中，有的矿床可形成正地形或和正地形同时形成。例如石油、天然气、金属矿床往往发生或储存在正地形中，如高地和丘陵特别是背斜构造或穹隆构造的正地形中。世界上许多石油矿床与穹隆或背斜构造形成的高地有关。有些金属矿床比围岩抗风化作用较强，多形成正地形。依据这些形态并配合一定工作后可以揭露一些隐伏矿床。

【负地形】 negative relief 新构造下沉地区或相对低于邻区的地形称负地形。例如平原和盆地都属于负地形，河北平原就是接受巨厚堆积的负地形。例如石油、煤、铝土、铁、泥炭、各种盐类以及锰结核等各种沉积矿床多形成在盆地、凹地、谷地及洋盆等负地形中。负地形不仅是沉积物堆积的有利条件，而且是免于冲刷的有利场所。

【顺地形】 consequent relief 指与构造形迹一致的地形。硬软岩层交互相间组成的岩层，在水平压力作用下形成的舒缓而规则的褶皱，在地貌上有明显的反映：长而平行的规则褶皱总是表现为平行岭谷地貌，在褶皱构造较新的地区，地形起伏与构造起伏表现一致，即背斜为岭，向斜为谷；以厚层硬岩与薄层软岩互层构成的梳状褶皱，背斜顶部的硬岩层即使遭到侵蚀破坏，但由于软岩很薄，其下方的硬岩很快就会出露，将阻碍背斜顶部继续被侵蚀切割，而使顺地形得以长期保存。四川盆地东部的平行岭谷，就是梳状褶皱上形成的顺地形。另外，若穹隆构造表观为高地，也是顺地形，这种顺地形是储油构造的重要标志。

【逆地形】 reversed relief 同构造形迹不一致的地形。例如在厚层软岩和薄层硬岩互层的箱状褶皱条件下，当地区抬升或侵蚀基准面下降引起河流深切时，背斜顶部由于张节理发育，水流侵蚀比向斜部分超前进入巨厚的软岩中，迅速开拓出一个深而宽的河谷，而向斜部分受到上层硬岩的保护，侵蚀作用远远落后，反而高悬成为岭脊，这种背斜为谷、向斜为岭的现象称为逆地形。这种地形起伏与构造起伏不一致的现象又称倒置地形。顺地形和逆地形的分析是揭示新构造表观特性的重要途径之一。

【显地形】 clear relief，distinct landforms 在新生代或第四纪松散层堆积的负地形区，现代地表形态，反映了底部埋藏地形特征者，称显地形。例如堆积平原上水文网的分布格局和水道的宽窄变化，以及残丘、湖泊的分布方向等都受底部埋藏构造的控制，

这种堆积平原即属显地形。一个埋藏的穹隆构造高地，常使地表河流不自然的绕道而行，一个埋藏的活断块地形，常使地表河流呈汇聚、分汊、展宽、变窄或呈直线状、肘状流动等。在堆积平原区研究显地形对于找矿（特别是天然气和石油）和确定活构造具有重要的指导意义。

【隐地形】 hidden relief，crypto－landform 在新生代或第四纪松散层堆积很厚的负地形区，现代地表形态完全没有或很少反映底部埋藏地形特征者，称隐地形。隐地形表明松散层堆积较厚，是确定埋藏地形仍在下沉的重要标志。实际在下沉区的堆积平原上，河道多呈自由曲流形式，因此绝对的隐地形是很少的。在负地形区揭示显地形和隐地形是揭示新构造表现特性的重要途径之一。

【古地形】 ancient landform 又称古地貌。它有两种涵义：一是指地质历史时期的地形状况，如上新世华北一些地区是以舒缓的宽谷浅丘地形为特征；一是指地质历史时期形成并残留至今的某些地形类型，如我国一些山地所保存的更新世古冰川地形，而塑造这些地形的冰川则早已消失。地质历史时期的地形，目前已不能直接观测。通过对不同时期不同地区地层的岩相古地理分析，可以间接地近似地得以了解。我国一些大型油田的生油与储油环境都为古地形，特别是与古三角洲有关。在有利的地质条件下，古地形如未受剥蚀作用和构造运动的强烈破坏，一些古剥蚀地形可以局部地保存到现代，例如华北地区出露的、被石炭系地层掩埋的奥陶系灰岩中发育的古岩溶地形。一般来说，第三纪以前的古地形很少保存，保存下来的也多是埋藏地形，并受到后期内、外力地质作用的强烈改造。第三纪以前的古地形与现代地形之间已无多少直接联系。第三纪以来，特别是新第三纪末期、第四纪初期的地形状况和现代地形已基本一致。在这一段地质历史时期内，以至近数千年来，地形的变化也是很明显的。如更新世初期，分布于华北一些山间盆地中的湖泊群已经消失。根据渤海湾西部沿岸平原上的古贝壳堤，说明海岸线已向东推移。

【古地貌】 ancient landform 即“古地形”。

【埋藏地形】 buried landform 被沉积物或火山喷出物所掩埋，在现代地表已无直接表现的地形。有地质历史时期形成的，也有现代形成的；有在陆地形成的，右在水下形成的，前者如风成沉积物所掩埋的各种地形，后者如沉入海底、湖底被沉积物所掩埋的各种地形。埋藏地形的规模不等，有的是大面积、多种地貌类型被埋藏；有的是小范围、个别地貌类型，如一段河床或冲沟被埋藏。原始地形被掩没的程度也不等，有的是整体连续被埋藏，原始地形在地表毫无显示；有的是局部断续被埋藏，原始地形还部分地出露地面。我国黄土高原上的岛状基岩山丘，就是原始地形被黄土掩盖后残留的峰顶。原始地形被埋藏后，由于后期构造运动的影响，常发生不同程度的位移和变形。有

的水下埋藏地形目前已出露地表，有的陆上埋藏地形目前比海面还低。如华北太平原下的埋藏地形，是通过钻探、物探等方法而揭露的。在一个天然的或人工揭露的地质剖面上，有时可见到多层不同地质时代的埋藏地形。在埋藏地形上可能有埋藏的古土壤、古风化壳及有关矿产。因此埋藏地形对研究古地理与地质发展历史、寻找风化矿床、石油与地下水等都具有重要意义。

【微地貌】 microrelief 指规模相对地比较微小的地形。如各种风成沙丘上的波纹，河床上的各种沙波，风蚀壁龛上的石窝等。通过对微地形的观测，可进一步分析，揭示宏观地形的形成过程。

构造地貌

【构造地貌】 tectonic landform 构造运动起主导作用形成的地貌形态。构造地貌的研究，一方面是从构造因素出发来解释现代地貌的成因及形态；一方面是根据现有地貌形态来分析地壳的构造。但是都不能忽视外力因素的影响。构造地貌可分为三个主要等级：第一级是整个地球的形状以及大陆和洋盆，是源自地球内部和宇宙性的动力作用下形成的地球表面最大地貌单元；第二级是山地与平原，是内力为主的作用下形成的地貌单元；第三级是方山、单面山、猪背山等，是叠加在第二级地貌之上，主要是地质构造受外动力地质作用剥露的地貌形态。



构造地貌
（北京西山[illegible]山地）

【褶皱山】 folded mountain 由褶皱构造形成的山地。主要是由软硬相间的沉积岩层构成。我国的喜马拉雅山是典型的褶皱山脉。褶皱山包括简单的褶皱构造隆起并经过侵蚀形成的背斜山、向斜山、单斜山、猪背山，也包括由复背斜与复向斜构造隆起并经过侵蚀形成的复杂山岭。简单的褶皱山，通常多受基底断裂的影响，使盖层褶皱隆起成山，它的特点是褶皱形态舒缓、宽展，背斜为山，向斜为谷，构造走向与山脉的走向一致。在长期剥蚀作用下，可出现背斜成为谷地，向斜成为山地的地形倒置现象。复杂的褶皱山，主要受侧向挤压形成复杂的褶皱带隆起成



褶皱山

山，它的特点是褶皱形态紧闭，山势陡峻高大，复背斜为山，复向斜为谷，构造的走向与山脉的走向一致，在长期剥蚀作用下，地形也可呈现倒置现象。

【背斜山】　anticlinal mountain　构造地貌的一个地貌单元，指与背斜构造相应的山地。



【向斜山】　synclinal mountain　构造地貌的一个地貌单元，指与向斜构造相应的山地。即由向斜构造形成的山地。

【单面山】　cuesta，monoclinal mouutain　指发育在单斜构造上的山地。单斜构造是被破坏了的背斜或向斜的一翼。单面山的特征是山体沿岩层走向延伸，两坡不对称，一坡陡而短，一坡缓而长。与岩层倾向相反但与层面近乎垂直的一坡是陡而短的前坡；与岩层倾斜一致且与层面近乎平行的一坡是缓而长的后坡。西班牙语称单面山为 cuesta。

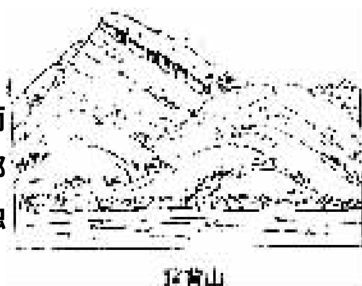


【猪背山】　hogback 是单面山的一个特殊类型。指形成于岩层倾斜较大的单斜构造上的两坡较陡，并且近似等长的山岭。由于岩层倾角一般超过 45°，所以由构造面所控制的后坡同由侵蚀造成的前坡常形成对称的斜面，形如猪背脊，故名。猪背脊几乎完全由硬岩构成，走向平直。这种地貌多发生在背斜或穹隆构造的陡斜翼上。在构造盆地边缘，由于岩层翘起，倾斜较大，也常出现猪背山。

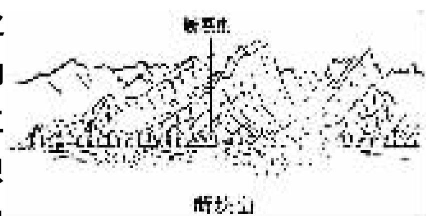


【猪背脊】　hogback ridge 见“猪背山”。

【岩盘山】　laccolithic mountain；　由于岩浆侵入而形成的穹状山地称为岩盘山。只有最近形成的岩盘山顶部才能保留沉积盖层，多数情况是岩盘已被剥露，并被侵蚀成为由环状单面山环绕的山地。



【断块山】　bioek mountain　指地壳因断块活动隆起而成的山。它的特点是山边线平直，－山坡陡峻成崖，即断层崖，与相邻平地之间没有过渡地带，常常急转直下。断层崖受到横向沟谷的分割，变成一系列三角形的平面又称断层三角面。断块山可在各种构造的基础上形成。有的只在一面有断裂，有的两面均受撕裂控制，有的是单独存在，但多数是成群分布，排列方式为相互平行的、雁行的、斜交的或同心圆状的。根据排列方式可以推定地下掩盖断层的分布。常见的断块山有地垒式断块山和掀斜式断块山。我国华北和西北地区多见断块山。


断块山

【地垒式断块山】　horst block mountain　又称地垒山。是断块山的一个类型。指断块沿两条或多条断裂隆起而成的山地。山地侧方多呈断崖绝壁。断块山地与断陷盆地多共生，呈平行排列，这是一种共轭补偿现象。我国西北的阿尔泰山、天山，华北的恒山、五台山等都属这类山地。

【地垒山】　horst nountain　即地垒式断块山。

【掀斜式断块山】　tilted fault block mountain　是断块山的一个类型。指断块沿大断裂一侧隆起而成的山。这类山多数是高原掀升的边缘。它们通常是不对称的，沿断裂的一侧坡陡，为断层崖，靠高原的一侧坡缓。我国大兴安岭和阴山是蒙古高原掀升的边缘；太行山是山西高原掀升的边缘，这些山也正是沿高原边缘一侧大断裂和高原同时隆起成山的。此外山东中部的泰山、沂蒙山也多是沿断裂的一侧隆起成山的。

【桌状山】　mesa，table mountain　又称方山。指顶平如桌面，四周被陡崖围限的方形山。在产状水平或平缓的岩层分布的地区，受到强烈的切割后，顶部复有坚硬的岩层时，就会形成状若桌状的方山。我国四川盆地中部，岩层产状近于水平，以红色砂岩为顶盖的方山地形极为发育，沿嘉陵江合川至南充李渡间，方山地形最为典型。

【方山】　mesa　即“桌状山”。

【构造盆地】　tectonic basin　构造盆地主要是内动力地质作用（构造变动）的产物。如我国伊犁盆地、吐鲁番盆地、哈密盆地、汾渭盆地、阳原盆地和怀来盆地等，它们是沿几条平行断裂带断陷而成的断陷盆地，又称地堑盆地。山东的泗水盆地、大汶口盆地、莱芜盆地是沿断裂一侧断陷成的断陷盆地，称断层角盆地。准噶尔盆地、塔里木盆地、柴达木盆地、四川盆地是数组有密切关系方向不同呈交切配合的大断裂围陷而成的盆地，主要是在 X 型断裂控制的围陷下形成的。江汉平原盆地、三江平原盆地是由地壳拗陷形成的，它们都称构造盆地。海洋底部的盆地也多属构造盆地。

【断陷盆地】　graben basin　又称地堑盆地。是构造盆地的一个类型。指沿几条平行断裂带断陷而成的盆地。参见“构造盆地”。

【地堑盆地】　graben basin 即“断陷盆地”。

【断层角盆地】　fault – angle basin　沿断裂一侧断陷而成的盆地。参见“构造盆地”。

【坳陷盆地】　down – warped basin　地壳拗陷形成的盆地。参见“构造盆地”。

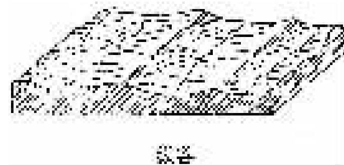
【向斜谷】　synclinal valley　纵谷的一种。指沿着向斜轴部发育的河谷。

【背斜谷】　anticlinal valley　纵谷的一种。发育于背斜轴部的河谷，它的延伸方向与背斜轴向平行或一致。

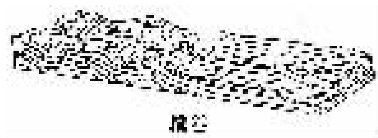
【单斜谷】　monoclinal valley　纵谷的一种。指沿着单斜岩层的走向发育的河谷。谷地一侧的谷坡倾向与岩层的倾向一致，另一侧谷坡的倾向与岩层的倾向相反。

【断裂谷】　rift vallev，fault valley　指沿着断层破碎带发育的河谷。

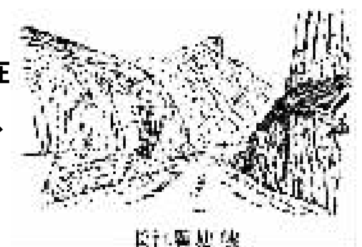
【纵谷】　longitudinal valley　指与构造方向一致的河谷。向斜谷、背斜谷、单斜谷和次成谷等属之。



【横谷】　transverse valley，cross – valley　指延伸方向与构造走向近乎正交的谷地。顺向谷、逆向谷、先成谷和后成谷叠置河）等属之。



【峡谷】　canyon　指谷坡陡峻、深度大于宽度的山谷。它通常发育在构造运动抬升和谷坡由坚硬岩石组成的地段，当地面抬升速度与下切作用协调时，最易形成峡谷。我国长江流域的三峡，是世界闻名的大峡谷。



它由一系列峡谷组成一个长达 300 公里的峡谷段。在黄河干流上也分布着许多巨大的峡谷，如刘家峡、黑山峡、

青铜峡等。它是修建水库大坝的理想坝址地段。我国解放后在许多峡谷上已兴建许多大型水坝，以综合开发利用水利资源。

【嶂谷】 narrow gorge 指谷坡陡直，深度远大于宽度的峡谷。一般在石灰岩、玄武岩等垂直节理发育的山区，由于构造上升，岩石的物理性质有利于河流的下切，同时抗风化，抗冲刷能力极强，谷坡难于剥蚀后退，故形成比一般峡谷更为深、窄的河谷。

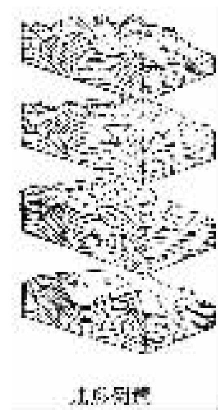

嶂谷

【假阶地】 pseudoterrace 泛指产状平缓、软硬相间的岩层造成的构造剥蚀阶地，或由断层组成的断块阶梯，或由基岩滑坡组成的滑坡阶梯地貌的总称。在主河岸边由支谷冲积扇形成的平台状地形也称假阶地。

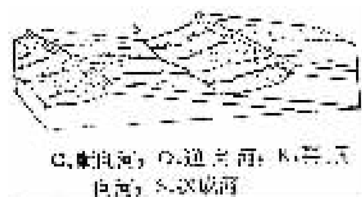
【构造阶地】 tectonic terrace 假阶地的一种类型，是由构造作用形成的形状呈阶梯状的地形。

【地形倒置】 inverted relief，in－version of relief 岩层发生褶曲隆起时，背斜形成山，向斜形成谷。但由于背斜轴部往往张节理比较发育，侵蚀作用进行较快，背斜山可能逐渐演变背成斜谷，而两侧的向斜谷则变成了向斜山。这种地形起伏和构造起伏不一致的现象称为地形倒置。在软硬岩层相间的褶皱构造区常形成这种地形倒置的现象。

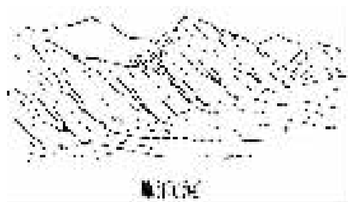

假阶地
1·构造剥蚀阶梯 2·断块阶梯 3·滑坡阶梯


地形倒置

【河流类型】　fluvial type　按一定分类方案划分河流的结果。河流的分类依据很多，如戴维斯根据河流发育史与地质构造的关系，分为顺向河、再顺向河、逆向河、次成河和偶向河；根据河流发育与新构造运动史的关系，又分为先成河、叠置河；根据河流的平面形式和演变过程，又可分为直线型河流、弯曲型河流、汊道型河流和游荡型河流等类型。



【顺向河】　consequent river（stream）　是戴维斯根据河流地貌发育历史与构造之间的关系划分的一种河流类型，是流向与原始地面倾斜一致的河流。例如顺坡向海的河流，受构造控制的放射状河流，流向盆地中心的辐聚状河流等都是顺向河。



【再顺向河】　resequent stream（river）　原始构造面被破坏后，沿新出露的岩层面发育的，流向与岩层倾向一致的河流。

【逆向河】　obsequent river，obse－quent stream　逆着构造面的倾斜方向而流的河流。例如在单斜河谷的反岩层倾向的谷坡上发育的支流，即为逆向河。

【次成河】　subsequent stream　戴维斯根据河流地貌发育历史与构造关系，划分的一种河流类型，是顺向河水系向下深切过程中，某些支流切入下伏软岩层，沿着地层软弱带发育的河流，即为次成河。

【偶向河】　insequent river，insequent drainage　指发育在近于水平岩层上的，流向不受构造控制的顺向河支流，常见于新隆起的海滨平原上。

【先成河】　antecedent river　河流形成以后，横截河流地带发生缓慢隆起的背斜构造或断块构造，当河流深切的速度与构造上升速度协调时，河流则维持原来流路切割河床逐渐形成峡谷，因为河流是先于构造隆起而存在的，故称先成河。先成河形成的河谷称先成谷，一般在山地多行成峡谷，如我国长江三峡段就是典型的先成河谷。

【后成河】 subsequent river 又称叠置河。发育在沉积盖层上的平原河流，因区域性的构造抬升，河床逐渐切入埋藏的基岩高地而形成的峡谷。所谓后成即指后于基岩高地而言。这个曾被埋藏的基岩高地可以是一个背斜构造或地垒山块，也可以是纯粹外力侵蚀形成的高地。

【叠置河】 superimposed river 即“后成河”。

风化、重力地貌

【风化地貌】 weathering landform 由风化作用所塑造成的地形，风化地貌的形态与岩石性质、地层产状及地质构造发育程度有很密切的关系。如在片岩分布区常见的梳状地形；花岗岩地区常见的石蛋地形；以及垂直节理发育的红色砂岩地区的丹霞地貌等。

【丹霞地形】 Danxia landform 指层厚、产状平缓、节理发育、铁钙质混合胶结不匀的红色砂砾岩，在差异风化，重力崩塌、侵蚀、溶蚀等综合作用下形成的城堡状、宝塔状、针状、柱状、棒状，方山状或峰林状的地形。该地形因在广东仁化附近的丹霞山表现典型而得名。此外在广东北部罗昌、坪石、南雄一带；福建的永安、泰宁、崇安的武夷山；浙江永康的方岩；四川灌县的青城山；河北承德附近等红色砂砾岩分布区，多呈现这种地形。因其形态类似岩溶，故又称“假喀斯特”。



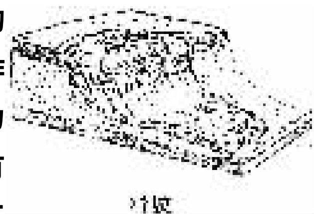
【梳状地形】 comb landform 指产状倾斜的片岩分布区，受风化剥蚀后，形成起伏相间规则排列的栅栏状地形，状若头梳，故称梳状地形。



【石蛋地形】 pebbly landform 花岗岩体的球状风化产物其表层风化物被剥离以后，风化的残余部分多呈球形故名。我国广东南岭山地一带分布的花岗岩体，风化剥蚀后表层分布着许多大小不同的石蛋，构成一种特殊的地形，称石蛋地形。广州的火山炉顶、厦门的万石崖就是这种地形。

【土林】 系第四系湖相、河流相的粘土、砂、砾石的松散堆积物，在干燥气候环境中，受季节性雨水的淋蚀、冲刷而成。这类堆积物产状平缓，在地表流水的侵蚀下，被切割得千沟万壑。在某些层位中，由于铁质胶结物富集，风化后形成质地坚硬的铁

帽，使其下部的粘土及砂砾层得到保护，雨水的淋蚀力减弱，从而形成如塔如柱的土林，尤如古城堡的遗迹，拟人拟物的形象，千姿百态，栩栩如生。土林一般分布于湖相沉积的小盆地，以云南元谋盆地的班果、歪堡中的最为典型，此外，云南江川和南涧、四川西昌、甘肃天水也有分布。



【重力地貌】 gravity landform 山坡、谷坡和岸坡上的岩石风化破碎后，主要受重力及水（地表水及地下水）的作用下，发生不同形式的位移所形成的一些地貌形态，称重力地貌，如滑坡、倒石堆、岩屑锥、泥石流等。研究它们具有重大的国民经济意义。在道路工程、露天开采工程和水利工程建设中，确定边坡、库岸等的稳定性是重力地貌研究的一项重要课题。

【滑坡】 landslide 坡地的土体或岩体由于许多自然的，主要是水、重力和人为的原因，沿着一军的滑动面（层面、不整合面或各种破裂面等软弱结构面）作整体的滑动现象。滑坡的类型不一，滑动速度也不相同，有的是缓慢的，有的是突发的，有的是呈周期性。滑动面有的是平直的，有的是曲面形的，有时是单一的，有时是成组的。如有成组的曲面形滑动面，则滑坡后形成一级级台坎，台面略向坡内倾斜，这种滑坡称为旋转式滑坡。在露天采矿、水利、铁路、公路等工程中，滑坡往往造成严重的危害。防治滑坡必须了解滑坡的形成条件以及滑坡运动过程的地貌地带性特征。



【滑坡舌】 slip tongue 滑坡体的前端，因如舌向前伸出而得名。

【滑坡体】 slip mass 滑坡的整个移动部分。滑坡体体积大小不一；其表面均起伏不平、多裂隙。

【滑坡基座】 slip foundation 滑坡过程中，支持滑坡体而不发生显著位移的部分。滑坡基座的表层有可能因滑坡体的移动发生扭动挠曲。

【滑坡壁】 slip cliff 滑坡体下移后露出的陡壁，在平面图上多呈弧形。因它是滑动面的一部分，故有可能找到滑动擦痕。

【倒石堆】 talus 指沿斜坡崩落的石块在坡度较平缓的山麓地带堆积而成的锥形体。它的平面形态主要呈半圆形和三角形。有时几个倒石堆连接成带状分布。倒石堆的物质多为大小不一、棱角明显的碎石块组成，较大的石块动能较大，滚动距离较远；较细的物质则滚动距离较近，故有一定的分选现象。一般由细而均一的物质组成的锥体称岩屑锥。岩屑锥连续分布于山坡下段时称岩屑坡。

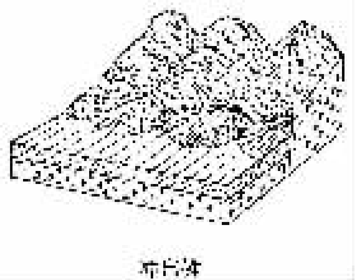
【岩屑锥】　talus cone　指在平缓的山麓地带由细而均一的岩屑组成的锥体。参见“倒石堆”。

【岩屑坡】　talus slope　岩屑锥在山坡下段连续分布形成的斜坡。岩屑坡位于陡崖之下，由崖上崩落的松散岩屑和岩石碎块所组成的倒石堆所组成，所以在两个倒石堆之接合处常形成凹槽形。

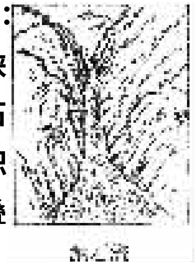


【坡积裙】　talus fan　是坡面径流携带的碎屑物形成的堆积地形。因坡积物沿山麓地带分布，形成好象镶边的衣裙而得名。

【冲出锥】　debris cone　侵蚀沟口由洪水搬运的碎屑物质堆积而成的半圆锥形，称为冲出锥。它是由于侵蚀沟中被侵蚀作用破坏的碎屑物，洪水期时被搬出沟口，由于水流分散，流速降低，坡度急剧减小，碎屑物则堆积于沟口而形成的半圆锥形地貌。冲出锥的物质成分称为洪积物。



【泥石流】　mudflow，debris flow　是山区突然爆发、历时短暂、含有大量泥沙、石块等固体物质并具有强大破坏力的特殊洪流。其中固体的体积一般超过15%，最高的可达80%。它的前峰是一股浓浊的洪流，其中泥沙、石块等的体积最高达60—80%，形成高达几米至十几米的“龙头”倾泻而下，小石块在泥浆中翻滚，直径大于2米的大石块常浮于泥流之上。泥石流的冲刷、搬运、堆积过程十分迅速，可在很短时间内流出几十万以至数百万立方米的固体物质，能搬运成百上千吨的巨石。我国不少山区皆有泥石流，有些地方称之为“山洪”、“龙扒”，“水泡”、“走蛟”等等。泥石流区可分为三个区段：上游形成区，为三面陡峻的高山环绕的汇水盆地；中游通过区，多为狭窄的河谷；下游堆积区，为形成大小不等的扇形地，称泥石流扇。泥石流扇就其突发性与洪积扇颇有类似之处，但其沉积物的分选性较之洪积扇更差，大小混杂，常形成泥、砾相混的泥砾层，有的形成大石块上叠置小石块的奇特形态。



【龙扒】　mudflow　即“泥石流”。

【稀性泥石流】　diluted debris flow　又称紊流型泥石流。指固体物质含量较低（体积含量10—40%），容重1.3—1.5吨/立方米，粘度小于3泊的泥石流。流态为紊流或半紊流；石块的搬运呈滚动、跃移方式。稀性泥石流对河床的下切作用较明显。

【粘性泥石流】　Viscous debris flow　又称结构性泥石流。固体物质含量高，其体积含量大于40%，容重>1.5吨/立方米，粘度大于3泊，具明显阵流性的泥石流。流体呈粘稠泥浆状，水是组成物，巨大岩块可浮托运动，流态为半紊流至似层流。粘性泥石流具有巨大的侵蚀和搬运能力。



粘性泥石流

【泥流阶地】　mudflow terrace　由泥流作用形成的台阶状地形。由一系列高度不大的舌状平台组合而成。

剥蚀堆积地貌

【剥蚀地貌】　denudational landform　由剥蚀作用塑造形成的地形。这种地貌介于侵蚀地貌和准平原之间。

【侵蚀地貌】　erosional landform　由侵蚀作用塑造形成的地形。侵蚀地貌多出现于相对上升地区（或相对于其邻区较高的地区），同地层的性质和地质构造有很密切的关系。在断层破坏的地区常出现冲沟、峡谷；黄土地区多出现沟壑纵横的歹地；石灰岩地区多出现岩溶（喀斯特）地貌；冰川的铲刮力特强，则常常形成特殊的侵蚀地貌，如角峰、平底直谷（u谷）等等。



【侵蚀期】　erosional skage　一个地区地貌发育演化的过程中，在某一地质时期由于气候的变湿润或构造的抬升，常常引起以侵蚀作用为主的地质作用，相应形成各种侵蚀地貌，这种以侵蚀作用为主的时期，称为侵蚀期。

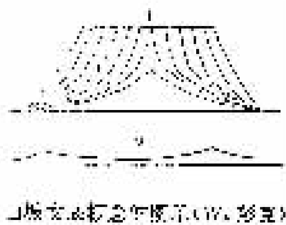
【准平原学说】　peneplain theory

关于山地因风化作用和流水冲刷而使高度降低，坡度变缓，逐渐形成准平原的学说。准平原学说强调河流侧蚀和山坡在后退过程中坡度逐渐变缓的作用。这个学说是戴维斯〔（William Morris Davis（1850—1934）〕提出来的。

【山麓剥蚀平原学说】　theory of pediplanation　关于夷平面形成的假说。它强调山坡始终保持陡峭，平行后退，山麓剥蚀面逐渐扩大而使整个山地夷平。

【山坡蚀退说】　theory of slcpe retreated by erosion　山坡侵蚀变化的一种学说。以W. 彭克为代表的地貌学者认为，在地貌旋

□这样长的地质时期内，分水岭和主谷不可能均匀降低，当主谷谷底接近均衡剖面，下切作用趋于停顿之后，山坡将以一固定的角度平行后退；后退中上段坡面始终与原始坡面平行，呈直线形坡，而下段坡面将逐渐变缓，坡段逐渐加长，故整个山坡呈凹形，并在山前形成山足剥蚀面。这种学说因认为山坡平行后退，故称山坡蚀退说。



【山坡蚀低说】　thecry of slope lowered by erosion　山坡侵蚀变化的一种学说。W. M. 戴维斯认为在侵蚀旋□，特别是幼年期中，分水岭和主谷谷底将同时切割降低，山坡在发展中亦随之逐渐变低。在这样的变化状况下，上段山坡将是凸形坡，而下段呈凹形。

【堆积地貌】　accumulationallandform　主要指外动力地质作用中由流水、风、冰、湖水、海水等各种搬运介质搬运的物质，在一定条件下沉积形成的地貌。根据沉积环境可分为冲积地貌（冲积平原、冲积扇、三角洲等）、洪积地貌（洪积扇）、冰碛地貌（终碛堤、侧碛堤、冰水扇等）、风积地貌（砂丘）、湖积或海积地貌等。此外还有重力作用形成的堆积地貌（如倒石堆）及由火山作用形成的各种火山和熔岩堆积地貌。

【堆积期】　accumulational stage　一个地区地貌发育演化的过程中，在某一地质时期由于气候变干旱、变干冷或变干热，使岩屑物质来源增加，水量减少；或构造运动趋于稳定或下沉阶段，常常引起地面上以堆积作用为主的地质作用，相应形成各种沉积地层或堆积地形，这种以堆积作用为主的时期，称为堆积期。

【河流平衡剖面】　river profile of equilibrium　又称河流均衡剖面。指河流在发展运动过程中，河床在某一时期内设想出现的一种理论的纵剖面。是假定在地壳相对稳定的条件下，河流的侵蚀和堆积作用总是使整个河床纵断面方向趋于夷平，最终形成一个平滑的、下凹的曲线，使河床各段的坡度恰好保证河流泥沙的正常运移，河流既不下切，也不堆积。这种理论的河床纵剖面称河流的平衡剖面。实际上在自然界侵蚀和堆积是矛盾的统一体，平衡是很难达到的；即使在一定条件下能够达到也只是暂时的，而不

平衡则是绝对的。

【河流均衡剖面】 river profile of equilibrium 即“河流平衡剖面”。

【侵蚀基准面】 erosion basis，base level of erosion 又称侵蚀基面。指河流垂直下切侵蚀的界限，在这个面上侵蚀停止或侵蚀与堆积达到平衡。河流下切侵蚀的限度，往往受某一基面所控制。就一条河流各河段而言，一些坚硬的岩坎、湖泊与河流的汇口等，起着暂时的、局部控制河流下蚀的作用，因之这种岩坎、汇口就称之为地方侵蚀基准面。对于终止于内陆盆地的河流而言，盆地最低部分就是它们的终极侵蚀基准面。对所有入海河流而言，海面起着控制整个流域水流的下蚀限度，因此海面也是终极侵蚀基准面。由于海面或湖面本身并不固定，因此有人建议把河流作用停息，并为海浪过程和湖浪作用所代替的那一点称侵蚀基准面。实际上较大的河流，在入海或入湖以后并不立即停止侵蚀，在一定范围内还能继续切蚀海底、湖底形成水下河谷形态、称湖底或海底河槽。这是由于异重流作用和河流有一定的惯性，动能并不立即消失的缘故。实际测量中也发现在许多大河的离海很远的河段上，由于涡流的侵蚀作用，在河床中常形成深槽，其底部的高度可以比海面低很多。在长江、西江的峡谷中都有这种情况。也有许多河流由于携带的泥沙极多，所以在远离海边地方就已丧失侵蚀力而转向大规模堆积。但总的来说，海面仍不失为入海河流的侵蚀基准面。

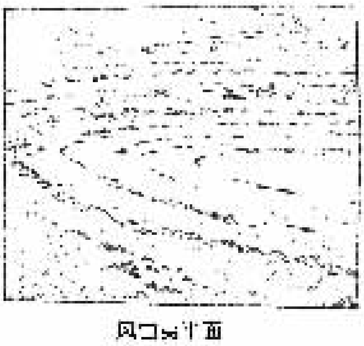
【侵蚀基面】 basis level of erosiom 即“侵蚀基准面”。

【地方侵蚀基准面】 local erosion base level 局部河段侵蚀作用的下限，称地方侵蚀基面。如支流河口、堰塞湖，各种成因的裂点等，它们都分别控制着其以上河段的侵蚀过程。

【终极侵蚀基准面】 ultimate base level 流水侵蚀能力消失的理想面，此面以下河流作用不能再加深河床。一般把海面作为外流河的终极基面。

【夷平面】 planation（graded）Surface 又称均夷面。是地壳在长期稳定的条件下，由各种外动力地质作用对地面进行剥蚀与堆积的统一过程中形成的一个近似平坦的地面。因此，这个统一的夷平面各个部分的成因和性质是很复杂的，既包括剥蚀面（如侵蚀面、山足剥蚀面、海蚀面、溶蚀面、风蚀面），也包括相关沉积面（堆积面）。各类剥蚀面、堆积面间的关系是逐渐过渡的，互相交错的。同一时期形成的多成因夷平面，组合在一起就成为一个广大的、自内陆向海倾斜的统一的夷平面。有人认为夷平面的概念，仅限于剥蚀面，不包括相关堆积面。夷平面是一个广大地区的构造长期稳定、地貌发育成熟的产物，因此标志着一个重要而巨大的地貌发育阶段。一级夷平面的形成需要很长的时间，世界上现有较典型的夷平面都是第四纪以前形成的。夷平面被抬升以后即成为残留在山坡或山顶的古夷平面，若地面下沉后常被掩埋于地下而成埋藏古夷平

面。山地夷平面是农牧业、城镇工厂和道路的主要利用地，有些矿产（如古砂矿，与风化壳有关的铝土矿、镍矿）也分布在夷平面上。图示沙漠地带一个受风蚀作用剥蚀夷平的背斜。

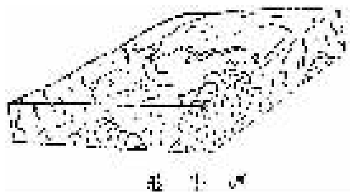


【均夷面】 planation（graded）surface　即“夷平面”。

【古夷平面】 acient planation（graded）surface　指夷平面形成后，由于地面的隆起残留在山坡或山顶的夷平面，详见“夷平面”。

【埋藏古夷平面】 buried ancient planation surface　指夷平面形成后，由于地面的下沉，被掩埋于地下的夷平面。参见“夷平面”。

【准平原】 peneplaln　是一种夷平面。指起伏和缓、宽谷残丘相间的近似平原的地形。W. M. 戴维斯认为，这种地形是侵蚀旋回老年期的产物，它的形成过程是在地壳相对稳定的条件下河谷受河流侧蚀作用而逐渐展宽；山坡因风化作用和流水冲刷而高度降低，坡度变缓。他把这种外动力地质作用的过程称为准平原化作用。这种论点称准平原学说。它强调河流侧蚀和山坡在后退过程中坡度逐渐变缓。而山麓剥蚀平原学说则强调山麓片状水流的冲刷和山坡在后退过程中，始终保持同一坡度，是平行后退，最后使山地夷平。



【准平原化作用】 peneplanation　地表的起伏受侵蚀等外动力地质作用而到达准平原的过程。参见“准平原”。

【山麓剥蚀平原】 piedmont denu－dation plain，pediment　又称山前夷平面。山麓地带受长期的片状水流冲刷和重力崩落作用，山坡逐渐后退而形成的山麓剥蚀面（又称山足剥蚀面，简称山足面）。许多山麓剥蚀面连接后形成的广大平原，称山麓剥蚀平原。这种夷平面形成的论点称山麓剥蚀平原学说。它强调山坡始终保持陡峭，平行后退，山麓剥蚀面逐渐扩大而使整个山地夷平。在山麓剥蚀面扩展过程中，残留着下凹坡形，陡峭的孤丘，突露于山麓剥蚀平原上，称岛山。我国内蒙古高原、柴达木盆地边缘可以看到典型的山麓剥蚀面及山麓剥蚀平原地貌。

【山前夷平面】　piedmont graded surface 即“山麓剥蚀平原”。

【山麓剥蚀面】　piedmont denudation surface　又称山足剥蚀面。是山麓地带受长期的片状水流冲刷和重力崩落作用，山坡逐渐后退而形成的剥蚀面。



【山足剥蚀面】　denuded surface of fothill 即“山麓剥蚀面”。

【岛状山】　inselberg　剥蚀平原上的蚀余残丘，常呈平的圆丘状。它以从沙漠或干热地区的低地或剥蚀平原（如阿扎尼亚或阿拉伯沙漠）中突然挺立为特征。岛状山常为裸露的岩石质的，或部分地为岩石碎屑所掩埋，它是干旱或半干旱地区的侵蚀旋□的后期地貌景观。此词源于德文 Inselberg（island mounrain 岛状山），是德国探险家 F. Wilhelm C. E. Bornhardt（1864—1946）首次提出的。后来，金（King，1948）又把沙漠地区侵蚀旋□回春时的残丘命名为 bernhardt，以纪念他第一次在坦噶尼喀描述这种残丘。

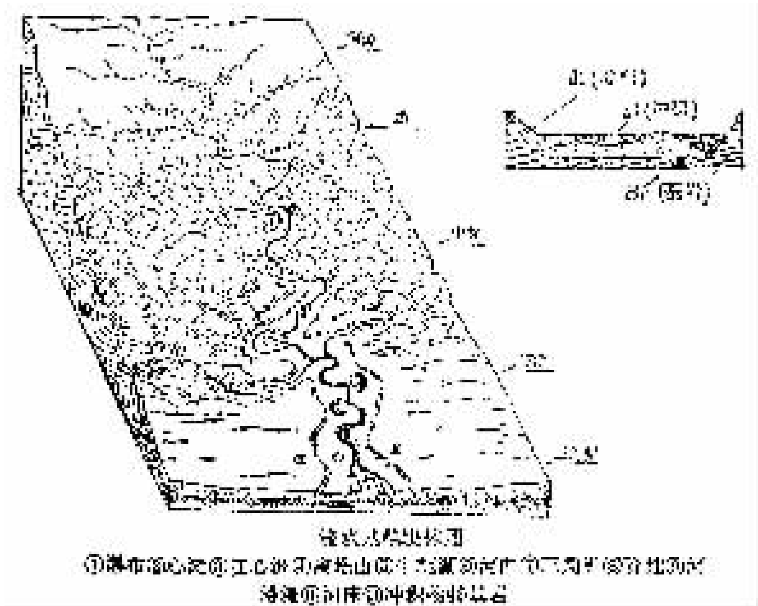
【层状地形】　stepped landform　即多层地形。指一个地区，从最低的水面到附近最高的山地，在水平距离较短的地形横剖面上，由多级海岸阶地、湖岸阶地、河流阶地和多级山地夷平面以及多层溶洞、多层洪积扇组成的阶梯状地形。我国沿海和内陆许多地区，层状地形极为醒目。它显示了该区地壳经受了上升或下降与相对稳定的新构造运动的过程。对于研究一个地区的地形发展历史和构造运动历史具有重要的意义。层状地形有的是内、外动力地质作用下在不同时期形成的地貌面，如阶地面和夷平面等。有的是原为统一的夷平面，经后期的构造变动解体后形成不同高度的面。

【相关沉积】　correlative sediments　在剥蚀地貌形成的过程中，被剥蚀下来的碎屑物几乎同时堆积在相邻的低洼地区，这种沉积物称该剥蚀地貌的相关沉积。根据沉积物的地层时代，可以推断剥蚀地貌的地貌年龄。这种推定地貌年龄的方法称相关沉积法。

【相关沉积法】　method of cotrelative sedhnents　根据沉积物的沉积时代，推断与之相应的剥蚀地貌年龄的方法，称相关沉积法。参见“相关沉积”。

流水地貌

【流水地貌】　fluvial landform　地表流水的侵蚀，搬运和堆积作用形成的各种地貌。可分为暂时性流水地貌和经常性流水地貌，前者如冲沟、洪积扇等；后者如河谷、河漫滩、三角洲等。又可分为有明显槽床的线性流水地貌和无明显槽床的片状流水地貌，前者又称河流地貌，在各个气候区普遍存在；后者主要出现在干旱区的山麓地带，表面覆盖着薄层的岩石碎屑，形成微缓倾斜的山麓剥蚀平原。



【河流】　river　沿着地表线形谷槽流动的水流。有的河流常年有水，有的河流只在雨季或暴雨后才有水流。根据河流与地质构造的关系和河流发育的顺序，可以划分为顺向河、逆向河、偶向河、先成河、次成河、后成河或叠置河等。河川水流为外动力地质作用的主要动力之一，对地表长期进行着侵蚀、搬运和堆积作用，不断地对地表形态进行改造。

【河源】　river head　河流补给的源头。多数常年流水的河流，在其河源上游多为一条最长的支流或为泉、冰川、溶雪、沼泽、湖泊等，如海河上游的桑干河以神头泉为河源，长江、怒江等以唐古拉山南北坡的冰川为源头；黄河的源头之一为一片星罗棋布的沼泽、水塘，即约古宗列渠和星宿海。在我国季风气候条件下，除上述河源的河流

外，尚有以季节性降雨或暴雨为流水来源的季节性流水。

【河谷】 river valley 河流侵蚀切割而成的槽形凹地。它包括河床、河漫滩、阶地和谷坡。按断面形态河谷可分为“V”形谷、“U”形谷和，“凵”形谷。按其与地质构造的关系可分为纵谷、横谷、背斜谷、向斜谷、单斜谷、断裂谷。河谷展宽段和狭窄段的出现是岩性不同或断裂构造存在的重要标志。

【河口】 river mouth 河流下游入湖、入海或汇入主流的河段。入海河口可以是三角洲，也可以是三角湾。三角洲是由于河口区的堆积作用大于波浪、潮流的侵蚀作用形成的。三角湾是河口区径流量大，输沙量少，同时长期受潮流与波浪的冲刷形成的。在海（湖）岸下沉的河口地区也常形成三角湾。

【流域】 drainage basin 河流集水范围的总称。在一个地域内的地面径流通过各级支流最后都汇入一条主流，这个集水范围即称为该主流的流域，如长江流域即为汇入长江的地表径流集水范围的总称。流域范围是以地表水分水线圈定的。

【流域面积】 drainage area，riverσasin area，water collecting area 又称集水面积或汇水面积。指流域的分水线所包围的面积。流域面积大都先从地形图上定出分水线，用求积仪或其它方法求得分水线圈定范围内的面积。计算单位一般为平方公里。

【分水岭】 water divide，dividing crest，divlding range 相邻两个流域之间的山岭和高地。这一地区的降水形成的地表径流分别流入山岭或高地两侧的河流。

【分水线】 divide line 相邻流域间的分界线。此线两侧的径流，分别流入两个相邻的流域。分水岭的最高点的连线，即为流域的分界线。分水线有地面分水线和地下分水线，二者一般并不吻合，通常是以地面分水线作为流域的分界线。

【支流】 tributary 指一个流域内的水系汇入主流的各级水流。其规模有大有小，如湖南的湘、资、沅、澧四水即为长江的支流。通常把直接汇入干流的支流，叫一级支流，汇入一级支流的支流叫二级支流。

【汊流】 distributary 从河流上某一点向下游分散的支河道。如我国黄河、珠江三角洲上的许多汊流以及平原河道的许多汊道。汊流是各种扇形地形上特有的现象。除大河三角洲外，在洪积扇、冰水扇及冰水平原上都有向下流分散的汊流，由多数汊流构成的水系称辫状水系。平原区和山区大河道上汊河的出现通常是断裂和断块下沉的反映。



汊流和堤外滩的演化

【河床】　stream bed，river bed　又称河槽。指河谷中被水淹没的部分。河槽随水位涨落而有变化。洪水期河水泛滥部分，叫做洪水河槽；枯水期水流所占有的部分，叫做枯水河槽，也叫基本河槽或主槽。

【河槽】　rivet bed　即“河床”。

【冲沟】　gully　侵蚀沟的一种类型，具有最活跃的侵蚀能力；其纵剖面坡降大，与山坡坡面明显不一致；横剖面常呈“V”形；平面图上多呈直线形。冲沟多由细沟、切沟发展而成。

【悬沟】　hanging valley　多发育于黄土崖壁上，纵剖面十分陡峭的宽浅小沟。或者是支沟沟口与主沟或山间平原之间有陡坎或跌水等裂点存在的地带，统称为悬沟。

【急沟】　steep valley　发育于黄土谷坡上的楔形小沟。

【坳沟】　clough，cleuch，cleugh　衰退阶段的侵蚀沟。冲沟进一步发展，底部有大量松散堆积物，谷形宽浅，经常无水流，常辟为耕地。

【细沟】　rill　又称犁沟。线状流水在由松散土层构成的平坦地面上形成的沟谷，其规模小，深度浅，形态不稳定。

【切沟】　dissected valley　流水作用形成的细沟继续发展，形成的具明显沟缘，纵剖面与山坡坡面不完全吻合，规模较大的浸蚀沟。

【宽谷】　broad valley　横剖面宽阔的河谷。谷底一般有河漫滩，谷坡上有多级阶地。宽谷多发育于地壳稳定区或抗蚀力弱的岩层分布区。

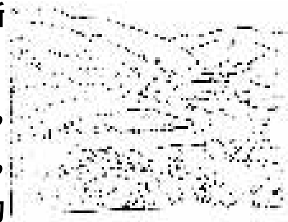
【主流线】　main stream line　河道中流速最大的水质点的连线。在顺直的河道中，主流线也是比较顺直的，并接近河流的中线。在弯曲的河道中，主流线是弯曲的，一般靠近河道的凹岸。

【深槽】　pool　河床中侵蚀较深的条形凹槽。

【浅滩】　shoal，shallow　在河槽宽阔处及支流河口附近，或在两个深槽之间的过渡段内，水流较缓，挟沙能力较弱，泥沙易淤积，常形成相对高起的淤积带，叫做浅滩。它是影响平原河流通航的障碍。

【心滩】　river island，sand bar　河床中枯水期出露水面的水下浅滩。其顶部因受水流冲刷而使浅滩造成逐渐向下游移动的趋势；如果心滩逐渐淤积发展，面积不断扩大，则过渡形成江心洲。

【江心洲】　river island　河床中心泥沙淤积而成的心滩，逐渐淤积扩大加高后，两侧河床侵蚀逐渐加深，长期出露水面，洪水期也不没入水面以下的沙洲。湘江中的桔子洲、长江口的



江心洲

崇明岛等都是江心洲。

【河漫滩】 valley flat 河流在洪水期淹没，平水期露出水面的谷底部分。洪水时期，流经河漫滩上水流的深度、流速都比河床中的水流为小，搬运能力较弱，所以在洪水退落过程中，沉积在河漫滩上的物质一般较河床中的物质为细。在平原区河流凸岸的河漫滩上，细粒沉积物常形成向下游呈扇形辐聚的沙堤，称迂回扇。在山区河流曲流段的凸岸也常有这种现象。

【雏形河漫滩】 incipient flood plain 又称原始河漫滩。是在河流侧向侵蚀和河床迁移过程中形成的滨河床较稳定的浅滩。浅滩由河床相沉积物组成，形态特征决定于河床迁移过程中形成的微地貌。可分为弓形河漫滩，堰堤式河漫滩和平行鬃岗式河漫滩。

【平坦河漫滩】 flat flcod plajn 河漫滩地形的一个类型，是在雏形河漫滩形成后，继续沉积细粒的沉积物（河漫滩相冲积物）逐渐形成平坦的或微波状的河漫滩地形。这种地形是在洪水期流动于雏形河漫滩上的水流在流速缓慢的条件下，悬移质沉淀充填在鬃岗间的洼地中，地形逐渐平坦而成的。平坦河漫滩上的河漫滩相冲积层，具水平层理，位于河床相冲积层之上，构成冲积层的二元结构。从河床向坡麓的水平分布上，由于水层厚度及水流速度向坡麓方向逐渐变小，水中悬浮物质也因不断沉淀而逐渐减少，粒度愈细，因而其间的沉积相亦异，可划分为滨河床沙坝堆积带；河漫滩沿河堆积带；河漫滩内部堆积带。

【弓形河漫滩】 bow valley fiat 一种雏形河漫滩。由一系列弓形鬃岗及弓形洼地构成，岗洼之间高差小（最大不过数米），故这种河漫滩呈微波状起伏地形。常见于弯曲型河流。

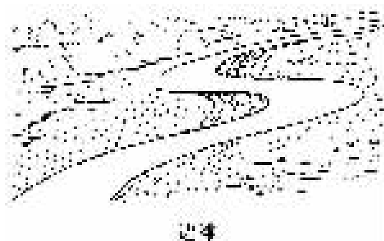
【堰堤式河漫滩】 barrier valley flat 一种雏形河漫滩，漫滩边缘有“天然堤”，使河床束缚于“天然堤”之间。堰堤式河漫滩多见于汉河型河流，共其他形起伏很大；“天然堤”可高出漫滩十余米，因此常有决口泛滥的威胁。

【平行鬃岗式河漫滩】 parallel hogback shallow 是雏形河漫滩的一个类型。是在平直或微微弯曲的河段上，河床向一方偏移，在河床的一岸形成断续分布的许多基本平行的滨河床沙坝残留的鬃岗地形。鬃岗之间多呈线状洼地，充水后则成湖泊、水洼或沼泽，或在其中发育一些平行的汊河。河床的另一岸则常有一条断续分布的沙坝。这种类型的河漫滩一般比较少见。

【凸形河漫滩】 convex flood plain 是发育在堰堤式河漫滩及汊河型河床形成的复杂的雏形河漫滩上的一个河漫滩类型。这种河漫滩上地形凹凸不平，具有凸起的天然堤及低洼的河漫滩洼地，地形比较复杂。常形成决口扇、废河道、河漫滩沼泽、集水河道、远汇点支流等河流地貌。凸形河漫滩的冲积层结构与平坦河漫滩相冲积层有显著的

不同：在河漫滩相冲积层中河床相冲积层呈透镜体分布其中，并以叠加的形式，不断增加冲积层的厚度，形成加积型冲积层。

【边滩】　concave flood plain　河床岸边枯水期出露水面的水下浅滩。边滩不断发展扩大即形成河漫滩。



【沙洲】　shoal，sand bank，sand bar　河、湖，海滨带经常露出水面的沙滩。是河流中形成的心滩、江心洲，湖、海滨附近形成的沙滩的泛称，是水流、波浪堆积作用形成的堆积地貌。

【河成沙波】　alluvial sand wave　河床上呈波状的微地形。多由河沙组成，在大河床上有的是砂砾组成，沙波的脊线与河床的延伸方向直交或成斜交，沙波的纵剖面不对称，陡坡朝向河流下游，迎水流的一坡较缓，它是河床表面两种流体相对运动，交界面不稳定有推移质存在时形成的。规模极小的沙波称为沙纹。

【河成沙纹】　alluvial sand ripples　规模极小的沙波。详见“河成沙波”。

【水下沙脊】　subaqueous sand ridge　巨型水下沙波，其上常有小沙波发育。水下沙脊出现于滨河床浅滩，其平面形态与河床特点有关：窄而深的河床发育平行带状沙脊；宽而浅的河床则常出现新月形沙脊。

【鬃岗地形】　topography of hogback　弯曲型、微弯型河流河床侧向移动过程，在堆积岸形成断续分布的，基本平行的一系列滨河床沙坝，形如鬃岗。沙坝间有线状分布的小型浅洼地，常积水成湖沼。

【壶穴】　pot—hcle　又称瓯穴。指基岩河床上形成的近似壶形的凹坑，是急流漩涡夹带砾石磨蚀河床而成。壶穴集中分布在瀑布、跌水的陡崖下方及坡度较陡的急滩上。类似的地形也可出现在冰川底床上，由冰水冲蚀造成，特称之为冰川锅。

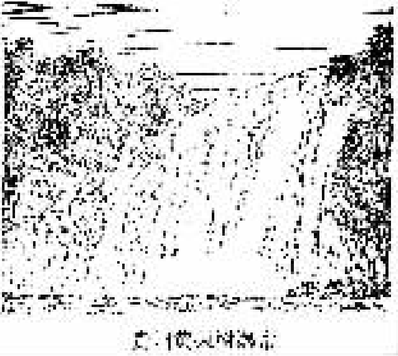
【瓯穴】　pot－hole　即“壶穴”。



【裂点】　knick point　河床纵剖面上缓坡段与陡坡段的突然转折处。它的形成与河流的溯源侵蚀、河床的构造、岩性有密切的关系，在地壳长期稳定的条件下，河床为一条平缓的、圆滑的纵剖面。由于河床的急剧抬升，或侵蚀基准面（海面或湖面）急剧下降，河流从河口段开始恢复深切侵蚀，逐渐向上游推移。新

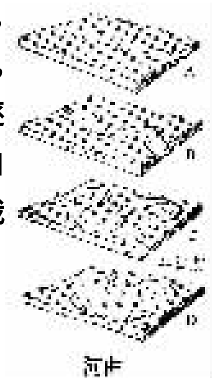
形成的、深切的、较陡峻的河段和早期形成的平缓河段之间的交点即成为裂点。裂点在河道中常以急流、湍滩、瀑布等形式出现。河流溯源侵蚀形成的裂点与阶地的形成和分布存在相关的联系。

【瀑布】 water fall 河流流经局部呈悬崖式河床时的一种河水倾泻现象。规模较小的叫跌水。瀑布有较强的掏蚀作用。河床在它长期作用下可造成陡坎的溯源后退，形成峡谷、壶穴等地形。我国幅员辽阔，地质构造复杂，分布着各种类型的瀑布。唐代诗人李白（公元 701—762）曾写下“飞流直下三千尺，疑是银河落九天”的诗句来形容瀑布的壮丽景色。云贵高原的黄果树瀑布，是我国的最大瀑布，它位于贵州省西南部的白水河上，河水流经黄果树地段时，河床断裂为九级，黄果树瀑布是其中最大的一级，高达 57 米，水量充沛，具有较大的开发利用价值。黄河上游的壶口瀑布，位于山西、陕西两省交界处，也是著名的大瀑布。黑龙江宁安县西南牡丹江镜泊湖的吊水楼瀑布，是熔岩堵塞牡丹江形成镜泊湖，湖的北面溢出两股水形成的瀑布，高约 20—25 米。镜泊湖水电站解放后经过扩建，已成为我国大型瀑布电站之一。此外江西庐山香炉峰瀑布，浙江雁荡山大龙湫瀑布，都是我国著名的大瀑布。我国广大石灰岩分布地区，漏斗、溶洞、暗河极为发育，漏斗常与溶洞、暗河相通，地表水经漏斗倾入地下溶洞，常形成奇特的地下瀑布。



【跌水】 waterfall 规模较小的瀑布，详见“瀑布”。

【河曲】 meander 又称曲流，蛇曲。指婉蜒曲折的河道。是冲积平原上河流的中、下游河段在一定地质条件下，长期侧方侵蚀和堆积作用的产物。在弯曲的河道上，水流常形成螺旋状前进的环流，使主流线偏向凹岸，形成向凹岸的强烈侵蚀，凸岸侧因流速变缓泥沙堆积更加突出，便逐渐形成曲流。我国长江中游荆江段，曲流地貌极为发育，因而河道自然变迁较大；解放以来在中洲子，上车湾等有条件的地区进行人工裁弯取直，大大缩短了航程。



【曲流】 meander 即“河曲”。

【蛇曲】 meander 即“河曲”。

【曲流颈】 meander neck 河曲高度发展的结果，河道弯曲成环，当一个曲环近似封闭，河道间仅残留很窄的形似脖颈的陆地，这一狭窄的颈状陆地称曲流颈。

【牛轭湖】 ox－bow lake 又称弓形湖。平原曲流发展的产物。在平原地区发育的自由曲流，当流水切穿曲流颈部形成新河槽后，被废弃的河湾，由于流速小，流量减弱，两端逐渐被泥沙淤塞，积水成湖，形似牛轭故名。如长江下游荆江段两岸的湖泊即属于这种类型，当地称为“月亮湖”。也有人把所有由废弃河道残留而成的湖泊，不论其形状如何统称为牛轭湖。

【弓形湖】 ox－bow lake 即“牛轭湖”。

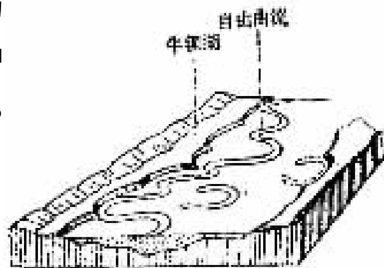
【自然堤】 natural levee 又称天然堤。指河流两岸微见高起的长堤。是在洪水时河流泛出河槽后，流速突然减小，夹沙能力突然降低，在河床两侧堆积大量泥沙，洪水退后，沿河槽形成断续分布的长堤。它的沉积物一般以粉砂为主，常具粗细层理。洪水期沉积物较粗，为粗粉砂；洪水下退时沉积物较细（多悬移质），为细粉砂。自然堤主要见于平原区堆积性河流两岸。我国黄河下游两岸常见自然堤分布。


牛轭湖与自然堤

【深切曲流】 incised meanders 发育在山地的一种河流地貌形态。河曲形成后，如地壳复又抬升，河流下切速度与地面的抬升速度基本协调时，河曲则保持原来弯曲的形式逐步下切到基岩之中。它具有山地峡谷的特点，在穹隆构造隆起段剪切裂隙和追迹裂隙发育区深切曲流也很发育，如四川嘉陵江、河北永定河、滹沱河穿越山区地段，都发育着典型的深切曲流。


深切曲流

【自由曲流】 free meander 是下沉区沉积作用为主的冲积平原上，常见的一种河流地貌形态。指河谷中水流在平缓的河床上对两岸进行一侧侵蚀，一侧堆积，河床形态不断摆动形成的一种曲流。


自由曲流

【变形深切曲流】 deformation incised meander 深切曲流的一个亚类。由于深切曲流形成过程地壳抬升缓慢，或者发育时间较长，在河床下切的同时，侧蚀作用已相当活跃，以致深切曲流逐步改变原有的自由曲流的形式。变形深切曲流的谷底较宽阔，有河漫滩，甚至阶地（曲流阶地）发育。

【正常深切曲流】 normal incised meander 深切曲流的一个亚类。深切曲流形成过程地壳抬升迅速，河床侧蚀作用很不明显，急剧下切嵌入，使曲流保持自由曲流的形态，而河谷为对称型峡谷。

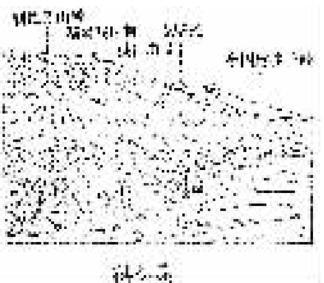
【裁弯取直】 cut - off 河曲发育过程中，相邻曲流环间的曲流颈受水流冲刷逐渐变狭，一旦被水流切穿，河道即行取直。这个过程和现象叫做“裁弯取直”。河道“裁弯取直”后，加大了比降，缩短了航程。

【离堆山】 meander core，cut - off spur 孤立在深切曲流河谷中的小丘。是深切曲流发育过程中河道经过“裁弯取直”的产物。离堆山原为深切曲流凸岸的一部分，由于河流弯曲度不断加大，相邻的凹岸逐渐接近，形成狭窄的曲流颈，被水流切穿后，曲流颈的一端即形成被河道包围的孤立小丘。四川省嘉陵江中有许多离堆山。唐代书法家颜真卿《鲜于氏离堆记》中：“有山曰离堆，斗入嘉陵江，直上数百尺，……不与众山相连属，是之谓离堆”。但平原区自由河曲裁弯取直后废弃河曲间的平地，不是离堆山。


离堆山

【洪积物】 proluvium 暂时性和季节性河流在出山口处不固定辫流形成的扇状堆积物，是洪水期多次堆积叠加而成。对此洪积物形成的扇状堆积地形称为洪积扇。剖面中有砾石层、沙砾层、沙层、粘土层多呈凸镜状交错分布。洪积物自洪积扇的顶点向边缘逐渐变细，由砾石→沙砾→沙→亚粘土。洪积扇顶部由于颗粒粗大、水流大量下渗，地下水面埋深很大，遂向边缘地下水面逐渐变浅，最后则与地面交切形成扇状的地下水溢出带。洪积物主要发育在干旱和半干旱山区，虽亦散见于其它气候区，但一般规模较小。

【洪积扇】 proluvial fan 指暂时性或季节性河流出山口后变为多河床辫流形成的一种扇状堆积地形。主要发育在干旱或半干旱山区，往往是由多次洪积过程形成。由于洪水大小不同，洪积作用规模也有差别，洪积扇顶部物质一般粗大，是潜水补给带，越向边缘越细，是潜水溢出带，溢出地表形成泉水或沼泽，甚至使地表呈现盐渍化。形成洪积扇的



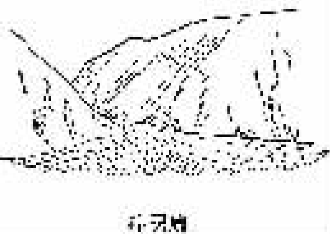
暂时性河流到山前多呈散流而消失，因此洪积扇是这类河流的末端沉积。所以洪积扇又有三角洲之称。洪积扇的叠置和变形是确定活动构造的重要证据之一。我国广大的干旱和半干旱西北和华北山区的山前地带，暂时性和季节性河流常形成典型的洪积扇。

【旱三角洲】 dry delta❶干旱区的一些河流，由于水量很小，在出山口处堆积成洪积扇后不能再向前发展，这种洪积扇称该河流的干三角洲。❷泛指干旱、半干旱区的洪积扇。

【冲积锥】 alluvial cone 又称洪积锥。指降雨时，坡地上沿小沟出现的暂时性水流，将冲刷的物质带到坡脚部分，由于坡脚附近坡度急骤减小，流速降低而大量堆积，形成个体较小，坡度较陡的半圆锥体地形。冲积堆在成因和形态上同重力地貌中的冲出锥类似。

【冲积物】 alluvium 是线状水流（河流）堆积作用的产物。平原区冲积物呈条带状分布，是由大河不断改道堆积形成的。剖面中沉积结构具典型的二元结构，其特点是上部为河漫滩相的细粒物质，下部为河床相的粗粒物质，这是河床不断向侧方侵蚀和水量变化（平水期和洪水期的交替出现）相互作用的结果。在山区冲积物同样沿河谷呈条带状分布，但剖面中沉积结构颇似多元结构，这主要是洪水期洪流形成的分选差的粗大的河床相沉积。只有在山区具经常性水流大河的开阔段冲积物才具二元结构。各类冲积物及其结构的确定对重砂采样和砂矿床的远景评价具有重大意义。

【冲积扇】 alluvial fan 半干旱山区，具有经常性水流的大的山地河流，由于河床比较固定，冲积物出山口后可继续被带到很远的地方，但通过河床的摆动，也可以形成一个延伸很广、坡度较缓的扇状地形，称为冲积扇。由于经常性水流在洪水期时洪水漫流，使冲积扇上的水系也不固定，因而形成相应的洪积物，成为冲积扇的一个重要物质组成部分，所以这种冲积扇又称为冲洪积扇。我国华北地区属于大陆性气候，河流平水期和洪水期的水位和流量变化很大，大的山地河流在流出山口后，广泛形成冲洪积扇，既有不固定洪流形成的具有多元结构的洪积物，又有固定河床水流形成的具有二元结构的冲积物。例如，燕山南麓、太行山东麓便分布着连续的冲积扇或冲洪积扇，北京即位处永定河流出西山山口后所形成的巨大而复杂的冲洪积扇之上。冲积扇的迭置和变形是确定新构造活动的直接证据。北京附近山前的新老冲积扇都有迭置和变形现象。

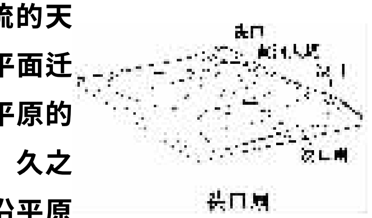


【冲洪积扇】　alluvial－proluvialfan　在半干旱山区的河流携带的冲积物出山口后，形成的延伸很广、坡度较缓的冲积扇，洪水期冲积扇上常形成相应的洪积物，这种既具有二元结构的冲积物，又有多元结构洪积物的冲积扇，称冲洪积扇。

【迂回扇】　flood plain scroll　河曲在发育过程中，由于长期的洪水位和平水位的交替作用，形成多条弧形排列的滨河床沙坝，汇集略成扇形分布，称迂回扇。它的出观说明河床移动过程是按阶段进行的。它分布在河流的凸岸，各条滨河床沙坝向河流下游方向辐聚，向上游略呈扇形散开，它们的部位就是不同时期河床凸岸边缘所在位置的遗迹。

【决口扇】　fan conglomerate，flood fan　自然或人工河堤溃决后，外溢河流携带大量泥沙，在决口处因地形坡度减缓，流速减弱，泥沙沉积而成的扇状地形，叫做决口扇。三角洲水上平原的增长，主要是由一系列决口扇发育而成。





【河道变迁】　migration（shifting）of valley　指河流的天然改道或改向等重大变化。河流改道，即一段河道发生平面迁移的现象。它包括两种情况：一种情况是下游段流经大平原的河流，如含沙量过高，流速突然变缓时常形成大量淤积，久之则河床高于两岸地面。在发生特大洪水时，河流决口，沿平原上低地排泄形成新河道，至此下游的故道则完全废弃，属于水文因素为主的突发式河流改道。我国黄河下游，历史上曾多次发生大幅度的河流改道，并曾一度夺取淮河下游作为它的入海河道。另一种情况是在一个流域范围内，由于升降运动的方向和速度的差异，使河道向相对下降的方向偏移。如永定河自西山山地进入华北平原后，河道曾由东北向西南方迁移，是以构造因素为主的渐进式河流改道。河流改道时，流向也相应地发生变化。但也有河道未变而河水倒流的现象，如更新世初、中期，青海省的倒淌河是连接青海湖与黄河的一条小河，约在中更新世末、晚更新世初，在河流中游地区，以野牛山为中心，发生大面积隆起，由于构造隆起速度大于河流下切速度，倒淌河不能穿过隆起区，周围也没有凹地使它可以绕道继续东流入黄河，河流便被拦腰截断，上游段便成为现代向西注入青海湖的倒淌河。除上述河流改道或改向外，河流袭夺河曲的发育，河道不断裁弯取直也是河道变迁的一种因素。河道变迁对农田、水利、工矿、交通，经济建设有一定影响。河道变迁后如引起水系格式、流域范围等方面的变化则称为水系变迁。研究水系变迁对了解一个地区的地形发展历史，寻找冲积砂矿具有重要的意义。

【河流袭夺】 strearn capture（pira – ey） 又称河流抢水。相邻流域的河流由于侵蚀基准面的高度不同或挽近构造运动影响的差异，其向源侵蚀的速度各不相同，侵蚀速度较快的，源头向分水岭伸展的速度也快，往往切穿分水岭，把分水岭的另一侧的河流抢夺过来，这种现象称为河流袭夺。枪水的河流称为袭夺河，它的特征导致水系扩大，水量增加，浸蚀能力增强；被抢水的河流称为被夺河，具体表现为河流水量减少，水小谷宽。被夺河的下游，因上游被夺改道，水量减少，形成源头截断现象，称断头河。断头河与被夺河之间，河流袭夺前是连续的河谷，河流袭夺后，成了被夺河与断头河的分水岭，但河谷的形态仍然保存，称为风口。风口内可以找到过去河流的沉积物，甚至老阶地还有保存。河流袭夺反映了河流发展和水系变迁的历史。根据河流地貌和第四纪地质的调查，划分出不同时代的河流流向和河道的位置，弄清河流发育的历史，这对寻找冲积砂矿很有意义。另外，河流袭夺往往是由于挽近构造运动所致，因而在地震地质工作中，为查明活动构造，往往对河流发育历史进行分析和研究。



【河流抢水】 river capture 即“河流袭夺”。

【袭夺河】 pirate river，diverter，capturing river 相邻流域的河流在河流袭夺过程中，把分水岭另一侧的河流抢夺过来，这个抢水的河流称袭夺河。详见“河流袭夺”。

【被夺河】 captured river 相邻流域的河流发生河流袭夺后，被抢水的河流称被夺河。详见“河流袭夺”。

【断头河】 beheadod river 相邻流域的河流发生河流袭夺后，被夺河的上游被夺改道，其下游即称为断头河。详见“河流袭夺”。

【袭夺湾】 elbow of capture 又称抢水湾，发生于河流袭夺的地方，因河道成为不自然的急转弯，故名。其附近河床阶地发育，被夺河的河床和阶地因袭夺作用弯为袭夺河的河床和阶地。由于袭夺湾位于这两河之间，落差甚大，易形成瀑布或急流。

【风口】 wind gap 河流袭夺后被夺河与断头河的分水岭，仍保留原来河谷形态及沉积物。参见“河流袭夺”。

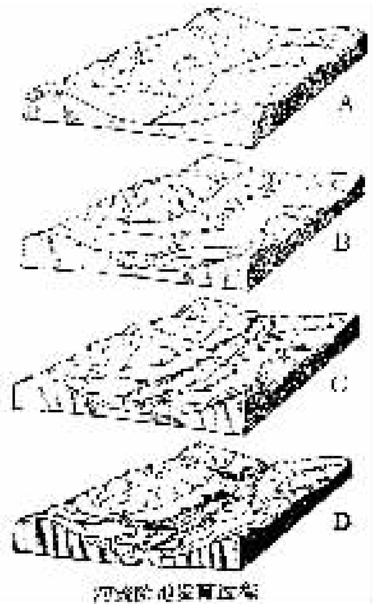
【反向河】 reversed river 河流袭夺过程发生后形成的微地貌。在风口与袭夺湾之间落差大，因此尽管汇水面积很小，水流仍有较大的侵蚀力，有可能凿成新的流向袭夺湾的小河流。反向河的流向与断头河相反；如有老阶地，阶面的倾向与反向河的流向亦相反。

【古河道】 fossil river course，fossil stream channel 地质历史或人类历史上被废弃的河谷。在山区多以比较完整的谷形保留在现代河谷的谷坡上或分水岭地段，以保留有老的河流阶地为主要标志。在平原区由于人为改造，古河道形态较难辨认，且因河床经常改道而互相交叉，须根据平原上有呈断续线状分布的天然堤、沙丘带、林带、池塘凹地等并参考有关历史文献，以恢复古河道的大致走向，并通过物探及钻探资料予以确定。古河道有厚层的沙砾层或沙层，是寻找冲积砂矿床和浅层地下水的良好地区。也可利用古河道回灌地下水，以帮助恢复因开采过度而降低了的地下水位。

【谷中谷】 valley in valley 又称叠谷。由于侵蚀基准面下降，气候及地表水流量的变化，下切作用加剧，在古老的宽谷中，又下切形成新的峡谷，嵌在宽谷之中的地貌，称谷中谷。原来宽谷之底则表观为峡谷上的谷肩，它是地形回春的产物。例如华北地区宽谷中往往嵌有下切的峡谷，又如我国西部高山区冰期形成的冰川槽谷中，往往嵌入有间冰期流水下切形成的峡谷。

【谷肩】 replat，shoulder 指由于侵蚀基准面的下降，气候及地表水流量的变化在古老的宽谷中下切形成谷中谷，原来宽谷之底则表现为峡谷上的谷肩。

【岩槛】 threshold 又称岩坎。河流与构造线直交，坚硬岩层横亘谷底、如槛如坎。水下岩槛常成险滩、跌水、瀑布。岩槛是上游河段的地方侵蚀基准面。



【滨河床沙坝】 bar near river bed 自然堤的另一名称，因由河漫滩相冲积层的滨河床沙坝亚相所构成而得名，多分布于河流凸岸边滩的边缘‘ 其两坡不对称，向河床一坡较缓，向边滩的一坡较陡，可达30度左右。

【河流阶地】 valley terrace，riverterrace 沿河岸分布的，由河流堆积作用与侵蚀作用交替进行而形成的高出河床的阶梯状地形。它的形成最初是由河流侵蚀成一宽广的谷地，其上堆积或厚或薄的堆积物；尔后由于地壳上升。河床坡度加大，或由于长周期的气候变化，流量增加或河流含沙量减小，而使河流下切侵蚀作用加强，

老谷底的抬升部分就形成阶地。根据河流阶地的成因，组成物质和结构，可分为侵蚀阶地、堆积阶地、基座阶地和埋藏阶地、上叠阶地、内叠阶地等几种类型。河流阶地反映了河流的发展历史，可根据同一时代阶地的纵向高度变化分析构造活动的情况及规律。

【侵蚀阶地】 erosional terrace，destructional terrace 由基岩组成的、阶地面上冲积物覆盖极少的河流阶地。它是地壳上升，河流下切作用的产物。侵蚀阶地多见于地壳活动比较显著，河流侵蚀强烈的山地河谷两侧。

【堆积阶地】 constructional terrace，accumnlation terrace 河流冲积物组成的河流阶地。河谷被侵蚀成宽广谷地，并为冲积物所堆积，其后由于地壳抬升或气候变迁，下切作用强烈而成。根据构成上、下两极阶地的两套冲积层间的结构关系，分为上叠阶地和内叠阶地。在已形成的堆积阶地上，后期河流未切穿早期冲积层，使后期堆积阶地叠置在早期堆积阶地之上，称上叠阶地；若后期河流切穿早期冲积层，使后期堆积阶地直接覆盖在谷底基岩之上时，称内叠阶地。

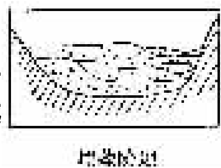


【上叠阶地】 superimposed terrace，on－laid terrace 在已形成的堆积阶地上，后期河流未切穿早期冲积层，叠置在早期堆积阶地之上的后期阶地。详见“堆积阶地”。

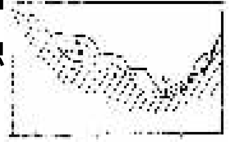
【内叠阶地】 in－laid terrace 指在已形成的堆积阶地上，后期河流切穿早期冲积层，后期堆积物直接覆盖谷底基岩之上形成的堆积阶地。

【基座阶地】 bedrock seated terrace 由两层不同时期的物质组成的阶地。即上层为冲积物，下层为基岩或其他成因类型的堆积物构成基座的阶地。详见堆积阶地。

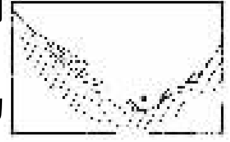
【埋藏阶地】 buried terrace 又称掩埋阶地。指被后期沉积物掩埋了的早期形成的阶地。即在已形成柯流阶地的地区，由构造上升转为下降时，则这些河流阶地被冲积物完全掩埋。这种被埋藏的阶地距地面越浅的（越高的）形成的时代越早。但也有人把山前沉降平原区不同时代冲积层的叠加称为埋藏阶地的，认为它们的层序与山地河谷内的不同时代形成的阶地相当。这种命名的埋藏阶地实际上没有阶地的形态表现，而只是顺序叠加的冲积层，越近地表反而越新。



【嵌入阶地】　intrenched terrace，entrenched terrace　指阶地的外表形态由冲积物组成，而实际上新老阶地呈嵌入关系的一类阶地。可从切穿阶地的冲沟或陡崖的横剖面上看到此种现象，新的谷底低于老的谷底，新冲积层顶面高于老冲积层的基座。


嵌入阶地

【坡下阶地】　slope－covered ter－race　埋藏阶地的一种类型。这类阶地在谷坡部位阶地被坡积物或重力堆积物所掩盖，只在横剖面上才能见到阶地，故称坡下阶地。


坡下阶地

【气候阶地】　climatic terrace　指在气候变迁影响下由于河流的水文及泥沙条件的变化而形成的阶地。气候变迁可表现为长期的气候干湿变化或冰期、间冰期的交替出现。当气候长期干旱，河流水量减少，或含沙量增多时，河床表现为堆积；气候变湿润时，河流水量增多或含沙量减少时，河流侵蚀加强，即形成阶地。冰期时，由于水量减少，大量碎屑物质充填在河谷中；间冰期时，由于水量增加，侵蚀强烈而形成阶地。组成气候阶地的物质主要为强烈风化的产物，其特征是沉积物的搬运距离近，因而它的磨圆度及分选均差。

【阶地剖面图】　terrace profile　是揭示阶地外部形态与内部结构之间相互关系的图件，内容包括形态、沉积物结构、地层年代、成因等。一般分为阶地位相图和阶地横剖面图两种。

【阶地位相图】　longitudinal profile of terrace　又称阶地纵剖面图。是在不同河段上，测量不同高度的各级阶地，按一定垂直比例尺和水平比例尺绘于河流纵剖面的上方，连接上游到下游同时代的阶地，即成阶地位相图。阶地位相图上，可以反映阶地形成过程中或阶地形成后，不同阶段的构造运动特征。因此，在研究活动构造时，经常用阶地位相图分析法。

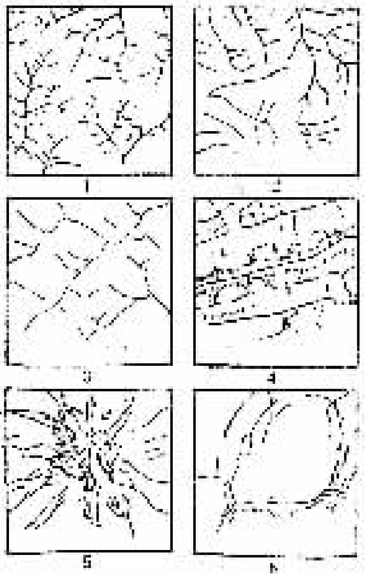
【阶地纵剖面图】　longitudinal profile of terrace　即“阶地位相图”。

【阶地横剖面图】　cross profile of terrace　是垂直河流流向的阶地剖面图，即在河床两岸谷坡上测量不同高度的阶地，确定阶地的时代和类型，按一定的垂直比例尺和水平比例尺绘制的剖面图。

【阶地变形】　deformation of terrace　阶地形成后，在构造运动的影响下，阶地原始状态的变化。这种变化是通过阶地面的变化表现出来的。河流阶地面的原始状态沿河流流向大体上是一个向下游倾斜的斜面；湖岸阶地面和海岸阶地面的原始状态沿湖岸、海岸线方向应当是一个水平面。阶地形成后，由于差异性构造运动的影响，阶地面的原始状态常被破坏发生倾斜、弯曲以至断裂，即水平的、垂直的或斜向的位移。阶地变形有时是很复杂的。详细地调查阶地变形，对于研究一个地区的新构造运动具有重要的意

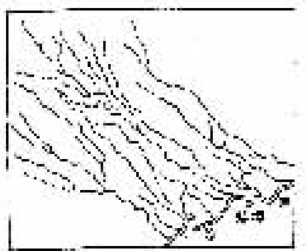
义。

【水系】 drainage system 一个流域范围内河流的干流，各级支流及与河流连通的湖泊组合，即同一系统地表水流的总称。它的发育和分布受地貌、地质和流水条件的严格控制。水系在平面上的几何形态有树枝状、平行状、格状、环状、放射状、辐聚状、星点状等。水系与区域地质构造和地貌条件关系密切；在下沉地区发育的河流往往呈辐聚状水系；穹形隆起区发育的河流，多呈放射状水系；活动断裂带发育的水系多呈直角转弯的格状水系，大面积掀斜地区发育的河流，多形成近于平行的平行状水系；岩溶区发育的河流多呈星点状水系。水系的研究对分析区域地质构造和新构造运动的意义很大，是解释构造的重要标志。在遥感图象地质解译中，水系是重要的解译标志。

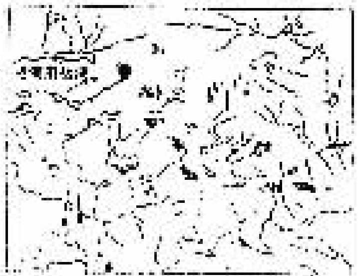


水系图
1.放射状；2.树枝状；3.平行状；4.格子状；5.辐聚状；6.环状

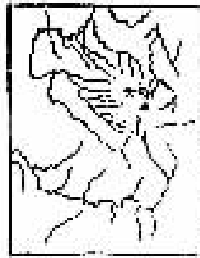
【平行水系】 parallel river sys－tem 是水系发育的一种格局。指各个河流平行相间，在地貌上呈平行的谷岭。它们主要受构造和山岭走向的控制，如在平行褶曲或断层地区，河流常呈显著的平行排列，我国横断山脉中的水系为较典型的平行水系。


安徽淮河流域平行水系

【星状水系】 stellated drainage 又称星点状水系，水系的一个类型。地面河流不连续，地表有小型岩溶湖及伏流出露的泉水、积水洼地，星罗棋布故名。这种水系主要发育在岩溶地区，在草地沼泽、湖泊发育地区及冰缘冻土区，也可以形成湖泊棋布，河流短小而多的星状水系。我国藏北高原地区这种水系比较多见。


星状水系

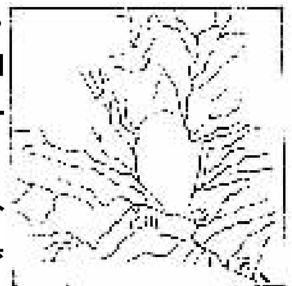
【放射状水系】 radial drainage **又称辐射水系是水系格局的一种，指在穹隆构造上或火山锥上发育的河流，形成顺坡向四周呈放射状外流的水系。如我国海南岛五指山的水系即属这种类型。**



【辐聚水系】 convergentdrainage **是水系格局的一种，指发育在盆地中或构造沉陷区的河流，形成由四周山岭向盆地或构造沉陷区中心汇集的水系。如我国塔里木盆地、四川盆地等的水系都属于这种类型。**



【树枝状水系】 dendritic drainage **是水系格局的一种。指支流较多，主、支流以及支流与支流间呈锐角相交，排列如树枝状的水系。多见于微斜平原或地壳较稳定，岩性比较均一的缓倾斜岩层分布地区。**



【羽毛状水系】 featherlike drai－nage pattern **水系的一个类型。是支流短而密集，与主流呈直角相交的水系。它多发育在断陷谷中或断层崖的一侧，或是线状褶皱地区。流经甘肃、陕西的渭河及其支流即为比较典型的羽毛状水系。**

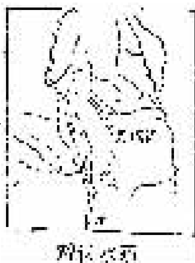


【格状水系】　trellis drainage　是水系格局的一种。指支流与主流直角相交成格状的水系。在很大程度上受褶皱构造和断裂裂隙控制，如主流发育在向斜轴部，支流顺向斜两翼发育，一般与主流皆成直角相交。在裂隙发育的水平岩层地区，也多发育典型的格状水系。



【串珠状水系】　古冰川谷中的水系流经冰川刨蚀形成的冰斗，冰槛后洼地构成的小型湖泊，形若串珠状故名。

【辫状水系】　braided drainage　水系的一个类型。是发育在三角洲、冲洪积扇，山前倾斜平原及水流较小而河谷十分宽广的河段上的网状水系，即由多数汊流构成的水流交错，状若发辫故名。参见“汊流”。



【间歇河】　intermiteng river（stream）　又称季节河，指只在雨季或暴雨后才有水流的河流。

【季节河】　seascnal river　即“间歇河”。

【山麓平原】　piedmont plain　位于山区至平原的过渡地带，由一系列洪积扇或冲洪积扇发展形成的平原。根据成因又可分为洪积平原或冲洪积平原。西班牙语称山麓洪积平原为 Bahade 或 Bajada。

【冲积平原】　alluvial plain　广义的冲积平原是指由河流泛滥和三角洲增长堆积连接而成的大平原。它包括山麓平原，冲积平原和海滨平原。如华北大平原就属这类大冲积平原。狭义的冲积平原是典型的冲积平原，即在洪水泛滥期间河流不断改道，沿河床及其两侧长期堆积而成的冲积平原。它的表面常有一系列天然堤凹地的分布和古河道的遗迹，其内部是多种成因、结构复杂的成层沉积物堆叠而成。典型冲积平原和其它成因平原的关系是过渡的。



【洪积平原】　diluvial plain　是干旱区山前地带由一系列洪积扇不断扩大伸展连接组合而成的堆积平原。我国西北山区的山前地带多分布有这类平原。

【冲洪积平原】　alluvial－proluvial（diluvial）plain　是半干旱区山前地带，由一系列冲洪积扇不断扩大伸展组合连接而成的堆积平原。如燕山南麓和太行山东麓分布的连

续的平原都属于这种类型。

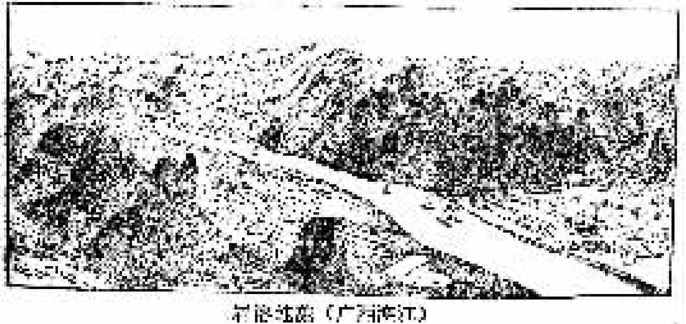
【泛滥平原】　flood plain　河流在洪水期溢出河床后堆积而成的平原。

【山间平原】　intermontane plain，intermountain plain　山区中由河流或湖泊堆积形成的平地。

【滨海平原】　littoral plain　滨海地带，由河流冲积和海洋堆积而成的平原。

岩溶地貌

【岩溶地貌】　karst landform　由岩溶作用产生的各种地貌现象。如石芽、溶沟、溶斗、峰林、溶洞等。这类地貌在各种可溶性岩石（严格说是易溶性岩石）中都有表现，但在碳酸盐类岩石中最为发育。有些碎屑岩，由于含有大量的钙质胶结物，也能形成一些岩溶地貌。在黄土中由于地下水的机械侵蚀作用（潜蚀），冰川中由于热力的融化作用，盐湖中由于水的溶解作用，均可形成类似岩溶地貌的一些现象，诸如黄土中的陷穴，管道；冰川表面的冰塔与冰洞以及盐层中的溶洞等，则称“类岩溶地貌”，曾称为假喀斯特和热喀斯特。岩溶地貌与各种工程建筑有密切关系，既有危害的方面，如溶洞、暗河、落水洞等的存在可能造成水库、坝下或坝肩的渗漏，影响坝基、桥基、厂基的稳定，导致隧洞、地下厂房、坑道的涌水等；但也有有利的方面，如岩溶水可作为山区重要供水水源，某些大型干溶洞可用做天然的地下仓库和地下厂房及旅游胜地等。利用岩溶首先应调查研究其发育的规律，结合工程建筑特点，针对其主要危害采取相应措施，如水工建筑方面，为了防渗对岩溶大通道采取围隔、堵塞、回填、对小通道采用灌浆、铺盖、淤积等；铁路方面路基采用填堵、加盖、跨拱、引排、隧洞采用衬砌、引排、截导、架桥等措施。我国岩溶地貌分布极广，但因气候条件和岩性等差异，造成岩溶地貌的地区性特征也不同，如华南地区气候湿热，厚层灰岩出露区，岩溶充分发育，多形成以峰林为代表的裸露型岩溶地貌；而华北地区因气候较干燥，厚层灰岩区多形成以溶洞为代表的隐伏型岩溶地貌。


岩溶地貌（广西漓江）

【岩溶】 karst 主要指水流对碳酸盐岩等可溶性岩石以化学作用为主，机械作用为辅的地质作用过程及其所产生现象的总称。根据外文“karst”的音译，曾称“喀斯特”。“喀斯特”源于欧洲巴尔干半岛西部亚得里亚海沿岸一带石灰岩高原的地理专用名词。1966年我国第二次“喀斯特”会议之后，改称岩溶。它包括岩溶作用过程及其产物。岩溶发育的基本规律寓于可溶性岩石与具有溶蚀能力的水流之中，水的溶蚀能力，岩石中可溶性矿物的含量、结构以及气候条件，地壳运动所造成的构造形迹，地形、植被等都是影响岩溶发育的主要因素。酸性强的水溶解能力强些；含碳酸的水，在一定温度界限下，温度高的水溶解能力强些；浓度低的水溶解能力强些。浓度高的水流由于温度、压力与运动空间的变化，自身化学沉淀，产生灰华，石钟乳是代表性的产物。降水量多，气温高，水流循环快都可促进岩溶的发育。地壳运动造成的节理、裂隙，断裂等，构成了水流运动的空间；而断裂带、褶皱，隆起和沉降带等常成为控制水流的边界条件，具有成生联系的各种构造形迹组合而成的构造体系，对岩溶发育的影响更为显著。此外含有大量钙质胶结物的碎屑岩，黄土，石膏以及岩盐、冰川、冻土中由于水流、热力等作用亦有岩溶发育，分别叫做“类岩溶”、“热力类岩溶”或“假岩溶”。我国碳酸盐岩分布面积较广，因而岩溶发育面积较广，类型较多。不但岩溶景观绮丽多彩是旅游胜地，有的地下蕴藏着丰富的水源；有的岩溶洞穴可作厂房仓库；也有的对工程、建筑及采矿造成隐患。因此岩溶与农业、工业、交通运输以及人民生活有着密切的关系。分析研究岩溶分布特征及发育规律，对复杂的岩溶现象的组合进行合理的分类，可为认识、利用和改造岩溶地区的自然条件提供科学依据。

【岩溶类型】 type of karst 是反映和概括岩溶特点、发育规律的一种科学分类。根据水流对可溶岩作用的性质，以及地质构造在岩溶发育过程中的表现，有人把我国碳酸盐类岩溶划分为：溶蚀为主类型、溶蚀－侵蚀类型及溶蚀－构造类型三大类型。溶蚀为主的类型主要分布在广东、广西、湘西、鄂西及云贵高原地区；溶蚀－侵蚀类型主要分布于太行山以西、秦岭以北及四川盆地以西的广大地区；溶蚀－构造类型以大兴安岭、太行山、秦岭及川东、滇东山区的较为典型。在上述类型划分的基础上，根据岩溶形态组合与水动力条件的特点，进而划分次一级岩溶类型，并根据岩溶正，负地形的组合命名。不同岩溶类型的地区，其水文地质、工程地质条件有所差异，在工农业生产和工程实践中采用的设计方案和施工方法也有区别。例如：峰林谷地区的暗河水量大、埋藏较浅，便于引水、提水，开采利用，岩溶断陷盆地区，可充分利用盆地周边的岩溶泉群，采取围泉，引泉等方法开发利用。有的根据气候对岩溶发育的影响，分为热带季风型岩溶和温带季风型岩溶。根据气候和覆盖情况可分为地中海型岩溶和中欧型岩溶。

【埋藏型岩溶】　buried karst　可溶性岩层表面有蚀余红土等松散土层掩覆，渗透水流对可溶岩进行溶蚀，形成埋藏于土层下的石芽、溶沟、溶斗、溶蚀洼地等岩溶地貌单元。埋藏型岩溶负地形在松散土层的表面可能有相应的显示。

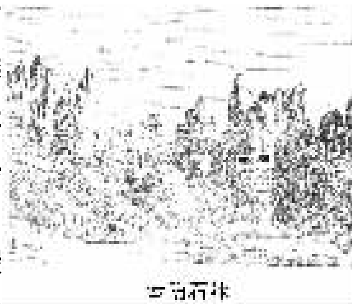
【裸露型岩溶】　bare karst　可溶性岩层直接出露地表，经地表水溶蚀、冲蚀，形成的各种岩溶地貌。裸露型岩溶多出现于新构造上升的山区。

【岩溶发育阶段性】　developmentary stage of karst　岩溶地貌发育过程，在地壳上升的情况下，经历幼年、青年、中年而达老年期，这样的发展序列称为岩溶发育的阶段性。幼年期一地面出现溶沟、石芽及溶斗，但有较完整的地表河系、青年期－地表岩溶地貌发育，地表水循岩溶负地形迅速转入地下，地表河系消失，仅主谷仍可能存在、中年期－地面有大量溶蚀洼地、溶蚀谷地，由于溶洞顶坍落，部分地下河重新出露；老年期——不透水岩层广泛出露，地表河网发育，仅残留一些孤峰、残丘。

【岩溶基准面】　karst base level　岩溶作用向地下所能达到的极限。一般认为，相对稳定的地下水面以上是岩溶作用最活跃地带，因此把统一的地下水面作为一个时期的岩溶基准。其实岩溶作用可深达地下水面以下，因此有人认为，岩溶基准面应当是可溶岩层的底板。

【岩溶期】　karst stage　地质历史中，经历强烈岩溶化的时期。在这一时期中，一般是地壳发生区域性上升，长期沉积间断，有利于岩溶作用的气候条件，碳酸盐岩层才能遭受强烈岩溶作用。我国华北地区奥陶纪末期，震旦纪末期就是岩溶期；华南地区则有三个岩溶期；第一岩溶期－白垩纪至第三纪初，第二岩溶期－第三纪末至第四纪初，第三岩溶期－第四纪以来。

【石林溶沟型岩溶】　stone forest－karren－type karst　碳酸盐岩岩溶的一个类型。是以溶蚀作用为主形成的岩溶地貌。指水流沿厚层状岩石的垂直裂隙溶蚀，形成溶沟和林立的溶牙、溶柱等。这类地区，地下水埋深一般几米至十几米，有集中渗流；低洼地带常有泉水出露，或集水成湖。云南省路南石林构成典型的石林溶沟型岩溶地貌。


[illegible]石林

【溶丘洼地型岩溶】　hill－depres－sion type karst　碳酸盐岩岩溶的一个类型。是以溶蚀作用为主形成的岩溶地貌。指岩石长期受水流溶蚀的结果，形成溶蚀丘陵和洼地（或漏斗），串珠状洼地可发育成谷地，洼地内有落水洞或竖井。落水洞被堵塞后，洼地常积水成池塘或湖泊。地下逐渐发育成集中渗流通道或暗河。云南罗平、贵州修文等地区，广泛发育这种类型的岩溶地貌。

【峰丛洼地型岩溶】 peak clusterdepression type karst 碳酸盐岩岩溶的一个类型。是以溶蚀作用为主形成的岩溶地貌。指由峰脚高低不一的塔状、锥状溶峰组成峰丛、峰丛间有溶蚀洼地（或溶蚀漏斗）的地貌组合。洼地中有竖井、落水洞，地下有集中渗流通道或暗河。广西都安地区这类地貌比较发育。



广西兴平岩溶峰丛

【峰丛谷地型岩溶】 peak cluster – valley type karst 碳酸盐岩岩溶的一个类型。是以溶蚀作用为主形成的岩溶地貌。指受水流溶蚀形成的峰丛、谷地或串珠状洼地相间的岩溶地貌。有些谷地中有季节性或常年性地表水流，成为较大的暗河的泄水通道。有的地区峰丛发育如林，称蜂林。广西漓江、阳朔等地区峰丛，峰林及谷地、串殊状洼地极为发育，成为闻名世界的名胜。

【峰林谷地型岩溶】 peak forest – valley type karst 碳酸盐岩岩溶的一个类型。是以溶蚀作用为主形成的岩溶地貌。指受水流溶蚀作用形成的峰林、孤峰、洼地相间的岩溶地貌。峰林间有较大的谷地或串珠状洼地。区内地下暗河发育，汇水面积较大。在暗河规模较大的地区常由主干与多数支流组成地下水系。此在广西阳朔、漓江及贵州安顺地区极为发育。

【孤峰波地型岩溶】 isolated peak – rolling land type karst 又称残丘波地型岩溶。碳酸盐岩岩溶的一个类型。是以溶蚀作用为主形成的岩溶地貌。为碳酸盐岩岩层分布地区，受到长期而强烈的岩溶作用后，形成有残丘点缀的起伏平缓的波状地形。在低洼地带多为残积一冲积土层覆盖。区内的地下水一般埋深几米至十几米，多具有统一的地下水力面。如广西宾阳、桂林地区为典型的孤峰波地型岩溶地貌。

【岩溶高山深谷型】 high mounrain – deep valley type karst 碳酸盐岩岩溶的一个类型。是由溶蚀 – 侵蚀作用形成的岩溶地貌。在碳酸盐岩分布的高山地区，相对高差达千米以上，呈高山深谷地貌；在较高部位常有早期岩溶现象存在，近期岩溶发育微弱，河谷地带有岩溶泉出露。珠穆朗玛峰地区、巴颜喀拉山地区这种类型的岩溶地貌比较发育。

【岩溶中山峡谷型】 medium – high mountain – gorge type karst 系碳酸盐岩岩溶的一个类型。是以溶蚀 – 侵蚀作用形成的岩溶地貌。指在碳酸盐岩层分布的中山地区，相对高差为 500—1000 米，其地形与一般中山峡谷相似。但在分水岭地区，地表仍保存有早期发育的岩溶，山体内岩溶水埋藏较深，沿断裂带有流量较大的岩溶泉出露。四川大渡河地区，这种类型的地貌比较发育。

【岩溶低山沟谷型】 low moun – tain – valley type karst 碳酸盐岩岩溶的一个类型。是以溶蚀 – 侵蚀作用形成的岩溶地貌。指在碳酸盐岩岩层分布地区，地表水流以机械侵蚀作用为主，形成相对高差 200—500 米的低山，地下溶蚀作用较显著，溶洞常在河谷地带出露。北京附近碳酸盐岩构成的低山地带，多形成这类岩溶地貌。

【海岸岩溶型】 coastal karst type 是以溶蚀一侵蚀作用形成的海岸岩溶地貌。指在碳酸盐岩岩层分布的海岸带，受海水的长期溶蚀、侵蚀作用形成的海蚀岩溶地形。如海蚀阶地、海蚀柱、海蚀礁、溶洞、溶沟等。有时岩溶泉沿海岸出露，如辽宁旅大地区沿岸发育的海蚀柱，溶洞等海岸岩溶地形，构成壮丽的海岸岩溶景观。

【礁岛岩溶型】 reef – island karst type 海岸生物礁体受海水长期的溶蚀 – 侵蚀作用形成的溶沟、洞穴。我国南海地区南海诸岛这类岩溶地貌极为发育。

【垄脊槽谷型岩溶】 ridge – troughkarst type 碳酸盐岩岩溶的一个类型。是在构造形迹的控制下，长期受溶蚀作用形成的岩溶地形。垄脊槽谷型岩溶的特征。是狭长的背斜轴部出露的碳酸盐岩，在长期的溶蚀作用下，形成与褶皱轴向一致的条形槽谷或串珠状洼地。谷槽两侧脊状山岗显示原有构造地形基本特征。一般说来槽谷中地表水流季节性变化大，主暗河与褶皱轴向一致，有时横切轴向，深埋几米至几十米。这类岩溶地形在四川重庆附近发育比较典型。

【垄岗谷地型岩溶】 mound – val – ley karat type 碳酸盐岩岩溶的一个类型。是在构造形迹的控制下，长期受溶蚀作用形成的岩溶地形。在狭长的向斜构造轴部出露的碳酸盐岩被溶蚀后，形成与轴向一致的条形谷地，谷地两侧垄岗中的碳酸盐岩分布地区，发育有漏斗和小洼地；谷地中有地表水流；主暗河一般与轴向一致。

【岩溶断陷盆地型】 faulted karst basin type 碳酸盐岩岩溶的一个类型。指断陷盆地内虽有第三系及第四系地层分布，但在地下深处，碳酸盐岩岩溶仍较发育。盆地周边地带有较大的岩溶泉及暗河出露，如山西汾河谷地的许多大泉。有的盆地中仍有以岩溶水补给为主的湖泊。云南昆明的滇池就是这种类型的岩溶地貌。

【岩溶断块山地型】 block karst mountain type 在碳酸盐岩岩层分布的断块山地中，发育于断裂带上的岩溶。是受构造形迹控制而发育的岩溶类型。在山麓和河谷地带有流量较大的岩溶泉出露，山体中地下水一般埋藏较深。华北太行山区这种类型的岩溶

发育比较典型。

【热带季风型岩溶】 tropical monsoon type karst 热带季风区碳酸盐岩地区形成的岩溶地貌。由于地处热带、高温多雨，岩溶作用非常强烈，发展速度也快，在石灰岩层厚度大，断层多，裂隙发育的地区，更有利于岩溶作用的进行。这类岩溶突出的特点是锥状和筒状峰林和成层溶洞发育。我国广西是热带季风型岩溶发育的地区。国外在爪哇、古巴等地也有分布。

【温带季风型岩溶】 temperate monsoon type karst 发育在温带季风气候石灰岩区的岩溶地貌。仅夏季高温多雨，因而岩溶地貌的发育受到一定限制。它的主要特点是：特别在产状平缓、厚层灰岩发育区多成巨大峡谷和成层溶洞，山区常成小片宝塔状峰林和锥状峰林，在裸露的基岩斜坡上还发育有石芽、溶沟、漏斗和溶蚀凹地等。我国北方，如太行山（狼牙山）、北京西山（上方山云水洞和斋堂的东、西龙门涧）以及燕山一带都有规模不同的分布。这些特点是反映山地多旋回的重要标志。也是重建古气候的重要标志。

【地中海型岩溶】 Mediterranean karst type 在地中海气候区碳酸盐岩地区发育的岩溶地貌。地中海地区夏季干热，冬季温暖多雨，对地表和地下岩溶的普遍发育形成有利条件。地表以漏斗、溶蚀凹地、溶沟、石芽为主，地下以暗河、溶洞为主，地表常呈现一片荒凉干旱景象，巴尔干半岛、南斯拉夫、爱琴海群岛和苏联克里木半岛等地都有分布。

【温带中欧型岩溶】 temperate Mid – European type karst 主要指发育在中欧法国高原上石灰岩区的岩溶地貌。由于石灰岩层间有不透水层，可溶性岩石未充分出露地表，河谷底部又露出不透水层，因此岩溶发育不充分，高原面上的漏斗、落水洞多被岩屑充填，只有少数深达百米的峡谷。这类岩溶地貌在捷克斯洛伐克也有分布。

【盐湖岩溶】 salt karst 在大面积岩盐分布地区（如盐湖），受淡水溶解和溶蚀后，常形成溶坑、溶蚀漏斗等，这类现象叫做盐岩溶。我国内蒙古自治区以及青海省等地的盐湖中，常有这种盐岩溶出现。

【热力类岩溶】 thermal karst 曾称热喀斯特。指多年冻土和冰川在气温和地温升高的条件下，部分冰块融化，产生类似石灰岩地区的岩溶现象，如冰洞、冰塔、热融坍陷、热融凹地等。

【热喀斯特】 thermokarst 即“热力类岩溶”。

【碎屑岩岩溶】 由钙质胶结的碎屑岩，其胶结物受溶蚀后产生的局部岩溶现象。

【岩溶盆地】 polje 又称波立谷，斯拉夫语 Polje 的音译。指可溶岩地区形成的大型的椭圆形有河流穿过的洼地。明代《徐霞客游记》中称其为坞，意即长椭圆形洼地，其延长方向一般与构造线一致，长达几公里，面积可达十几平方公里至百平方公里左右，四周谷壁陡峭，谷底平坦，堆积有较厚的泥沙粘土（坡积物、残积物、冲积物等）。谷地一端有河流或泉水自出水洞流出，穿流谷地后，经落水洞没入地下。它是岩溶地貌发育后期阶段的产物，规模较岩溶洼地为大。

【波立谷】 polje 即“岩溶盆地”。

【石钟乳】 stalactite 岩溶溶洞中自洞顶下垂的石灰质体。是含有丰富重碳酸钙的地下水由于二氧化碳（CO_2）的逸出和水分的蒸发，部分碳酸钙重新沉淀。开始成为一个小突起，其后不断扩大，并向下方增长，久之形成钟状或乳房状碳酸钙沉淀，悬于洞顶称为石钟乳。水滴于洞底沉淀自下而上增长的状如竹笋，称石笋。二者增长相连接后称石柱。北宋沈括著《梦溪笔谈》中称：“又石穴中水，所滴皆为钟乳”，所指即此。


石钟乳

【石笋】 stalagmite 发育在岩溶溶洞底部的竹笋状碳酸钙沉淀。详见“石钟乳”。

【石柱】 stalacto－stalagmite，column 岩溶溶洞中由于部分碳酸钙的沉淀形成的石钟乳和石笋，经长期的增长连接成柱状，故称石柱。

【泉华】 sinter 沉淀于泉水溢出点的疏松多孔的化学堆积物。按其成分可分为石灰华、硅华等。泉华堆积的地貌形态有锥状、扇状、台阶状、幔状等，故可分别称之为泉华锥，泉华扇，泉华台阶，石幔等。

【溶洞】 karst cave 岩溶区地下水沿着岩层的层面和裂隙进行溶蚀和机械侵蚀而形成的地下空洞。大的□洞连通成串，构成地下的廊道和成串的地下大厅，其中常有地下河流过。地下河在溶洞的陡急地段形成瀑布，平缓地段常积水成湖。地下河流的机械侵蚀对于溶洞的扩大起着重要的作用。随着溶洞的扩大，洞顶和洞壁常发生岩块的崩落，所以溶洞的发育实际包括着溶蚀，机械侵蚀和重力崩坠的多种过


溶洞

程。岩溶地区，地下溶洞系统广泛发育时，地表流水常转化为伏流，除较深大的河谷仍有流水以外，大部分地面经常无水，可利用溶洞伏流进行灌溉和发电。地下水平溶洞主要是在地下水的水平循环带生成的，地下水平溶洞因地壳抬升而高悬于山坡上，如广西桂林的七星岩洞、北京上方山的云水洞，都是规模巨大的水平溶洞，为全国有名的旅游区。山区多层水平溶洞的出观，是新构造间歇抬升的重要标志。

【多层溶洞】　multilayer karst cave　地下溶洞的组合型式。规模较大的溶洞，形成于岩溶水的水平流动带；如果一个地区地壳间歇性上升，水平流动带将随之间歇性下降。在地壳相对稳定时期形成的一层溶洞，随着地壳上升将抬高到季节变动带或垂直循环带，而在新的水平流动带内又开始发育一层新的溶洞。多层溶洞有显示区域新构造运动性质和幅度的意义；一个地区的多层溶洞有可能和多级阶地相对比。

【溶斗】　doline，funnel　曾称喀斯特漏斗。指岩溶区呈碟状、漏斗状、井状洼地。在可溶岩裂隙发育的地区由于溶蚀作用或地下溶洞洞顶塌陷而成。溶斗底部如果没有落水洞，或者落水洞被残－坡积物堵塞时，常暂时积水成池。溶斗的发育或逐渐衰退是解释构造为活动或稳定的重要标志，对评价溶斗中形成的矿床远景具有重要意义。

【喀斯特漏斗】　doline，funnel　即“溶斗”。

【出水洞】　effluent cave　可溶性岩中地下河出露地表的出口，或岩溶区地下水的出口。它的出水量受补给来源的控制，地下河的主要水源为雨水直接补给时，出水量有季节性变化，干旱季流量减少或停止出水，成间歇性出水洞，甚至转为落水洞，主要水源为地下含水层补给时，常成为具有一定承压性的管道出水，出水量虽然也有季节性变化，但一般为常年流水。

【地下湖】　underground lake　岩溶湖的一种。指由溶洞底部积水形成的湖泊。

【天生桥】　natural bridge　溶洞或地下河的洞顶崩坍后，其中残余未崩坍的洞顶，形成天然的拱桥，称天生桥。



【穿洞】　perforated cock　岩溶石峰中的原地下溶洞残余部分，从石峰一侧通至另一侧，故称穿洞。

【溶蚀洼地】　uvala，ouvala　**岩溶作用形成的小型封闭洼地，面积一般由几平方公里至十几平方公里。洼地四周常是陡峭的石灰岩峰林，通过峰林间马鞍形垭口彼此相接，底部堆积残–坡积物，底面高低不平，并向洼地中最低的溶斗倾斜。一般认为溶蚀洼地是岩溶地貌发育的早期产物，是由逐渐加深加宽的溶斗合并而成。我国云贵高原与广西地区广为分布。**



【暗河】　underground river　**又称地下河。指在岩溶发育地区没入地表以下沿地下溶洞和裂隙而流的河流。华南俗称阴河。暗河的发育及其形态受地质构造的控制。按其形态特征，可分为树枝状暗河、锯齿状暗河、线状暗河，网状暗河等。一条暗河常具有单独的补给径流与排泄条件。有时在同一含水层中，可发育多条不连通的暗河。大的暗河系统，形成地下水系，有的流域面积可达一千平方公里以上。**



暗河

【阴河】　underground river **即“暗河”。**

【地下河】　underground river **即“暗河”。**

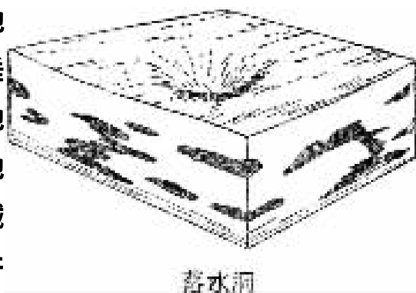
【伏流】　underground stream　**岩溶地区，地表河流潜入地下的地段。**

【天窗】　karst window　**岩溶区的一种微地貌。是桂西等地对落水洞竖井的统称。由于它们是地下溶洞直通地表的垂直管道故名。**

【溶井】　ponor（aven）　**又称竖井。指溶洞顶板因受雨水溶蚀，坍陷而成的出露于地表的井状漏斗。它的特征是井口呈圆形，井壁陡立，有明显斗缘，深度比宽度大，有时可以从竖并中看到地下河水面。**

【塌陷漏斗】 collapsed doline 溶洞顶板坍陷而成的漏斗状地形。

【落水洞】 sinkhole 在岩溶发育地区连接地表水流和地下河的通道。它的形态大小不一，有垂直的，倾斜的、曲折的。当地下河水位上涨时，地下水流常经此通道涌出地表，暂时变为出水洞。地表水经落水洞转入地下时，对洞壁进行强烈的机械侵蚀，使落水洞呈极不规则的外形，多呈缝状及井状。


落水洞

【溶沟】 karren 碳酸盐岩表面的一种溶蚀现象。雨水顺着岩石坡面流动，刻划溶蚀成的沟槽，称为溶沟。深度一般由数厘米到数米，最深可达十余米以上。多成片分布于碳酸盐岩坡面上，受岩石节理裂隙控制，呈平行状、树枝状和格状的交叉系统。

【溶柱】 dissolved pillar 沿碳酸盐岩垂直裂隙或溶沟等进行溶蚀、侵袖后，残留的柱状岩体。

【石芽】 stony sprout 地表水沿碳酸盐岩表面裂隙溶蚀，形成纵横交错的脊状岩体。是岩溶区平缓岩层坡面上常见的一种景象。其高度由半米至一、二米，有的高十余米以上。有的成群裸露子地表，有的成群埋藏于地下。石芽的形态受岩性和构造裂隙控制。有的呈尖脊状、尖刀山状，有的呈车轨状、棋盘状和石林状。

【石林】 stone forest 岩溶地区发育的一种特殊地貌形态。它是在热带气候条件下，产状平缓裂隙发育的厚层碳酸盐岩区，在水的溶蚀作用下形成的一种高大的石芽。石芽之间有很深的溶沟，沟壁陡直，壁上常有溶蚀凹槽。云南路南石林，高达 50 米，形态上有的尖峭如剑。有的薄若刀刃，或状若碑林，实际上已近似峰林。为我国著名的风景区。



【峰林】 hoodoo 岩溶地区发育的一种特殊地貌形态。它是亚热带气候条件下，产状平缓、裂隙发育的厚层质纯石灰岩区，在地下水溶蚀作用下，产生的一种高大、孤立、分散的光突石峰，叫做溶峰，如广东肇庆七星岩，广西桂林伏波山等。有的成群出现远望如林，故称峰林。峰林的形态受构造控制，在褶皱舒展、产状平缓的石灰岩区多呈现星点分布的圆筒状峰林；在褶皱紧密、产状倾斜的石灰岩区多呈现条脊状排列的锥状峰林。此外还有峰丛，它们是连座峰林。这些峰林是岩溶发育全盛时期呈现的景象。我国广西桂林、阳朔漓江两岸等地的峰林，就是这种类型，是闻名世界的风景区，故有“桂林山水甲天下，阳朔山水甲桂林”之称。峰林的特征和分布是解释构造的重要标志。



【峰丛】 series of peaks 又称连座峰林。因岩溶山峰的基部彼此相连而得名。峰丛与峰林的区别主要在峰体与基部的比例关系，峰丛的基座部分大于峰体。峰丛是峰林区经地壳抬升，沟谷、洼地切割加深，增大基座高度而成；或是峰体间的沟谷在新的侵蚀基面条件下刚开始发育阶段的表现。

【老人峰】 tower karst，old man－like peak，laoren peak 又称老人山式山峰。岩溶孤峰的一种型式。因广西老人山而得名，其山坡一侧陡峭，一侧缓倾，俨若一佝偻老人。这种孤峰多发育于单斜构造的岩层区。

【独秀峰】 岩溶孤峰山地的一种型式。因广西桂林同名山峰而得名。山峰呈圆柱状，边坡均陡峭，多发育于产状水平，厚层、质纯的石灰岩区。

【溶峰】 dissolued peak 指岩溶发育的地区形成的一种高大、孤立、分散的尖秀的石峰。

【盲谷】 blind valley 是岩溶地区发育的一种死胡同式的河谷。岩溶发育地区，河流遇到落水洞转入地下时，因河谷前端未曾受过水流溶蚀，常形成陡坎。这种在地表没有通路的河谷称盲谷。它是岩溶地区一种貌似无头又无尾的河谷。它的头尾实际有伏流流入和流出。

【干谷】 dry valley（wadi） 岩溶区地表河流的一段河道，由于岩溶发育，水流循岩溶负地形转入地下而干涸。干谷曾经是某一时期的一段地表河流的河谷，因此对该区地貌发育史的研究很有意义。

【岩溶泉】 karst spring 岩溶地下水的天然露头。岩溶泉常出露于山麓或河、湖、海的沿岸地带。根据形成条件、流量动态、水动力特征等进行分类。

【溶谷】 karst valley 碳酸盐岩的裂隙与断裂被溶蚀、冲刷或溶沟进一步发展，形成两壁陡峭，宽度较小，深度较大的沟谷，称溶谷。

【溶隙】 solution crack 岩溶的一种微地貌。岩溶水深部循环带内，地下水沿岩层裂隙溶蚀成的细小缝隙。

【溶孔】 vugular pore space 岩溶地区的一种微地貌。发育于岩溶水深部循环带。由地下水缓慢溶蚀形成的细小孔洞（直径一般几毫米至十余厘米）。溶孔有随深度加大而减少变小的趋势。

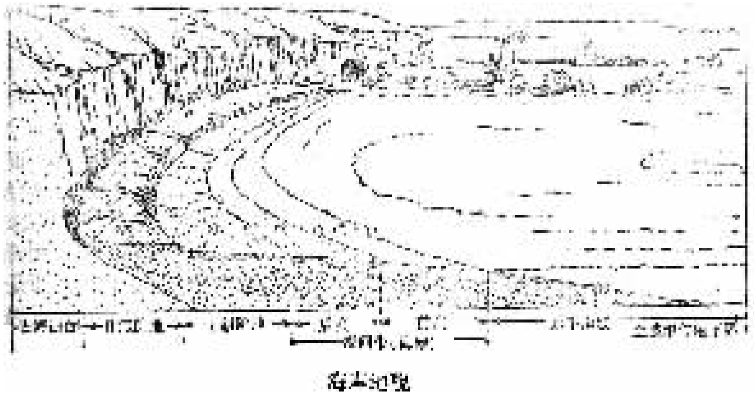
【岩溶旋□】 karst cycle 岩溶发展的顺序，从幼年期开始，通过壮年期以至老年期，完成一个发展序列，称一个岩溶旋□。司威治认为岩溶发育幼年期的地面特点是地表为溶蚀起伏面，河系保存完善，地面出现许多石芽、溶沟及少数漏斗。早壮年期时，漏斗、落水洞、干谷、盲谷、溶蚀洼地广泛发育，地表河多变为地下河，只有主河仍然存在着。晚壮年期时，由于洞顶坍塌，地下水又转为地上河，有大量溶蚀洼地、坡立谷和峰林。老年期地表水广泛发育，出现了泛滥平原，其上残留着一些孤峰和残丘。例如我国长江三峡两岸石灰岩高山，云南路南石林区为幼年期与早壮年期的岩溶，桂林阳朔一带，为晚壮年期的岩溶，广东肇庆的七星岩则为老年期岩溶。

【岩溶剥蚀面】 karst denudation plane 在地壳运动相对稳定的碳酸盐岩分布区，遭受区域性的强烈溶蚀作用后，在较大的面积内形成的孤峰波地，这种区域性的剥蚀面，叫做岩溶剥蚀面。当地壳相对上升运动较强时，剥蚀面被侵蚀切割，原有的岩溶景观受到破坏，同时发育新的岩溶观象。如果地壳多次阶段性上升，则形成多级区域性岩溶剥蚀面。

【易溶性岩石】 soluble rook 有些岩石含有易溶解的矿物，如 $CaCO_3$，NaCl 等；或者是由易溶解矿物组合而成，如碳酸盐类岩石（石灰岩、大理岩）、硫酸盐类矿物（石膏）及卤盐（岩盐）等，这些岩石遇水以后就容易部分或全部溶解。

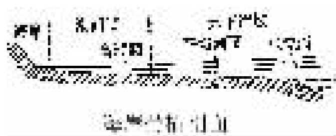
海岸地貌

【海岸地貌】 coastal landform 出现于海岸带由波浪、潮汐、海流、沿岸流等海洋营力作用形成的地貌。它在形成过程中和形态结构上还受着海岸带陆地地形（包括坡降、平面轮廓）、地质构造、海面升降以及河流、生物的影响。海岸地貌包括海蚀作用形成的海蚀崖、海蚀台、海蚀穴等各种海蚀地貌和海积作用形成的海滩及各种形式的沙坝等海积地貌。当陆地与海面发生相对的升降变化后，古海岸地貌的遗迹就处于海面以下的不同深度或出露于海面以上的不同高度。



【海岸】 coast 自低潮线向陆到达波浪作用上界之间的陆上狭长地带。

【海岸带】 coast zone 陆地与海洋相互作用的地带。它包括沿岸的陆地部分，潮间带和水下部分（即水下岸坡）。陆上部分直到现代海岸地貌分布的上界；水下部分直到波浪作用的下界，即相当于$\frac{1}{2}$波长的深度。现代海岸带是第四纪最后一次冰期消融引起的海面上涨，大致于六千年前淹没到现今的位置才形成的。因此，海侵前的陆上地质和地貌往往控制着现今海岸的轮廓和宏观特点。而波浪、潮汐和海流等海洋动力固素则在积极地改造海岸带陆地，塑造出独特的海岸地貌。在长期而强烈的地质作用下，甚至可将崎岖曲折时海岸夷平或填平，并且相应地形成和缓的岸坡剖面。海岸带的研究对海滨地区的工农业生产，以及找矿、航运、港工和国防都具有重要意义。



【海岸线】 coast line，beach line 海水与陆地的接触线。一般指海边在多年的大潮时高潮所到达的界线。它随水面的涨落而向陆或向海移动。地质历史时期的海岸线称古海岸线。我国东部临海，仅大陆海岸线的长度约 18000 余公里。

【高潮海岸线】 high – tide shore line 高潮时海水与陆地的接触线。

【低潮海岸线】 low – tide shoreline 低潮时海水与陆地接触线。

【滨线】 shoreline 平均潮位的海岸线。

【海滨】 littoral 海岸带的一部分。指低潮线到最大的波浪达到的上界之间的地带。它包括前滨、后滨和外滨。有时对陆地濒临海洋的部分也泛称海滨。

【前滨】 foreshore 海岸带的一部分。指平均潮位到低潮线间的地带。

【后滨】 backshore 海岸带的一部分。指平均潮位到最大波浪达到的上界之间的地带。

【外滨】 offshore； 海岸带的一部分，低潮线以外的部分。

【海面】 sea－level 海洋的自由水面。

【平均海面】 mean sea level 又称水准面或零点，为多年观测的潮水位的算术平均值。是地面上测量高度和海洋中测定深度的基准面。海面是海洋自由水面的位置。不同时期和不同地点的平均海水面略有差异，我国规定按1956年青岛验潮站观测的数据，即黄海平均海面作为零点。测量海洋深度所用的基准，则采用海图深度基准面。它与实际出现的最低潮海面基本一致，是根据潮汐水位观测和天文数据计算求出的。

【水准面】 water level 即“平均海面”。

【零点】 zero water level，zero datum 即“平均海面”。

【海面升降】 sea level fluctuation 世界海面，一方面受潮水涨落、气候变化等因素的影响，发生短期性（日、月、季节性）升降变化，幅度一般可达几米到十几米；另一方面，一年或多年的平均海面还受地质、天文等因素的影响而发生长期性升降变化，其幅度在一定的地质时期可达几百米以上，造成大规模的海侵与海退。世界海面长期性变化的原因，为陆地上冰盖和冰川的形成或消融，使海水量相应地减少或增多；岩石中和地球深处水的释放使水量增多；地壳的升、降使海盆容积增大或减少；沉积物充填海盆；地球自转速度变化，转速变快时使低纬区海面上升，高纬区海面下降；反之则高纬区海面上升，低纬区海面下降。在一定地质时期内海水的升降是以某一原因为主。第四纪时，世界海面大幅度变化的原因主要是冰川的进退，在17000－18000年前第四纪最后一次冰期的尾期，世界海面大致在现今海面下100米处。后因冰川开始大量消融，海面迅速上涨，大约到六千年前海面才接近于现今的位置。

【潮间带】 intertidal zone 指高、低潮之间的地带，随潮汐涨落淹没或露出。潮间带的宽度受海岸坡降的控制，海岸坡降愈平缓，潮间带的宽度愈大，反之，潮间带狭窄。

【激浪带】 surf zone，breaker zone 又称破浪带。指自波浪开始变形产生破浪地点到岸边之间的地带。其宽度受水下岸坡坡度的制约，通常在100—200米之间，坡降平缓的海底其宽度可达数百米。在激浪带由于激浪作用常形成沿岸沙堤。

【破浪带】 breaker zone 即“激浪带”。

【波蚀基面】 wave base 又称波蚀临界深度。指波浪对海底地形产生作用的下界。

【波蚀临界深度】 crifical depth 即波蚀基面。

【水下岸坡】 off – shore slope 指海岸带的水下斜坡部分。它的范围是自低潮线以下一直到波浪作用下界（即相当于$\frac{1}{2}$波长的深处）之间的地带。一般海滨所见的大浪，波长在40—80米左右，也就说波浪作用的下界在20—40米左右。

【岩岸】 rock coast 由基岩构成的海岸。受岩性和构造控制明显，常具曲折陡峻的外貌。其海岸线蜿蜒曲折、岬湾交错，港湾分歧、岛屿星罗棋布；剖面形态呈凸形，地形险峻，起伏大，水下岸坡陡而窄，多形成深水良港。由于海蚀作用，沿岸形成形态多姿的海蚀地貌和堆积地形。岩岸根据形态、构造运动与海岸切割性质及成因等还可进一步细分为各种类型的海岸。如海蚀港湾岸、海积夷平岸、上升海岸、下降海岸纵及横向海岸、纵向海岸、断层海岸和断块山海岸等等。

【上升海岸】 elevated coast，coast of emergence 由陆地上升或海面下降形成的海岸。它的特征是常保留有古海蚀穴、古海蚀崖和海滨阶地等古海滨地貌，我国北方的基岩岸多有上述古海滨地貌现象。缓斜的浅海底上升后，出露水面形成淤泥质或沙质海岸，海岸线一般是平直单调，缺乏良港，如我国雷州半岛西北部至北海一带的海岸。

【中性海岸】 neutral coast 陆地或海面的升降都不明显的海岸。

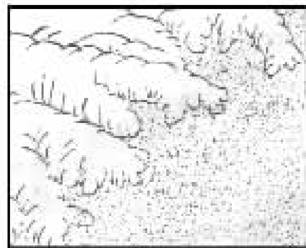
【下沉海岸】 sinking coast，sub merged coast 因陆地沉降或海面上升，陆地没于海水以下形成的海岸。在古海岸地貌及沉降幅度影响下，多形成溺谷、三角湾、峡湾、里亚斯型海岸和多岛海岸等各种海岸地貌。这种类型的海岸，海岸线一般较曲折，多岬角、半岛和岛屿，并有深水道和良港。

【纵向海岸】 longitudinal coast 海岸线延伸方向同沿岸构造线略呈一致的海岸。太平洋的海岸多属这一类型，故又称太平洋型海岸。

【达尔马提亚型海岸】 Dalmatian coast 纵向海岸的一种。指山地海岸中海水淹没与海岸平行的山脊及谷地而形成的海岸。港湾、岛屿多呈长条状，以亚得里亚海东岸的达尔马提亚海岸最为典型而得名。我国珠江口的万山群岛一带有部分表现。

【横向海岸】 transversal coast 海岸线延伸方向与沿岸构造线横交的海岸。大西洋的海岸多属这一类型，故又称大西洋型海岸。

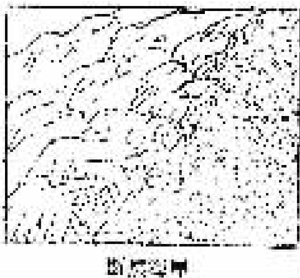
【里亚斯型海岸置】 Rias coast 横向海岸的一种。指山地海岸中，海水淹没与海岸呈直交的谷地而形成的海岸。即由于地面沉降或海水上升，沿海谷地与山脉形成与海岸正交的漏斗状海湾和岛屿、半岛。海岸曲折呈锯齿状，以西班牙西北部大西洋岸的里亚斯地区最为典型故名。我国的福建省海岸也属这一类型。


里亚斯型海岸

【斜向海岸】　insequent coast　海岸延伸线方向与构造线斜交的海岸。

【断块山海岸】　block mountian coast　断块山地被海水淹没形成的海岸，以希腊海岸最为典型。

【断层海岸】　fault，coast　断裂构造形成的海岸。如台湾省的东海岸是举世闻名的大断裂构造形成的海岸。



断层海岸

【山地港湾海岸】　indented coast of a hilly region　是下沉海岸的一个类型。指海水淹没陆地上侵蚀山地形成的海岸。在海水浸没的情况下，岬角和湾顶都为深水占据，成为港湾。如辽东半岛、山东半岛及闽粤等地的海岸。山地港湾海岸由于水深而岸线曲折，常开辟力优良海港。

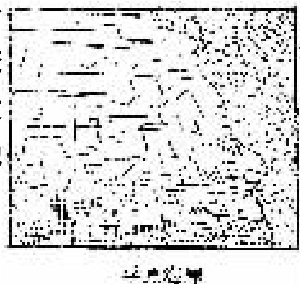
【海蚀港湾岸】　indented coast of erosion　地港湾海岸在发展过程中，岬角和湾顶，由于海水深度大，水岸坡陡，在海浪的作用下，广泛受海蚀作用的海岸。

【海蚀夷平岸】　coast leveled by marine erosion　山地港湾型海岸，在发育过程中，全部为深水占据，因岬角和湾顶都受海蚀而后退，但岬角处因波能辐聚，海蚀速度快，海湾处因波能辐散，海蚀速度慢，故岬角后退快，逐渐形成平面上近于平直，实际上则成波浪线形的海岸。我国辽东半岛南端属于初期的海蚀夷平岸

【复式夷平岸】　coast leveled by marine erosion and accumulation　又称海蚀海积夷平岸。山地港湾海岸受海水淹没后，由于岬角处水深岸坡陡，海蚀盛行而不断后退；海湾处因水浅岸坡缓，堆积盛行。海蚀产物进入湾内形成堆积地貌，海湾被封闭或全被充填，湾内海蚀作用完全停止，结果湾内岸线向海推进，岬角部分的岸线向陆后退，形成了海蚀地段与海积地段相间的近于平直的海岸，称为复式夷平岸。不同发育阶段的复式夷平岸在我国辽东半岛、山东半岛、广东等地海岸都很普遍。

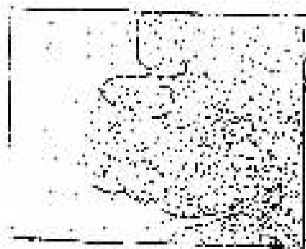
【喀斯特海岸】　karst coast　下沉海岸的一个类型。指海水淹没岩溶发育区峰林所形成的海岸。如下龙湾海岸和大连黑石咀海岸即属此种类型。

【平原海岸】　plain coast　沿岸的大陆面和水下岸坡十分平缓的一种低缓而平坦的海岸。它通常是由平原地形被海水淹没后逐渐改造而成，故名平原海岸，又称平坦海岸。它主要发育于构造坳陷沉降区，受波浪作用，可形成各种各样的海积地形，淤泥质浅滩和潮成三角洲等，其组成物质颗粒较细，多为粉沙和淤泥质。



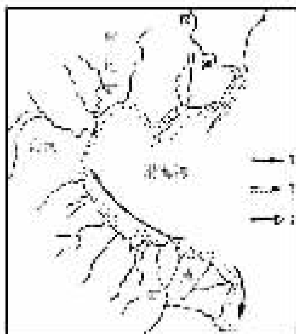
平原海岸

【海积夷平岸】 coast leveled by marine accumulation 在海水淹没的平原上，由于海岸带物质来源多，水下岸坡平缓，海岸以堆积作用为主，在水下岸坡下部发生冲刷，冲刷产物沿岸坡上移，形成水下堤、离岸堤、海滩等，使海岸因堆积作用而夷平，这种海岸称海积夷平岸。不同发育阶段的海积夷平岸，我国渤海湾西岸，苏北海岸，台湾省西岸都有分布。



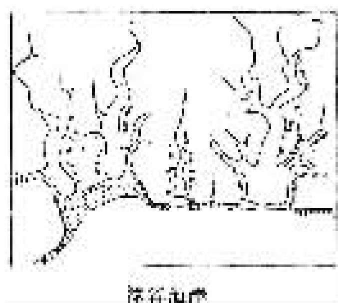
【堆积平原海岸】 constructional plain coast 海水淹没滨海堆积平原形成的海岸。例如华北平原、长江下流平原等海岸。

【淤泥质海岸】 puddly coast，silt coast 又称泥滩岸。主要由粉砂及粘土淤泥组成的海岸。是海流或河流携带的粉沙，淤泥物质被涨潮潮流搬运到海岸地形浅平、波浪微弱的港湾顶部、河口区或有地形屏障的海岸带，在落潮前的间隙沉积而成。发育典型的淤泥岸，坡度平缓，宽度很大，可达4—5公里以上，沉积物自海向陆由粗变细。位于低潮海面以下的水下岸坡，因受波浪作用，沉积物质较粗含沙较多。位于高低潮海面之间的宽广潮滩，是涨落潮流作用带，沉积有大量的粉沙和富含有机质的淤泥，因受潮流的冲刷作用，常形成多数潮沟。位于高潮面附近及其以上的湿地，生长有大量盐生植物，是原来的潮滩，因堆积旺盛、扩大加高而成，只有特大高潮时海水才能波及。淤泥质海岸上的湿地和潮滩是发展围垦、开辟盐田和养殖场的有利地带；但开辟在这种海岸带的港口易受泥沙回淤。淤泥质海岸在我国见于渤海湾西岸，苏北海岸和辽东半岛东北段海岸；此外在粤、闽、浙等省的一些港湾顶部也有小片发育。



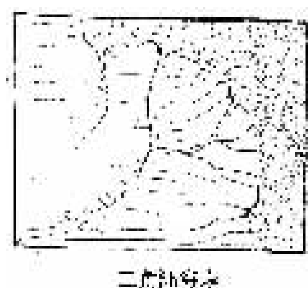
【泥滩岸】 mud flat coast 即“淤泥质海岸”。

【溺谷海岸】 liman coast 下沉海岸的一个类型。河口海岸的一种。是在平原海岸中，海水淹没大河口，形成口部有沙咀的海岸。



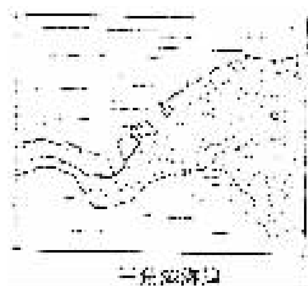
溺谷海岸

【三角洲海岸】 delta coast 在平原河口区三角洲广泛发育的一种海岸。这种海岸有大的河流入海，物质来源充足，有大量泥沙沉积物堆积，能使陆地向海延伸几十公里以上，河流是形成这类海岸的主导因素。



三角洲海岸

【三角湾海岸】 estuary coast 是在平原海岸中，溺谷海岸经受潮流和波浪的冲刷，扩展成喇叭口形的海岸。如我国钱塘江口的海岸。



三角湾海岸

【生物岸】 biogenic coast 海岸带的某些生物（如红树林、珊瑚等），在生长发育过程中所形成的具独特形态的海岸类型，常见的有红树林海岸、珊瑚礁海岸。

【珊瑚礁海岸】 reef coral coast 由珊瑚礁（即珊瑚、石灰藻以及有孔虫等造礁生

物的灰质骨骼残体）堆积而成的海岸。一般在近岸处形成岸礁，如赤道海岸、巴亚海岸以及我国台湾省、海南岛的某些地区。在离岸较远的浅海多发育成堡礁，或组成环形群岛的环礁等。如我国西沙群岛海岸。



珊瑚礁海岸

【红树林海岸】 mangrove coast 红树林是生长在热带、亚热带泥沙海滨，以红树科为主的常绿灌木或乔木丛，它具有大量直立于水中的气根，可以减弱波浪强度，阻留潮流携带的淤泥物质使之就地沉积，形成一片含大量枯枝残根的淤泥岸，称红树林海岸。我国广东、福建和浙江等省的沿海，解放后已成功地进行了红树林移植护岸、护堤的工作。



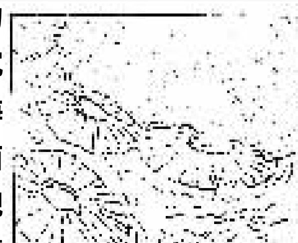
红树林海岸

【峡湾海岸】 fjord（－type） coast 山地古冰川作用区的冰槽谷，被海水浸没形成的海岸。如斯堪的那维亚半岛的海岸，即为典型的峡湾海岸。



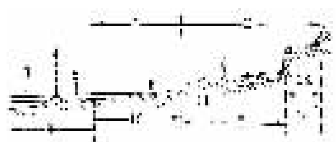
峡湾海岸（挪威）

【火山海岸】 volcanic coast 火山喷出或溢出物质堆积而成的海岸。有的由火山熔岩构成；有的可由火山锥或火山口被海水淹没、侵蚀形成火山海岸。如我国海南岛的北部海岸。



火山海岸

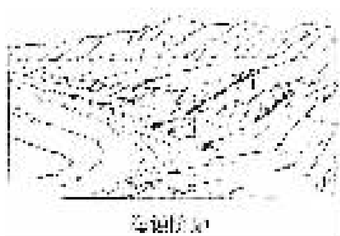
【海滨阶地】 littoral terrace 因海面下降或陆地上升，海蚀台或海滩出露海面而形成的阶梯状地貌。由海蚀台构成的阶地，称海蚀阶地，阶地面上可残留有少量沙砾等海滨沉积物；由海滩构成的阶地，称海积阶地。同一地区的海岸或海面经历多次升降后，便形成多级阶地。其中因陆地下沉或海面上升没于海面以下的阶地称水下阶地。研究阶地的位置、规模、形态、高度变化、物质组成等，对于探讨海岸地区的地壳运动、海陆变迁有重要意义。



海滨阶地

1.现代海岸；2.古海岸；[illegible]；[illegible]；[illegible]；7.古[illegible]；[illegible]；9.水下[illegible]；10.[illegible]；11.[illegible]；12.[illegible]；[illegible]

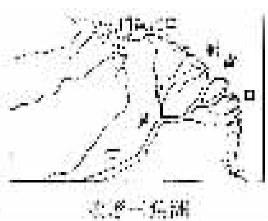
【海蚀阶地】　abrasion terrace，rock bench　海面下降或陆地上升，海蚀台出露海面而形成的阶状地貌。详见“海滨地貌”。



【海积阶地】　marine deposition terrace　海滩出露海面而形成的阶状地貌。详见“海滨地貌”。

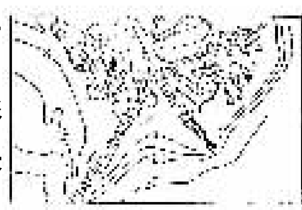
【三角洲】　delta　河口区的冲积平原。是河流补给的使海岸线不规则向外伸展的沉积体系。河流在入海或入湖的河口区，因河床比降减小，流速降低，水流分散，动能减弱，夹带的泥沙便堆积下来，形成扇形堆积体，称三角洲。在三角洲形成的整个过程中，进行着两个对立趋势的斗争，使三角洲向海延伸、而海浪又削去它的最突出部分。由于三角洲上汊河的数量、大小、分布和夹沙量的变化较大，而使三角洲的形态复杂多样。一般多呈扇形、此外还有鸟足状和三角湾状等形态的三角洲。典型三角洲的结构是由顶积层、前积层和底积层三部分组成。除顶积层的近河口部分露出水面成为水上三角洲外，其余部分均没于水下成为水下三角洲。三角洲是大量有机物沉积的场所，对形成石油和天然气极为有利。世界上许多著名的油田区多分布在近代和古代的三角洲上。此外，三角洲地势低平，河网交错，是良好的农耕地区。

【扇形三角洲】　fan delta，arcuate delta　是三角洲中常见的一种形态。它是在海水较浅，河流含沙量较多，河口区汊流较多的自然条件下形成的。当河流入海后，大量泥沙堆积，每一汊河均向外推进，波浪则不断冲刷最远的汊河，并把冲刷的泥沙较均匀地堆积于汊河之间的凹地里，结果使三角洲呈放射状全面向海推进，外形上很象扇子，故称扇形三角洲。我国黄河三角洲是扇形三角洲的典型实例。



【鸟足状三角洲】　bird－foot delta　是三角洲平面形态的一个类型。它的成因是含沙量大的河流在河口区分为几个大小不一的汊流，以不同的速度和不同的方向向海推进，其中最大的汊河常夹带大量泥沙以最快的速度向海伸展，沿河床两侧形成狭长的天然堤、因而汊流形成的天然堤参差不齐，形似鸟爪，故称鸟足状三角洲。每一单独汊河形成的天然堤状似一长条形的桨叶，故又称桨叶状三角洲。以美国密西西比河三角洲最为典型。

【尖形三角洲】 cuspate deita **又称鸟嘴状三角洲。为三角洲平面形态的一个类型。它是由于河流在海洋或湖泊的入口附近没有明显的汊河或受流量、含沙量以及海流、波浪的影响，使主流的沉积物有条件突出堆积于海上而形成的。我国长江三角洲即属此种类型。**





【三角湾状三角洲】 estuarine delta，negative delta **在三角湾内形成的三角洲。是地壳在下沉的条件下，河流含沙量不大，而堆积在湾内形成小片的三角洲。其外形仍受三角湾的控制，这类三角洲称三角湾状三角洲，它是三角湾与三角洲的过渡形态。辽河口三角洲和鸭绿江口三角洲属于此种类型。珠江三角洲可能是由三角湾状三角洲发展而来的。**



【海积平原】 marine deposition plain **指在海岸带的砾石滩、沙滩及泥滩等扩展延伸形成的广大平坦地面。**

【三角湾】 estuary **又称三角港。一种喇叭形的河口海湾，是河流的河口段因陆地下沉或海面上升被海水浸没而成的海湾。三角湾一般形成在下沉海岸区，潮汐作用很强，河流夹沙量很少的河口。我国钱塘江口的杭州湾就是典型的三角湾。**

【三角港】 estuary **即“三角湾”。**

【海滩】 beach **海岸带的一部分。位于平均高潮线与平均低潮线之间，地面呈平缓的向海倾斜，由泥沙及砾石组成。根据主要的组成物质，可分为泥滩、沙滩和砾滩三种。广阔的沙质海滩上，常发育有风成沙丘，或形成海滨砂矿和建筑材料基地。海滩大规模发育的结果即扩展成海积平原。**



【潮滩】 tidal beach **又称潮浦。海岸带的一部分，即在潮间带出露的沙泥滩。**

【潮浦】　tidal flat　即“潮滩”。

【潮沟】　tidal channels　指在沙泥质潮滩上形成的冲沟。

【滨岸堤】　海滩上重要的次一级地貌单元。是大风浪作用下泥沙比较集中地进入海滩时，沿海滩外缘堆积的堤状地形。有沙堤、砾石堤及大量贝壳与沙混合而成的贝壳堤，向海一侧坡底较缓，向陆一侧因是自然堆积坡，坡底较陡。它的平面分布与形成时的海岸线平行，常多条成束出现。堤顶高度反映最大风浪的高度和海面升降的变化。由于海岸的坡向、坡降，风浪及泥沙来源不同，滨岸堤的发育程度也有区别。滨岸堤形成后常被后期侵蚀破坏。

【砾石堤】　shingle beach ridge　海岸带沙滩、砾滩外缘，主要由砾石组成的一种滨岸堤。它的发展反映了一个具有大量砾石来源以及定向风浪作用为主的海湾环境。我国山海关海岸带附近，自大石河口以西的沙砾滩外缘有数条很长的砾石堤，略呈东西向平行海岸分布。砾石的主要来源是洪水期被大石河自山区搬运入海，在持续而定向的东北风的大风浪期，砾石比较集中地被激浪流再搬运到海滩，在海滩外缘形成长堤。

【贝壳堤】　shell beach rjdge　又称蛤蜊堤。指海岸带淤泥质海岸平原上由海生贝壳碎屑和细沙、粉沙组成的一种滨岸堤。它的发展反映了一个具有粉沙底质、水清而咸，以波浪潮汐作用为主的有利于贝类生长的海湾环境。我国自天津附近东至海边的沙泥质平原上有四条很长的贝壳堤，沿着同渤海湾现代海岸大体一致的方向自北而南分布。它们是古黄河远离天津入海时形成的渤海湾古海岸线的遗迹。也是海岸线后退的重要标志。

【沙坝】　barrier　又称沙堤。是由波浪、激浪流作用下堆积在海岸带沙滩外缘海中的长条形堤坝状海积地貌的统称，由沙或砾石组成，常混杂有贝壳碎片等其它物质，顶部一般出露于海面之上。沙坝长达几公里，宽达几百米，高出海面可达数米。由于堆积的位置不同而有岸外坝、拦湾坝、连岛坝、沙嘴等不同的名称，根据海岸地形、沉积物来源和波浪作用方向的变化常发育成弧状、环状、钩状等多种形状的沙坝。它的发育反映了一个具有大量沙源及定向风浪为主的海湾环境。我国海岸带的沙滩外缘，分布有各种类型的沙坝。



【岸外坝】　offskore bar　又称离岸坝。是波浪、激浪流作用下堆积而成的略与海岸平行的狭长堆积地貌。它常近潮流流向延伸，未露出海面的称水下沙坝，出露海面以上的称岸外坝。在波浪推动下，岸外坝逐渐向陆地移动，最后并于海滩中。在渤海湾的基岩岸港湾的海岸部分广泛分布。

【离岸坝】 offshore bar 即“岸外坝”

【水下沙坝】 underwater barrier 未出露海面的与海岸略成平行的狭长堆积地貌。详见“岸外坝”。

【沙嘴】 spit，sand spit 指根部同陆地相连，尾端伸入海或湖中的狭长的堤坝状地貌，常形成于岬角和河口处。它的前端略向内侧弯曲，向海侧的坡度一般较大。在形成过程中如果波浪和沿岸流的方向发生变化时，常在它的内侧形成小型弯曲的沙嘴。分布于河口的沙嘴，它的位置常因枯水期和洪水期水流的冲刷变化而不断移动。

【拦湾坝】 bay mouth bar 一端与海岸相连，一端向海伸展横拦湾口的沙坝。有时能将海湾完全封闭。位于湾口的拦湾坝称湾口坝，位于湾中的称湾中坝，位于湾顶的称湾顶坝。

【湾口坝】 bay mouth bar 位于湾口的一端与海岸相连的沙坝。详见“拦湾坝”。

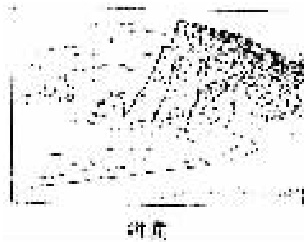
【湾中坝】 mid－bay bar 位于海湾中的沙坝。详见“拦湾坝”。

【湾顶坝】 bay head bar 位于海湾湾顶的沙坝。详见“拦湾坝”。

【连岛坝】 tombolo 又称连岛沙洲。是连接岛屿与岛屿．或者连接岛屿与大陆的沙坝。是在沿岸流作用下由泥沙逐渐堆积而成。

【陆连岛】 Iand－tied island 以连岛坝与大陆相连的岛屿，曾称陆系岛，如山东烟台的芝罘岛。

【岬角】 promontory，naze，cape，headland 伸入海、湖中的尖角形陆地。常见于半岛的前端，是由剧烈的海蚀作用形成。如我国山东的成山角，非州南端的好望角。



【地角】 一般是指大洲向海洋突出的尖角。

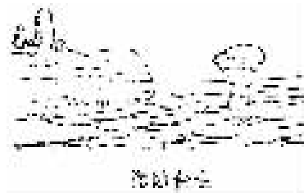
【溺谷】 submerged valley，liman，drowned valley 海滨的河谷或山谷，因陆地下沉或海面上升而被海水淹没形成的狭长海湾，水下保有古河道，是沉降海岸特有的海岸地貌。我国溺谷常见于粤、闽、浙等省的海滨。有的湖滨也形成类似的溺谷。

【滩角】 beach cusp 沙砾质海滩上，由波浪作用造成的，向海作三角形突出的微地貌形态。若成群分布常连接形成锯齿状的沙滩或砾滩。

【海蚀】 marine erosion，abrasion 泛指海水对陆地的破坏作用。包括海水对陆缘的冲蚀、波浪袭击；携带沙砾的海水对陆地产生的磨蚀、擦蚀；以及海水对岩石的化学

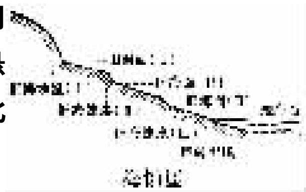
溶蚀作用；H 狭义的海蚀，主要是指波浪、潮汐及海流等对陆地的侵蚀作用。海蚀作用程度与波浪的强度、海流的方向、海岸地势、岩石性质及地质构造等因素有密切关系。

【海蚀台】 wave cut bench，marine bench 在地壳稳定的条件下，海蚀崖长期受携带泥沙的激浪的磨蚀，不断后退，并在其前方形成一个向海微斜的近似平坦的基岩台地。其上常覆有沙、砾等海积物，或残留有较坚硬岩石形成的海蚀柱或海蚀残丘等，低潮时部分出露海面，高潮面没于海面之下。我国基岩海蚀崖前大都有海蚀台出现。由于陆地上升或海面下降，海蚀台被抬升后即形成海蚀阶地。



【浪蚀台】 wave cut bench 即“海蚀台”。

【海蚀崖】 sea cliff 又称浪蚀崖。基岩海岸受海蚀作用及重力崩落作用常沿断层面、节理面或层理面形成的陡壁悬崖。在海蚀崖与高潮海面接触的地方常有海蚀穴形成。我国北方基岩海岸带都有发育完好的海蚀崖。



【浪蚀崖】 wgve cut cliff 即“海蚀崖”。

【海蚀柱】 sea stack 海蚀台上残留的锥状或柱状基岩。有时是海穹因受长期侵蚀拱顶下塌而成。我国

辽东半岛以及山海关秦皇岛和北戴河附近的基岩海岸带，海蚀台上都有残留的海蚀柱。有的形成海蚀蘑菇。



【海蚀穴】 sea cave 海蚀岩岸与海面（一般是与高潮海面）接触处受海蚀作用形成的断续凹槽，又称海蚀槽。其中深度大于宽度的称海蚀穴或海蚀洞；深度小于宽度的称海蚀龛或海蚀壁龛。多位于海蚀崖和浪蚀台前缘陡坎的基脚处。我国北方的基岩海岸带可以见到不同高程的海蚀穴，是海岸抬升的重要标志之一。



【海蚀洞】 sea cave 即“海蚀穴”。

【海蚀龛】 sea chasm，sea－cut no－tch 又称海蚀壁龛。指海蚀岩与海面接触处受海蚀作用形成的深度小于宽度凹槽。

【海蚀壁龛】 wavc－cut notch 即“海蚀龛”。



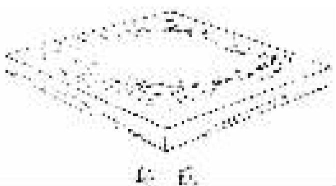
【海穹】 sea，arch 又称海蚀拱桥。指岬角两侧基脚处的海蚀洞穴受波蚀作用，不断扩大加深以致穿通所形成的拱桥状地形。我国北方北戴河金山嘴附近有典型的海穹。

【海蚀拱桥】 sea arch 即“海穹”。



【泻湖】 lagoon 是由沙坝、沙嘴或滨岸堤与海洋隔离开的海滨浅海湾。由于堆积作用的强度和时间的不同，有的仍有水道与大海相通，或在高潮时相通，仍是咸水；有的泻湖则同外海完全隔绝逐渐变为淡水湖。堆积作用若继续进行时，泻湖可被淤浅成为沼泽，甚至形成海岸平原。我国著名的太湖、西湖等淡水湖就是与海完全隔离的古泻湖。天津北大港和南大港都是由贝壳堤所封闭的泻湖。地质时期的泻湖常是盐类矿床、煤炭、石油、天然气、铝土矿等重要资源的产地。

【礁湖】 reef lake 环礁的中央水盆或堡礁与大陆之间的水域。



【海底河槽】 submarine channel 较大的河流入海以后，仍继续切蚀海底形成的水下河谷，详见“侵蚀基准面”。

【海岸平衡剖面】 seashore profile of equilibrium 又称海岸均衡剖面。指在地壳相对稳定条件下，近岸海底受波浪作用形成的向海呈平缓倾斜的既不受侵蚀也不堆积的理想岸坡剖面。

【海岸均衡剖面】 equilibrium pro file of coast 即“海岸平衡剖面”。

【示踪沙】 tracing sands 又称标志沙。为具有人工标志的泥沙或类似物。将其投放于海岸带、浅海海底，用以追踪泥沙的移动方向、速度和规模，是研究泥沙流的重要方法。主要有荧光沙法、染色砾石法和放射性法，分别适用于沙质、砾质和淤泥质海岸。前两者投放后经一定时间取样，观察沙样中荧光沙或染色砾石的数量，根据投放与

采样的时间间隔和空间距离，计算沙和砾石流移动的速度、方向和规模；后者则无需取样，而是以船上伸入水中的探头，探寻放射性示踪沙的踪迹和放射性含量、并用以计算泥沙流的速度、方向和规模。

【标志沙】　indicative sands　即“示踪沙”。

【留明沙】　luminating sands，fluo rescent sands　即“示踪沙”。

湖泊地貌

【湖泊地貌】　landform of lakc　在内动力或外动力地质作用下，陆地上形成的积水凹地形态。湖盆形成原因很多，并受地质条件、气候条件等因素的控制，因此，湖泊地貌与湖盆形成原因关系很大。如断陷湖，湖岸多为平直陡峻；火口湖，因位于火山体顶端，一般高出地表，水体受火山口规模的限制；风蚀湖常呈新月形湖盆等。

【湖泊】　lake　陆地上比较宽广的天然积水凹地。它由贮水的湖盆和湖水两部分组成。按湖盆的成因，分为构造湖、火口湖、冰川湖、堰塞湖、岩溶湖、泻湖。按盐度含量分为淡水湖、咸水湖。按泄水情况可分为排水湖、不排水湖等。

【湖盆】　lake basin　陆地上容纳湖水的天然盆状凹地。它包括湖岸带与湖底区两部分。

【湖岸】　lakc shore　广义的湖岸是泛指整个湖岸带，有时则专指湖岸带的水上岸坡。

【湖岸带】　lake strand zone，lake shore zone　湖盆边缘与四周陆地相邻的地区。大湖的湖岸带可以划分为三个部分。水上部分为湖岸岸坡，坡脚位于波浪作用的上限。岸坡的高度与坡度不一，有时岸坡就是湖蚀崖；水下部分为湖岸浅滩，简称岸滩，是由湖水塑造的向湖心微微倾斜的比较平坦的水下滩地。其中近岸部分主要是由湖浪侵蚀、磨蚀而成，称湖蚀浅滩；近湖心部分主要是沉积作用而成，称湖积浅滩，浅滩的前缘为一斜坡，逐渐向湖底区过渡；在水上与水下部分之间，即湖水面与湖岸岸坡的交界线，称湖岸线。它不是固定的，是随湖水位升降而上下移动，湖岸线实际上是低水位湖面与高水位湖面之间的一个狭窄地带。

【湖岸线】　lake shoreline　湖水面与湖岸岸坡的交界线。详见“湖岸带”。

【湖岸岸坡】　lake bankslope　湖盆边缘的水上部分。岸坡的高度与坡度不一，详见“湖岸带”。

【湖岸浅滩】　lake shoal　湖岸的水下部分，向湖心呈平缓倾斜的平坦水下滩地。详见“湖岸带”。

【岸滩】　lake shoal　即“湖岸浅滩”。

【湖蚀浅滩】 lake－eroded bank 湖岸带近岸部分主要受湖水侵蚀、磨蚀作用形成的滩地。详见“湖岸带”。

【湖积浅滩】 lake－accumulated bank 近湖心部分以沉积作用为主形成的滩地。详见“湖岸带”。

【湖蚀崖】 lake cliff 湖岸特别是基岩湖岸，下部受湖浪侵蚀，上部因重力崩坍形成的陡崖。

【湖蚀洞穴】 lake eroded cave 湖蚀崖的下部，因湖浪侵蚀而成的断续分布和大致等高的凹槽。在现代湖蚀洞穴上方一定高度的地方可见古湖蚀洞穴。洞穴中有时被砂砾石充填。有的湖泊虽然现代已经消失但湖蚀洞穴仍然保存。

【湖成阶地】 lake terrace 又称湖岸阶地。指分布于湖岸地带湖水作用形成的阶梯状地形。它由阶地面及前缘坡坎组成。阶地面常是一个相当平整的、微向湖心倾斜的基岩侵蚀面，其上覆以厚度不等的砂砾石层。阶地的前缘坡坎曾是湖岸浅滩前缘的水下岸坡。由于湖岸地带构造上升或湖水水位下降，湖岸浅滩及其前缘的水下岸坡使出露到湖水面之上，形成湖岸一级阶地。湖泊在其发展过程中，可能经历多次这样的变化，便相应地形成数级湖岸阶地。现代湖泊的湖成阶地可见于青海湖等地。有些古代湖泊，如桑干河盆地中下更新世的泥河湾湖，虽然湖泊已经消失，但部分阶地及阶地上的沉积物仍保存到现代。湖成阶地对研究湖泊发展历史、湖区构造运动与气候变迁有重要意义。

【湖岸阶地】 lake terrace 即“湖成阶地”。

【湖积平原】 lacustrine plain 又称湖泊堆积平原。是由湖泊的沉积作用形成的平原。湖泊在发展过程中，湖盆中不断沉积，形成一个比较平坦的水下堆积面。当湖水浸没范围显著缩小，或向一方偏移，或湖水全部消失时，水下堆积面便部分或全部出露地表，成为湖积平原。

【湖泊类型】 types of lakes 根据不同的研究任务，采用不同的分类指标，可将湖泊分成许多不同的类型。根据湖泊起源，可分为海源湖与陆源湖、根据湖泊形成方式，可分为堰塞湖与凹陷湖；根据湖泊与海洋的关系，可分为外流湖与内流湖、根据湖泊与河流的相互关系，可分为河口湖、河源湖与连河湖；根据湖水的水量平衡关系，可分为排水湖、间歇性排水湖与不排水湖；根据湖水的水量变化，可分为常年湖与时令湖；根据湖水的热状况及水温变化，可分为暖湖、冷湖与混合型湖；根据湖水的化学成分，可分为碳酸盐湖、硫酸盐湖与氯化物湖；根据湖水的矿化度，可分为淡水湖、半咸水湖与咸水湖。

【湖盆成因类型】 genetic types of lake basin 按成因而划分的湖盆类型。一般分为：①内动力地质作用形成的湖盆，包括构造动形成的湖盆（即向斜凹地、地堑及其它断裂凹地形成的湖盆）和火山活动形成的湖盆（即火山口形成的湖盆、熔岩流表面凹地形成的湖盆）。②外动力地质作用形成的湖盆，包括河流作用形成的湖盆（旧河床形成的湖盆、冲积平原凹

地形成的湖盆）、地下水作用形成的湖盆（溶蚀凹地形成的湖盆、潜蚀——塌陷作用形成的湖盆）、冰川和冻土作用形成的湖盆（包括冰蚀凹地、冰碛凹地、冰川表面凹陷、冻土融化———地表塌陷等形成的湖盆，冰川阻塞河谷形成的湖盆）、风力作用形成的湖盆（风蚀凹地、沙丘间凹地形成的湖盆）、海洋作用形成的湖盆（海洋沉积物拦阻海湾、河口形成的湖盆）、重力作用形成的湖盆（崩坍、滑坡堆积物阻塞河谷形成的湖盆）及生物作用形成的湖盆（珊瑚环礁、堡礁形成的湖盆）。有些湖盆是多种营力复合作用形成的，如熔岩流阻塞河谷而成的湖盆是内动力、外动力地质作用共同作用的结果。

【构造湖】　tectonic lake　由地壳运动所形成的各种构造凹地，如向斜凹地、地堑及其它断裂凹地积水而形成的湖泊。如我国云南省的洱海、昆明滇池，青海省的青海湖及东非断裂谷中的坦噶尼喀湖等都是构造湖。它的特征是湖泊平面形态比较简单，湖岸线比较平直，一般面积和深度较大。

【断陷湖】　sag pond　由断层陷落形成的湖盆积水而成，它的特征是湖泊平面形态比较简单，常呈狭长状，湖岸线较平直，岸坡陡直，深度较大，分布有一定规律性。如我国云南的滇池、洱海，四川的邛海，内蒙古的呼伦池以及青海省的青海湖等；世界著名的东非大裂谷中的湖群（坦噶尼喀湖等）都是典型的断陷湖。图示云南昆明滇池断陷湖，为中生代末期形成的走向南北的西山大断层，下降侧积水成湖。湖泊南北方向长，面积约 340 平方公里，湖面海拔 1886 米。



断陷湖（昆明滇池）

【向斜坳陷湖】　由向斜拗陷或地壳缓慢下降形成向斜凹地积水而成的湖泊。这类湖泊面积较大，形态比较多样，数量较多。如我国的太湖、洞庭湖、郡阳湖；苏联的黑海等。

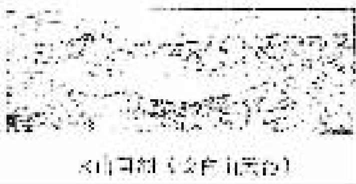
【塌陷湖】　collapse lake　地表塌陷凹地中积水形成的湖泊。地表塌陷是由于地下岩层受溶蚀、机械潜蚀或地下冻土融化所引起。融冻塌陷凹地形成的湖泊又称为融沉湖或融陷湖。



塌陷湖

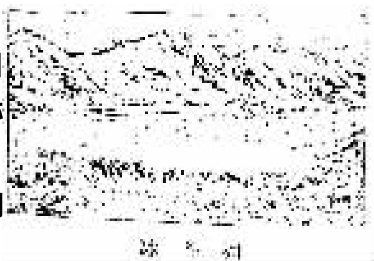
【凹陷湖】 down – warped lake 陆地上各种成因的原始凹地充水而成的湖泊，包括构造凹地湖，火山口湖、溶蚀洼地湖、冰斗湖及其它冰蚀凹地湖、风蚀凹地湖、塌陷湖等。

【火山口湖】 crater lake 火山口或破火山口中蓄水所成的湖。湖水来源于降水或地下水，有时也有从地下的岩浆中分离出来的水，这种水中含酸类物质和矿物质较多，可以使湖水呈酸性并具有特殊的颜色。火山口湖一般部都于火山的顶端，有的火山口湖因火山锥受到破坏，出现在较低的地方。我国白头山顶的天池、湛江湖光岩、腾冲火山等地都有著名的火山口湖。



【火口原湖】 atrio lake 火山原上的洼地积水而形成的湖。

【冰斗湖】 cirque lake 冰川退却后，冰斗部位积水而成的湖泊，在我国西部的高山地区多见。图为四川炉霍地区的冰斗湖。当地把湖称为“ 海子 ”或“ 错 ”，故称炉霍马海错。



【冰蚀湖】 glacial erosion lake 由冰川掘蚀形成的湖泊。

【风蚀湖】 wind – erosion lake 干旱地区由强大风力作用形成的洼地或沙丘间凹地积水而成的湖泊。其水源可以由河流注入，或由风蚀作用使凹地低于潜水面，为地下水所补给。这类湖泊较浅，且多为间歇湖或游移湖。甘肃敦煌的月牙湖，就是典型的风蚀湖，它是沙丘间凹地风蚀作用至潜水面下，得到地下水补给而成的湖，故四季有水，水量变化不大，湖泊形态呈南北狭长的新月形，长约 100 米，宽约 30 米，故名月牙湖。



【岩溶湖】 karst lake 岩溶地区的溶蚀洼地或溶洞底部积水而形成的地面或地下湖泊。一般规模较小，它的形成一般是在溶蚀洼地底部堆积较厚的残坡积物或溶蚀洼地底部为隔水岩层时；或湖盆底部低于附近潜水面时，则水流常汇集成湖。如贵州的草海，就是溶蚀洼地形成的湖泊。由地下溶洞形成的湖泊又称地下湖。



【堰塞湖】　dammed lake　又称埝塞湖，壅水湖。狭义的堰塞湖指火山喷出物、重力堆积物与冰川沉积物等形成的天然堤坝横向阻塞河谷，—上游段壅水形成的湖泊。如黑龙江省纳漠尔河一条小支流，因被熔岩流阻塞形成五大连池。1933 年四川省北部叠溪地区发生地震，山崩堆积物阻塞岷江，遂形成三个小湖。由松散沉积物形成的天然堤坝如果决口，堰塞湖便迅速消失。泻湖按其形成过程也应属于堰塞湖。

因此，广义的堰塞湖应包括由海洋沉积物、生物沉积物筑成的堤坝拦阻河口、海湾或分隔一部分海域所形成的湖泊。总之堰塞湖是由其它水域，即河流或海洋的一部分转化而来。此外牛轭湖按其形成过程与堰塞湖相似。



【壅水湖】　dammed lake　即“ 堰塞湖 ”。

【熔岩堰塞湖】　lava – dam lake　熔岩堵塞河道形成的湖泊。我国东北镜泊湖和五大连池，都是附近的火山喷出熔岩，流入河中，形成天然堤坝，拦截河水而成的湖泊。



【冰碛湖】　drift – dammed lake，moiaine lake　冰川消融时，终碛物堵塞河道或冰川谷形成湖盆，积水成湖。新疆博格达峰北坡的天池，即为第四纪冰川消退形成冰碛堤堵塞冰川谷而成。



【融沉湖】　thaw lake　地下冻土融化后地表塌陷形成的凹地积水而成的湖泊。

【融陷湖】 thaw lake 即“融沉湖”。

【海源湖】 lake of marine origin，marine lake 又称海成湖、海迹湖、残留湖。海洋的一部分转化而成的湖泊。由于海洋沉积物或隆起地块的拦阻，海湾或内海与外海隔离而形成海源湖。它可能是咸水湖，也可能已淡化成淡水湖。我国著名的太湖与西湖都是海源湖。

【海成湖】 lake originated from the sea 即“海源湖”。

【海迹湖】 lake with marine vestiges 即“海源湖”。

【残留湖】 residual lake 即“海源湖”。

【海源咸水湖】 marine－originated salt water lake 又称海源盐湖。由海洋的一部分转化而成的咸水湖。残留的海水便是湖水及其中主要离子的最初来源。在天然蒸发与降水、地表与地下径流等因素的影响下，原始湖水的化学成分与浓度有不同程度的变化。有的湖水逐步淡化，有的湖水在适宜的气候、地形条件下，仍保持其咸水性质。尚未淡化的泻湖便是一种海源咸水湖。

【陆源湖】 terrigenous lake 又称陆成湖。陆地上形成的各种湖泊。大多数湖泊均属于陆源湖。

【陆源咸水湖】 terrigenous salt water lake 又称陆源盐湖。陆地上形成的咸水湖。湖水中离子主要是由入湖河流与地下水携带而来。它主要分布于干旱与半干旱地区。在湿润与半湿润地区，如果在一湖泊流域范围内分布有岩盐地层，有时也能形成咸水湖。我国青海省的茶卡盐池、内蒙古的吉兰太盐池等都是陆源咸水湖。

【外流湖】 outflow lake 湖水排入海洋的湖泊。位于海滨的外流湖，湖水可直接排入海洋；位于内陆的外流湖，湖水可通过其它湖泊与河流排入海洋。我国东半部地区属于外流湖区，如鄱阳湖、洞庭湖、洪泽湖、太湖等均属于外流湖。

【内流湖】 basinal lake，inflow lake 又称内陆湖。指湖水不排入海洋的湖泊。它多数是不排水湖，少数是排水湖，湖水通过内流河排入另一内流湖。我国西半部地区属于内流湖区，如青海湖、罗布泊等均属于内流湖。

【内陆湖】 interior lake 即“内流湖”。

【河口湖】 estularine lake 又称终点湖、尾闾湖、停蓄湖。位于内流河河口的湖泊。即与内流河河口相连的湖泊。它有一至数条内流河注入而无河流流出，因此它属于非排水湖、内流湖。如青海湖便是布哈河与倒淌河的河口湖。此外有人把位于外流河河口地段的湖泊也称为河口湖。实际它是一种外流湖。

【终点湖】 terminal lake 即“河口湖”。

【尾闾湖】 terminal lake 即“河口湖”。

【停蓄湖】 standing lake 即“河口湖”。

【河源湖】 riverine lake 指与一条河流的河源相连接的湖泊。它没有河流流入而有河流流出，是一种排水湖，大多数属外流湖。如长白山的天池便是松花江上游支流二道白河的河源湖。河源湖常常是火山口湖或冰斗湖。

【间歇性河河口湖】 estuarine lake of intermittent stream 又称季节性河河口湖。连接间歇性河河口的湖泊。它有一至数条间歇性河注入而无河流流出。属于非排水湖、内流湖。如新疆的罗布泊、内蒙古的居延海等。

【连河湖】 river－connected lake 又称吞吐湖。连接一条河流的不同段落、或连接支流与主流的湖泊。它有一至数条河流流入、又有河流流出。是一种排水湖。它包括以下两种类型：第一种类型：湖泊连接的河流是外流河，这种连河湖是一种外流湖，是最常见的连河湖，鄱阳湖、洞庭湖、扎陵湖、鄂陵湖等都属于这种类型；第二种类型：湖泊连接的河流是内流河，这种连河湖是一种内流湖。西藏北部有一些小湖属于这种类型。

【吞吐湖】 alternatelv inflow－out flow lake 即“连河湖”。

【游移湖】 wandering jake 在历史时期多次发生位移的湖泊。我国新疆的罗布泊是一个典型的游移湖。罗布泊是孔雀河与塔里木河的河口湖。近两千多年来，塔里木河下游有三次明显改道，罗布泊也相应地移动三次，位置变动于北纬39°—40°与40°—41°之间。1952年，新疆尉犁县人民修筑了大坝，截断塔里木河的水流，只有孔雀河的河水注入罗布泊，而塔里木河注入台特马湖（南罗布泊）。这样，两个湖的位置就相对稳定下来，便于在湖泊周围开垦农田，发展农牧生产。

【排水湖】 drainage lake 又称流通湖、开口湖。指湖水向外排泄的湖泊。排水湖的水位变化，取决于4个主要变数：X（湖面降水量）、Y_1（注入湖泊的河流径流量）、Z（湖面蒸发量）Y_2（从湖泊流出的河流径流量）。水位变幅 $\Delta h=[(X+Y_1)-Z]-Y_2$。

【流通湖】 drained lake 即“排水湖”。

【开口湖】 outlet lake 即“排水湖”。

【不排水湖】 undrained lake 又称非排水湖、不流通湖、闭口湖、无开口湖。指湖水不向外排泄的湖泊。不排水湖的水位变化，取决于3个主要变数：X（湖面降水量）、Y（注入湖泊的河流径流量）、Z（湖面蒸发量）。水位变幅 $\Delta h=(X+Y)-Z$。

【不流通湖】 undrained lake 即“不排水湖”。

【闭口湖】 undraind lake 即“不排水湖”。

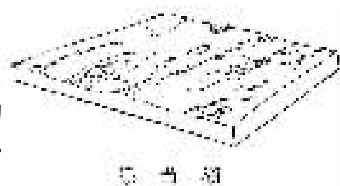
【间歇性排水湖】 intermittent drainage lake 高水位时才向外排泄湖水的湖泊。我国内蒙古的呼伦池，高水位时湖水才注入黑龙江上游额尔古纳河。

【常年湖】 permanent lake 终年积水、水量比较恒定的湖泊。多数湖泊均属于常年湖。

【时令湖】 seasonal lake 又称季节湖。一年中湿季积水，旱季干涸的湖泊。

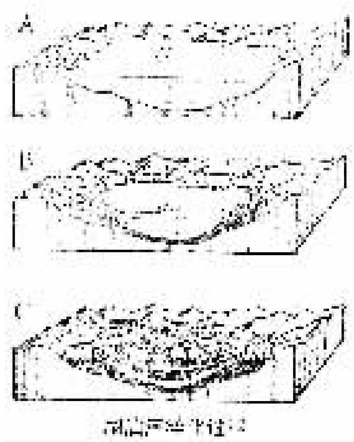
【季节湖】 seasonal lake 即“时令湖”。

【干湖】 dry lake 一年中仅湿季才有表面湖水的盐湖。



【沙下湖】 undersand lake 一年中完全没有表面湖水的盐湖。它的底部湖水面比湖泊沉积物顶面低得多。沉积物顶面常被风成沙土所覆。标志着盐湖已发展到后期。

【沼泽】 marsh，bog 地表为水分充分润湿的地带，其上长有喜湿性植物及喜水性植物或有泥炭堆积。沼泽的成因很多，当湖泊发展至最后阶段，森林遭致破坏以后，河流泛滥地区两岸及海岸带潮间地区均可形成沼泽，多年冻土区也可形成沼泽。我国黑龙江下游的沼泽称“草甸子”或“甸子地”。它的生成与低温、潮湿、蒸发弱以及冻土存在等有关。川西、青藏高原上的沼泽则多与冻土有关。



【草甸子】 marshy grassland 黑龙江下游沼泽地的俗称。

【甸子地】 即“草甸子”。

【过湿地】over－wet land 极为潮湿的沼泽地带。这一地区一般泥炭厚度较大，常在植物根部的深度以下。

【沿泽化地带】 bog ground 地表水分含量过饱合的地带，泥炭层厚度较薄，植物根部可以穿透泥炭层直接生长在矿物质土层中，这种地带称沼泽化地带。



【湖水化学类型】　chemical types of lake water　简称湖水类型。指湖水按化学成分划分的类型。湖水化学分类的方法与其它天然水相同。目前常用的方法是：按湖水中主要的阴离子（毫克当量），将湖水分为重碳酸盐与碳酸盐型、硫酸盐型、氯化物型。它们分别用 C、S、Cl 三个符号来表示。每一类型又按其中主要的阳离子（毫克当量），将湖水划分为钙、镁、钠等亚型。它们分别用 ca、Mg、Na 三个化学符号来表示。根据湖水中主要离子间的数量对比关系（毫克当量），将湖水分为 4 型：Ⅰ型：$HCO_1^{-3} > Ca^{+2} + Mg^{+2}$；Ⅱ型：$HCO_3^{-1} < Ca^{+2} + Mg^{+2} < HCO_3^{-1} + SO_4^{-2}$；Ⅲ型：$HCO_1^{-3} + SO_2^{-4} < Ca^{+2} + Mg^{+2}$ 或 $Ci^{-1} > Na^{+1}$；Ⅳ型 $HCO_3^{-1} = 0$ 即酸性水。将上述 3 类、3 组、4 型综合起来，可以得到 27 种湖水。其中碳酸盐类水；硫酸盐类钠组水、氯化物类钠组水无第Ⅳ型水；硫酸盐类钙组水，镁组水、氯化物类钙组水、镁组水均无第Ⅰ型水。湖水化学类型，可以同时以符号表示，如湖北省洪湖为重碳酸盐类钙组第Ⅰ型水，其符号为 C_1^{CA}。青海湖属氯化物类钠组第Ⅲ型水，其符号为 $Cl_{Ⅲ}^{Na}$。

【湖水矿化度】　mineral Concentra tion of lake water　又称湖水含盐量、湖水盐度。指I升湖水中所含各种盐类的总重量。它根据水样蒸发干涸后的残余物来测定。矿化度以每升的克数表示，或以每公斤的克数表示。矿化度如小于 1 克/升时，则以每升的毫克数表示。一般给出的是某一湖泊矿化度的平均值，有时给出它的最大值与最小值。如果给出的是某一湖泊在某一时刻、在它的某一部分、某一深度处的湖水矿化度，应当加以注明。湖水矿化度是表征湖水化学性质的重要指标之一。根据矿化度可将湖泊分为淡水湖、半咸水湖与咸水湖。

【湖水含盐量】　salt content of lake water，lake salinity　即“湖水矿化度”。

【湖水盐度】　salinity of lake watel　即“湖水矿化度”。

【咸水湖】　salt water lake salt lake　又称矿湖、矿化湖、矿物质湖。指矿化度大于 35 克/升或大于 24. 7 克/升的湖泊。有时也把咸水湖称为盐湖。咸水湖基本上都是氯化物湖，非排水湖，内流湖。内蒙古的古兰太盐池、青海的茶卡盐湖等都是我国重要的咸水湖。

【半咸水湖】　brackish－water lake，brackish lake　又称微咸水湖、弱矿化湖。指矿化度为 1—35 克/升的湖泊，也有的指矿化度为 0. 3—24. 7 克/升或 1—24. 7 克/升的湖泊。它多数属于硫酸盐—氯化物湖与氯化物湖，非排水湖，内流湖。青海湖是半咸水湖。

【微咸水湖】　brackish water lake　即“半咸水湖”。

【弱矿化湖】　slightly mineralized lake　即“半咸水湖”。

【淡水湖】　fresh－water lake　湖水矿化度不大于 1 克/升的湖泊。也有采用另一种矿化度指标，即不大于 0. 3 克/升的湖泊。淡水湖大多数属于碳酸盐湖、排水湖与外流湖。如安徽省的巢湖、湖北省武昌的东湖等都是淡水湖。

【盐湖】 salt lake 广义的盐湖即咸水湖。狭义的盐湖专指氯化物类湖。一般文献中的盐湖多数是指广义的盐湖。

【盐湖类型】 types of salt lakes 根据不同指标盐湖可以划分为多种类型。根据湖泊起源，可划分为海源盐湖、陆源盐湖与混合型盐湖。根据湖水化学成分，可以划分为碳酸盐型盐湖、硫酸盐型盐湖与氯化物型盐湖。根据湖中盐类沉积的成分，可以划分为苏打湖，芒硝湖，盐湖和混合型湖等。根据湖水体积与湖沉积体积的比例，可以划分为卤水湖、干湖与沙下湖。

【碳酸盐湖】 carbonate lake 即碳酸盐型湖。指湖水阴离子中以 CO_3^{-2}、HCO_3^{-1} 为主，湖中可能呈固相析出的盐类主要是碳酸盐型的湖泊。它分为钙、镁和钠三种亚型。钙亚型、镁亚型碳酸盐湖属淡水湖，湖中可能呈固相析出的矿物主要是 $CaCO_3$、$MgCO_3$、$CaMg(CO_3)_2$ 等溶解度较低的矿物。钠亚型碳酸盐湖多数是半咸水湖与咸水湖，湖中可能呈固相析出的矿物主要是 Na_2CO_3、$NaHCO_3$ 等，故又称为碱湖或苏打湖。

【硫酸盐湖】 sulphate lake 即硫酸盐型湖。指湖水阴离子中以 SO_4^{-2} 为主，湖中可能呈固相析出的盐类主要是硫酸盐类的湖泊。它属于半咸水湖与咸水湖。湖中除可能析出 Na_2SO_4、$MgSO_4$、$CaSO_4$ 等矿物外，还可能有 $Mg(HCO_3)_2$、$Ca(HCO_3)_2$、NaCl 等矿物析出。

【氯化物湖】 chloride lake 即氯化物型湖。指湖水阴离子中以 Cl^{-1} 为主、湖水中可能呈固相析出的盐类主要是氯化物类的湖泊。它属于半咸水湖与咸水湖。湖中除可能析出 NaCl、$MgCl_2$、$CaCl_2$ 等矿物外，还可能有 $CaSO_4$、$Ca(HCO_3)^2$ 等矿物析出。

【碱湖】 soda lake 又称苏打湖。湖水属碳酸盐型钠亚型，并有苏打、天然碱等矿物析出的一种咸水湖。

【苏打湖】 soda lake 即“碱湖”。

【芒硝湖】 mirabilite lake，glauber salt lake 湖中析出的盐类以芒硝、无水芒硝为主的一种硫酸盐型钠亚型盐湖。参见“硫酸盐湖”。

【苦湖】 bitter lake 又称苦盐湖。湖水属硫酸盐型镁亚型，并有苦味的硫酸镁矿物析出的一种咸水湖。

【苦盐湖】 bitter salt lake 即“苦湖”。

【卤水湖】 brine lake 一年四季湖中都有表面湖水存在的盐湖。

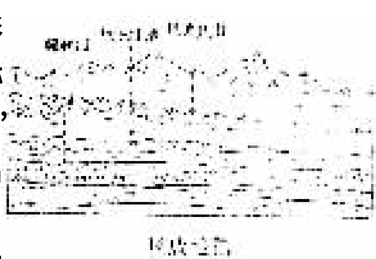
【湖泊形态度量】 lake morphometry 指用数值来表征湖泊平面的与立体的几何形状。包括湖泊的长度、最大宽度与平均宽度、湖泊长轴的长度与方向、短轴的长度、湖岸线长度（湖周长）、湖岸发育率（湖岸线发展系数）、湖泊面积、岛屿率、湖水面积、湖泊最大深度与平均深度、湖泊容量（湖水容积）、湖泊流域面积等项。这些数值通过实地测量或从地形图上计量取得。

干旱、黄土地貌

【干旱地貌】 arid landform 即干旱气候区发育的地貌。干旱气候区年降水量不超过200—250毫米，而且大部分以暴雨形式降落，植被稀少，昼夜温差大，物理风化作用强烈，风力强，荒漠发育。地貌类型以风成地貌和暂时流水地貌为主，如沙丘、砾石组成的戈壁滩，干冲沟与洪积扇等等。



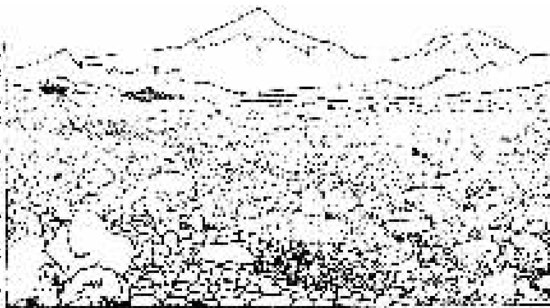
【风成地貌】 aeolian landform 主要发育在干旱和半干旱区受风力作用形成的各种吹蚀和堆积地貌。如在基岩或松散沉积物构成的陡坎上吹蚀而成的洞穴，称风蚀穴或风蚀壁龛；湖或河流的堆积阶地受强烈吹蚀作用后形成各种形状的残留地形，呈柱状的称风蚀柱，呈城堡状的称风蚀城堡或简称风城，成片分布的断垣状残丘称“雅丹”等。风积形成的地貌有各种沙丘和沙垄。但风成沙丘也常出现在海滨、湖滨、河流沿岸及古河道上。



【劣地】 badland 干旱区发育的一种地貌。是暂时性水流冲刷、切割强烈形成的复杂而混乱的地貌。其上有重重叠叠的树枝状沟壑，沟壑间分布着高度和形状极不一致的丘地。它是干旱气候条件下由于植被稀少，侵蚀割切作用强烈，水土流失显著形成的。在半干旱区任意开荒，亦易造成劣地。劣地由于寸草不生，故又称“恶地”。

【荒漠】 desert 岩漠、砾漠、沙漠和泥漠的总称。包括由于干旱和寒冷而形成的荒凉不毛之地。

【戈壁】 gobi 又称砾漠。蒙古语，为难生草木的砾石荒漠之意。是干旱区荒漠地貌的一种（其它尚有岩漠、沙漠、泥漠等）。指地面皆由粗砂砾石组成的荒漠。在各种成因的堆积物上，由于强大的风力吹蚀作用，留下粗大的沙砾石覆盖整个地表，形成大片的砾石滩。砾石在风沙的磨蚀作用下形成具有棱角而又光滑的风棱石。我国内蒙古自治区西北部及新疆塔里木、准噶尔和青海柴达木盆地边缘都有戈壁分布。



【砾漠】 gravel desert，reg 即“戈壁”。

【盐漠】　salt desert　又称盐沼泥漠。盐水浸渍的泥漠。分布于荒漠的低洼部分，盐分易于吸收水分引起膨胀，所以长期处于潮湿状态。干涸时可形成龟裂地。仅能生长少数盐生植物，是荒漠中土壤最贫瘠的地区。

【泥漠】　takyr　粘土组成的荒漠。分布于荒漠中较低洼处。原为季节性的湖沼，夏季河流注入低洼地时，受强烈蒸发，水量减少，搬运能力降低，夹带的泥沙在低洼的湖沼中沉积，旱季时湖沼干涸，长期反复作用后即形成泥漠。地表粘土常龟裂，表面平坦，植被稀少为其特征。在地下水面较高的泥漠地带，富含盐分的地下水沿毛细管孔隙上升地表，水分蒸发后，盐分聚集子地表，即成盐漠。

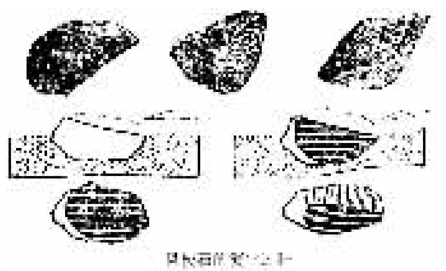
【沙漠】　sand desert，desert　又称沙质荒漠，为荒漠的一种类型。指气候干旱，植被稀疏，风沙吹蚀作用强烈沙丘、沙垄等风积地貌发育地，区。我国沙漠分布在新疆、甘古、陕蒙西等省肃、青海、内区，总面积约达 128. 2 万平方公里，约占全国总面积的 13. 4%。主要沙漠有塔里木盆地的塔克拉玛干沙漠，准噶尔盆地的古尔班通古特沙漠，甘肃西北部的巴丹吉林沙漠，内蒙古鄂尔多斯高原的毛乌素沙漠和腾格里沙漠等。

【沙质荒漠】　sandy desert　即“沙漠”。

【岩漠】　rocky desert　H 即“山地荒漠”。荒漠区岩石裸露的山地。植物稀少，景色荒凉。山地间常见封闭的无水洼地，内为岩石碎屑物覆盖。H 沙漠中风蚀作用和物理风化强烈的地区，岩石裸露，也叫“石质荒漠”。岩漠在世界上有很大的面积，在北美、苏联以及我国西北部都有分布。

【沙漠漆】　desert varnish　在沙漠地区石砾被风磨平，由于毛细管作用地下水上升蒸发后，常在石砾表面覆盖着一层氧化铁和氧化锰，呈黑褐色，象涂抹了漆一样，故名沙漠漆。

【风棱石】　ventifact，夹带沙石的风对砾石磨蚀的产物。它具有明显的棱，表面因磨光显油脂光泽。常见风棱石有单棱石、双棱石和三棱石等。单棱石是砾石下方固定，上方受定向风磨蚀所形成的；双棱石或三棱石是砾石可以滚动或风向不定磨蚀成的。



【旱谷】　wadi，wady，arroyo　干旱区的干河谷。是暂时性的洪流侵蚀形成的沟壑或河床，有的还参与风蚀改造，使谷道加深展宽而成，形状极不规则，主谷、支谷难以分辨。平时河床干涸，只在暴雨洪流时河床中才有水。西班牙语称旱谷为 arroyo，多用于南北美洲；阿拉伯语称旱谷为 wadi，多用于撒哈拉和西南亚的阿拉伯国家；印地语称旱谷为 mulflah，多用于印度等地。

【风蚀谷】　wind valley　早期的河谷或盆地，受风力的吹蚀作用逐步扩大而形成的谷地。风蚀谷在平面上主支流交汇点没有一定特征，侵蚀谷的主支流常以锐角交汇。而且风蚀谷形状多样，或呈狭长沟谷，或呈宽广谷地，或呈围场，谷底凹凸不平，谷壁受吹蚀作用形成甚多的风蚀壁龛。

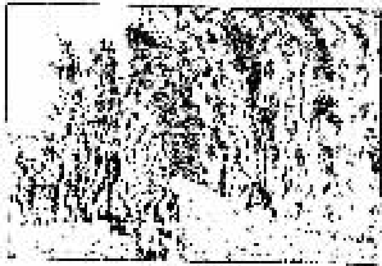


风蚀谷

[illegible]

【风蚀穴】　blowhole，wind eroded niche　风沙对陡峭的岩壁表面进行磨蚀或吹蚀形成的洞穴。

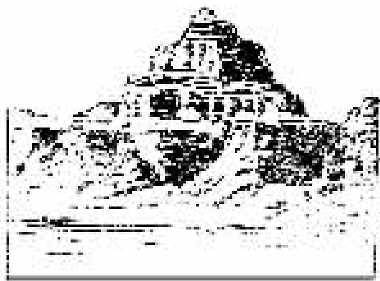
【风蚀壁龛】　tafoni　又称石窝。风沙对岩壁表面进行磨蚀或吹蚀形成的形状各异的小凹坑，使岩石表面呈蜂窝状的外貌。在干旱区的花岗岩和砂岩分布地区最为发育。



风蚀壁龛

（[illegible]）

【风蚀城堡】　wind－eroded castle　又称风城。指产状水平的基岩地形或堆积地形。由于垂直节理发育不匀，在风沙的长期吹蚀作用下，常形成貌似城堡的地形，新疆准噶尔盆地乌尔禾地区的风城极为典型。

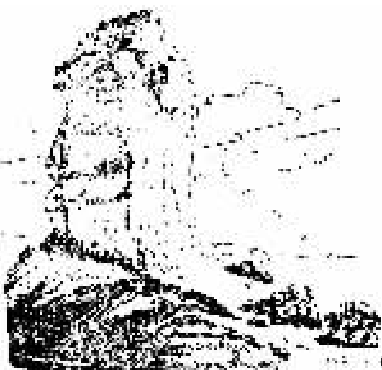


风蚀城堡

（[illegible]）

【风城】　wind－croded“castle”　即“风蚀城堡”。

【风蚀柱】　deflation column　产状水平、垂直节理发育岩性单一的岩层区，受风沙的长期吹蚀作用下形成的石柱状地貌，称风蚀柱。它的高低大小不一，有的孤立存在，有的成群分布。图为新疆准噶尔盆地德伦山岗发育的风蚀柱。



【风蘑菇】　mueshroom rocks　水平产状的地层风力吹蚀作用后形成的蘑菇形地貌。是在干旱区风蚀作用强烈的地区，突出地面孤立的岩石，受近地面气流携带沙粒磨蚀的产物。



【风蚀塔】　产状水平、垂直节理发育，岩性软硬相间的岩层区，受风沙长期的吹蚀作用下形成的塔状地貌。图为甘肃婆娑泉侏罗系地层受风蚀作用形成的风蚀塔。塔的基座为坚硬的砂岩。



【雅丹】　yardan　又名白龙堆。雅丹为维吾尔语，意即风蚀垄槽。在干涸湖底或河、湖堆积阶地上，定向风沿干缩裂隙吹蚀。裂隙逐渐扩大，使平坦的地面逐渐形成与主风向略成平行的不规则的相间排列的鳍形垄脊和宽浅沟槽。垄脊高约半米至数米，沟宽1—2米，沟槽最深达十余米，长数十米至数百冰，风沙常充填沟槽，这种支离破碎的地面称为雅丹。以塔里木盆地的罗布泊地区最为典型。



【风蚀盆地】 wind－eroded basin 指荒漠地区松散物质组成的干涸的湖底等，在长期吹蚀作用下形成的宽浅轮廓不清的凹地，一般呈椭圆形，长轴方向与风向平行，有时成排出现。风蚀盆地在内蒙古地区较为发育。

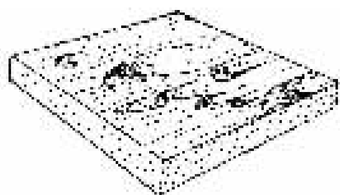
【塔拉】 tala 蒙古语，意为高原地区的低平的地方。如蒙古高原中的呼伦贝尔塔拉，以林塔拉、居延海塔拉等。这些塔拉海拔通常不足一千米，比高原地面约低落二三百米。塔拉内地面极平。塔拉的中心常有更低洼的小盆地，潴水为湖，如呼伦贝尔塔拉的中心有呼伦池和贝尔池，以林塔拉的中心有以林湖，居延海塔拉的中心有噶顺湖和索果湖。塔拉主要是高原因构造挠曲作用造成的宽广低地。

【绿洲】 oasis 沙漠地带中水草丰富的地方。一般多在地下水出露的洪积扇边缘或大河沿岸。

【沙丘】 dune 风力作用下沙粒堆积而成的圆形；椭圆形或新月形的地貌形态。圆形或椭圆形沙丘多为雏形沙丘；新月形沙丘是沙丘成熟的形态。按沙丘的流动程度可分为固定、半固定和流动沙丘三种，在荒漠、半荒漠地区分布最广，海岸、湖滨

河岸的沙滩上也有分布。裸露沙丘易于随风移动，生长植物后流动性减弱。移动的沙丘对道路、农田和居民点常造成严重危害。沙丘沙经过长期的风选后，一般含泥量较低，颗粒度比较均一，有的可用作造型用砂，玻璃原料或建筑材料等。

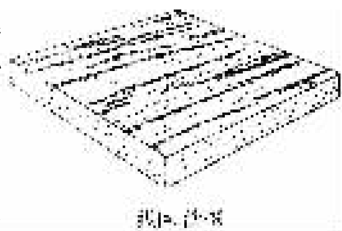
【新月形沙丘】 barchan dune，para－bolic dune 沙丘的一种形态。是在风力作用下沙粒堆积平面呈新月形的地貌，是沙丘发育成熟的形态，随风移动，高达数米至数十米，宽度自十数米至数百米不等。沙丘的两坡不对称，向风坡平缓，背风坡较陡，两坡交接成弧形尖脊，两翼末端顺盛行风向伸展。主要分布于沙漠中，海岸、河滩、湖滨也有分布。



【新月形沙丘链】 barchan chain 由两个或两个以上的新月形沙丘连接而成。它与风向呈垂直分布，是在两个相对风向的条件下形成的，我国阿拉善东南部的腾格里沙漠，西北季风盛行，但东南季风亦能到达，因此常形成东北—西南走向的新月形沙丘链。图为甘肃河西走廊一带分布的新月形沙丘链。

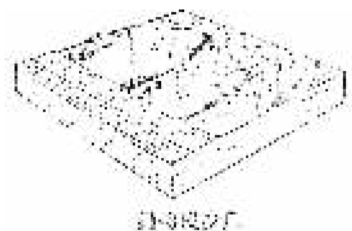


【纵向沙垄】 longitudinal dune 由风沙堆积的，轴向与主要风向平行的长条垄状地形。是一种远比沙丘规模为大的复合型沙丘。垄脊一般平缓，或表现为波状起伏。我国敦煌鸣沙山的纵向沙垄高 130 米；柴达木的沙垄高 10—20 米，最高达 40 米，长数百米或数公里。纵向沙垄的成因，有的是新月形沙丘两翼在定向风的作用下演化而成；有的由是单向风派生的涡流作用而成；有的是在大山中下降的强大定向风的作用下，于山口前方形成；有的是两个以上的草丛沙堆同时顺主要风向延伸互相衔接而成。



【复合纵向新月形沙垄】 composite longitudinal ridge with barchans 在长大山脉山口地形的控制下，受来自山口的长期定向风的影响，于山口前方形成的纵向沙垄上，叠置许多密集的新月形沙丘链称复式沙垄。我国塔克拉玛干西部的一些山口前方有这种沙垄的分布，一般长十余公里，最长达 40 余公里。

【抛物线沙丘】 parabolic dude 为沙丘的一种形态，呈弧形沙堆，形似抛物线而得名。多见于海岸地区。其平面形态中部突出，似新月形沙丘。但是，突出的一面为背风坡，比较陡峭，凹进的一面为迎风坡，较为平缓。中部的宽度与两翼没有多大差别，高度一般为 2—8 米。它的成因通常是横向垄状沙丘前移过程中受草丛阻碍演变而成。

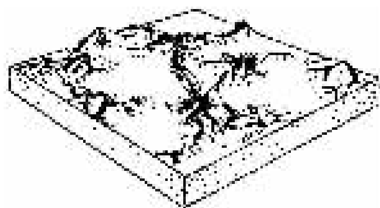


【横向沙垄】 transversal dure 又称复合新月形沙丘链。指规模巨大的新月形沙丘链，长达 10—20 公里，高达 100 米左右，相邻沙丘链之间的距离达 1500—3500 米。它与风向垂直分布，故又称横向沙垄。沙垄的两坡不对称，迎风坡长而缓，背风坡短而陡。在迎风坡上，常叠加一些小型新月沙丘和沙丘链。横向沙垄是在两个相对的风向条件下形成的，当两个不同气流相遇发生抑制或由于气流受山地阻碍发生反射时，便形成与盛行风向垂直的横向沙垄。我国腾格里沙漠发育有横向沙垄。

【梁窝状沙地】 grated sandsheet 是沙漠中一种半月形的凹地。每一凹地中有一形如新月形沙丘的弧形沙垄，两侧比较对称，它主要由横向沙垄发展而成，当两个风力不等。风向相反的风交替作用时，形成摆动前进的横向沙垄，在略有植被的地区，而且两个相反方向的风中又有一个是主风的情况下，就形成梁窝状沙地。在准噶尔的班通古特沙漠西部可见到这种地形。它是一种半固定的沙丘。

【蜂窝状沙地】 honeycombed dune　是沙漠中具典型圆形碟状洼地及洼地间具丘状高地的总称。一般是半固定的，但其形态受风力作用而变化，可能是在两个方向近似直交的风互相干涉下形成，或是龙卷风作用下的产物。

【金字塔形沙丘】 pyramidal dune　又称锥形沙丘或星状沙丘。一种具有明显棱面的高大沙丘。是在各种方向的风相互作用干扰下堆积而成，高度可达100米，在撒哈拉沙漠和中亚一带都有分布；我国昆仑山北麓当东北风和西北风前进时，山地成为屏障，气流受其干扰，形成巨大旋涡。同时又受山前地带西南风等局部气流影响，风向复杂，相互干扰，将沙吹扬并堆积下来，便形成金字塔状沙丘。



【星状沙丘】 star duuc　即“金字塔形沙丘”。

【信风型风积地形】 trade－wind type wind accumulative landform　由于定期单向风或数个方向近似的风的作用而形成的风积地形。在荒漠区主要有新月形沙丘和纵向沙垄，在非荒漠区（如海岸、湖岸）则为抛物线沙丘。

【季风－软风型风积地形】 monsoon breeze type wind accumulative landform　两个方向相反的风交替出现，而其中一个风向占优势的条件下形成的沙丘地形。在季风气候区、海岸带的海陆风区、以及山风、谷风区都是两个方向相反的风交替作用的地区，此外由于地形条件的影响，气流发生反射，也可产生这类地形，例如，新月型沙丘链、横向沙垄等都属这种风积地形。

【对流型风积地形】 convection current type wind accumulative landform　沙漠中热天无风时，地面强烈地增温引起空气对流，因而发生龙卷风。在这种气流的影响下形成的风积地形，称对流型风积地形，主要是蜂窝状沙地。

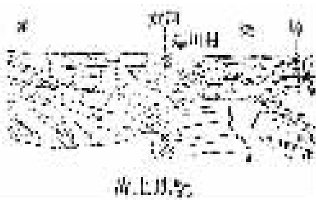
【干扰型风积地形】 interference current type wind accumulative landform　当主要气流向前运动，遇到山地阻碍而产生折射，引起气流干扰的情况下形成的各种风积地形。主要为金字塔状沙丘。

【流动沙丘】 fluid dune　根据沙丘移动性划分的沙丘类型。流动沙丘在沙漠区分布很广。其特征是地表植被稀少，沙丘形态标准；在风力作用下易于顺风向前移动，因此对工农业和交通建设威胁很大。沙丘的移动速度与沙丘的高度、风速及其变律、下垫面的状况等因素有关，年平均前移值不过数米—十余米。

【固定沙丘】 fixed dune 根据沙丘移动性划分的沙丘类型，地表及沙丘表面植被发育，风沙活动基本停止，沙丘的形态和分布的地理位置能长期相对稳定不变。据研究，凡植被覆盖度大于30%的沙丘即属固定沙丘。

【半固定沙丘】 semifixed dune 是介于流动沙丘和固定沙丘之间的沙丘类型。其移动能力较弱，但在一定条件下，它可能转化成流动沙丘或固定沙丘。因此，这类沙丘实际是处在发展过渡阶段。

【黄土地貌】 loess landform 第四纪堆积的黄土地层上构成的地貌。主要的有黄土塬、黄土梁、黄土峁等。它的成因是受坡面水流的片蚀作用、风蚀作用、潜蚀作用以及溶蚀作用所致。其地表切割剧烈、冲沟、崩塌、滑坡以及泥流等地质现象极为发育。故在多种因素作用下，黄土地貌形态的演化速度较快。



黄土川梁

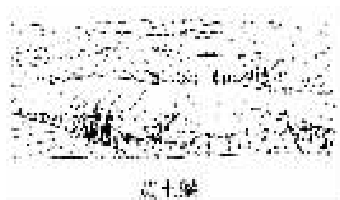
【黄土高原】 loess plateau 指在甘肃东部、陕西北部和山西吕梁山以西，由厚层黄土堆积而成的高原。是我国高原地形的一个特殊类型，它是新生代以来由于该区大面积的隆起和黄土堆积相结合形成的高原。

【黄土塬】 loess yuan，looss table land 我国西北黄土地区的一种地貌。指黄土覆盖的较高而面积较大的平坦地面。它的周围为沟谷所环蚀，边缘由于受沟谷的向源侵蚀而参差不齐。塬的成因，可以是黄土堆积在侵蚀切割不强，地势平缓的大片古地面上而成；也可以是充填在山间或山前低地中的平坦黄土面受沟谷分割而成。它是黄土高原特有的保存完好而宽广的平坦地面，如甘肃东部的董志塬，陕西北部的洛川塬，就是典型的黄土塬。



黄土塬

【黄土梁】 loess liang，loess ridge 简称“梁”，我国西北黄土地区呈条状延伸的平顶岭岗，是黄土塬被侵蚀分割的残余梁脊状地形。它的纵长方向还保留着平坦形态。但是黄土梁经过长期侵蚀之后，由于冲沟向源侵蚀发育，使两侧坡上反向而流的小冲沟的沟头相遇，于是在顶面就出现许多马鞍形凹地，而在平坦面上形成平缓的波状起伏。也有些黄土梁是黄土披覆古梁状地形的直接表现。

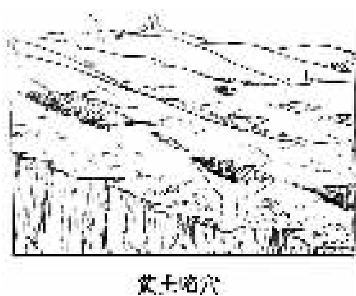


黄土梁

【黄土峁】 loess mao，loess hillock，loess shoulder 黄土形成的孤立的丘陵地形。其顶部浑圆，斜坡较陡。它的成因，或是由于继承了古丘陵地形，或由于近代沟谷切割黄土梁而成。黄土峁多分布于切割强裂的河流下游地区，或者河流的交汇处。多见于我国陕北、晋西一带。

【黄土岩溶】 loess karst 黄土中有一定含量的钙质成分，有人认为受地下水溶蚀后可形成许多孔隙，并逐渐扩大形成地下洞道。洞道局部顶板塌陷后则形成近似垂直的黄土陷穴，与石灰岩中的洞道和溶斗的形态颇为相似。但黄土洞道与陷穴是以地下水机械侵蚀作用为主，溶蚀作用为辅的外动力地质作用下形成的，是一种假岩溶现象。

【黄土陷穴】 loess sinkhole 黄土区地表出露的一种穴状凹地。我国西北称为龙眼。深度大的称为黄土井。它是由垂直节理发育的黄土层，在地表水和地下水的作用下，下部被水流蚀空，使表层黄土湿陷和塌陷而成的。黄土陷穴分布很广，常呈串珠状，往往出现在冲沟的两侧近沟缘处、冲沟中跌水的上方、沟头陡崖的上方。它是冲沟发育的初期。


黄土陷穴

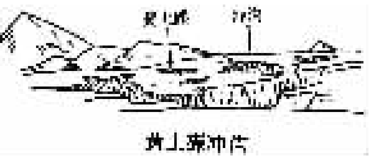
【坪】 flat 山区和丘陵区的小片平坦地面。被冲沟切割而残留的小片黄土阶地顶面称黄土坪，具有平坦底部的黄土宽沟也称为黄土坪；我国南方许多山间小盆地，底部由坡积与冲积物所覆盖形成的小平原习惯上也称坪。

【黄土坪】 loess flat 黄土分布地区，冲沟切割残留的小片黄土阶地的顶面，或黄土冲沟的宽而平坦的沟底，称黄土坪。

【黄土柱】 loess column 由流水沿着黄土垂直节理侵蚀、溶蚀扩大而残留的柱状地形，或是黄土陷穴进一步崩塌而残留的柱状形态。


黄土柱

【黄土碟】 dish – like depression on loess 黄土地区的一种圆形或椭圆形洼地。一般深 2—3 米，直径 10 米左右，它主要分布于沟头的上方或平缓的地面上，由于局部积水，黄土层内部受潜蚀、湿陷、下陷而成，它是陷穴和冲沟发育的标志。



【黄土桥】 loess bridge 黄土陷穴发育区，两个陷穴之间被地下水流串通，在陷穴崩坍、破坏以后，陷穴间的残存土体，因其下有水流通道，故称黄土桥。

【黄土[illegible]】 由马兰黄土掩覆古河谷，形成宽浅微凹的长条状凹地，其宽度一般数百米至几公里，长度可达几十公里。多出现于现代河谷向源侵蚀尚未到达的河源区。

【冲沟】 gully 暂时性线状水流侵蚀作用形成的沟谷。以沟深、壁陡、向源侵蚀作用显著为特征。主要发育在黄土覆盖较厚以及植被稀少的地区。深度一般由数米到十几米，有的达数十米，长度从数百米到数公里。沟头的形状多呈楔状；巷状或掌状等等。冲沟的分布多呈树枝状或格状等。它是由细小的纹沟发展而成。雨季时，冲沟常发生崩坍、滑坡，冲沟发展迅速，可使地面遭受强烈的切割，对农田，道路和建筑物危害严重。



冲 沟

【纹沟】 groove，rill 是黄土区坡面上发育的一种细小而密集的小沟。

冰川地质学

总　论

【冰川地质学】　glacial geology　又称古冰川学、历史冰川学。以鉴定古代冰川的遗迹为基础，研究古冰川的发育规律和特征，冰期和间冰期的气候变迁，进而了解它的地质作用和影响的科学。根据对古冰川遗迹的研究证明，地球历史中曾发生过多次大冰期，公认的有震旦纪大冰期、上古生代大冰期及第四纪大冰期，有人还提出中晚前寒武纪，奥陶－志留纪及上新世也有冰期。由于第四纪冰川遗迹较多，保存较好，因此第四纪冰川是目前冰川地质学的主要研究内容。第四纪北美洲公认的四个主要冰期是内布拉斯加（Nebraskan）冰期、堪山（Kansan）冰期、伊和诺（Illinoian）冰期。威斯康星（Wisconsin）冰期、欧洲北部平原四个冰期是梅纳普（Menapian）冰期、埃尔斯特（Elsterian）冰期、莎勒（Saalian）冰期、魏克塞尔（Weichse－lian）冰期。欧洲阿尔卑斯西北划分的四个主要冰期是群智冰期、民德冰期、里斯冰期及玉木冰期。中国的四个主要冰期是鄱阳冰期、大姑冰期、庐山冰期及大理冰期。中国第四纪冰川地质工作，开始于二十年代初期，通过李四光等学者不懈的斗争和长期的研究，发表了《冰期之庐山》一书，从而奠定了中国第四纪冰川地质的研究基础。解放后，我国自然科学工作者专门进行了高山冰雪资源的考察，并在西部地区进行综合考察时获得了许多冰川地质研究方面的宝贵资料。

【古冰川学】　paleogiaciology　即“冰川地质学”。

【现代冰川学】　present glaciology　现代冰川学的研究对象，除冰川外，还包括了所有自然冰体。目前正向地质地貌冰川学、水热冰川学、动力冰川学三个相互联系的方向发展。地质地貌冰川学以研究冰川的历史演变及其地质地貌作用为主。水热冰川学以研究冰川与外界物质能量交换等为主，包括冰川发育条件、分布规律、成冰作用、积累消融过程、冰川活动层温度状态等。动力冰川学以研究冰川运动，冰体物质平衡以及冰川对于外界条件变化的反映等为主，是现代冰川学的核心。现代冰川学采用了一系列新的方法进行研究，如用雷达测量冰厚、冰川温度、冰层结构和冰川活动，用同位素法测古气候、年龄及冰川积累量；用 β 和 γ 射线测定积累量、积雪含水量；用飞机遥感技术测冰雪分布、雪线位置、冰川运动速度、冰川进退变化等。在冰川动力学、冰川变化预测方面也广泛应用电子计算机。

【动力冰川学】 dynamic glaciolog **是现代冰川学的核心，以研究冰川运动、冰体物质平衡以及冰川对于外界条件变化的反映等为主。它与地质地貌冰川学、水热冰川学共同形成现代冰川学三个相互联系的发展方向。**

【水热冰川学】 hydrothermal glaciology **是现代冰川学研究发展的一个方向，以研究冰川与外界物质能量交换等为主，它包括冰川发育条件、分布规律、成冰作用、积累消融过程、冰川活动层温度状态等。**

【地质地貌冰川学】 geomorphic glaciology **是现代冰川学研究发展的一个方向，以研究冰川的历史演变及其地质地貌作用为主。**

【冰川性海面升降说】 theory of glaoial eustasy 1842 **年麦克拉伦（**C. MacLaren**）提出的一个假说，他认为第四纪期间，由于气候的巨大变化，冰川随之消融和增长，也就形成了冰期和间冰期。冰期时气候干寒，海水量减少，海水面下降；间冰期时气候温暖，冰川消融，海水量增长，海水面随之大幅度的上升。麦克拉他的这一论点得到后来学者的承认，是海水面升降的主要原因之一。**

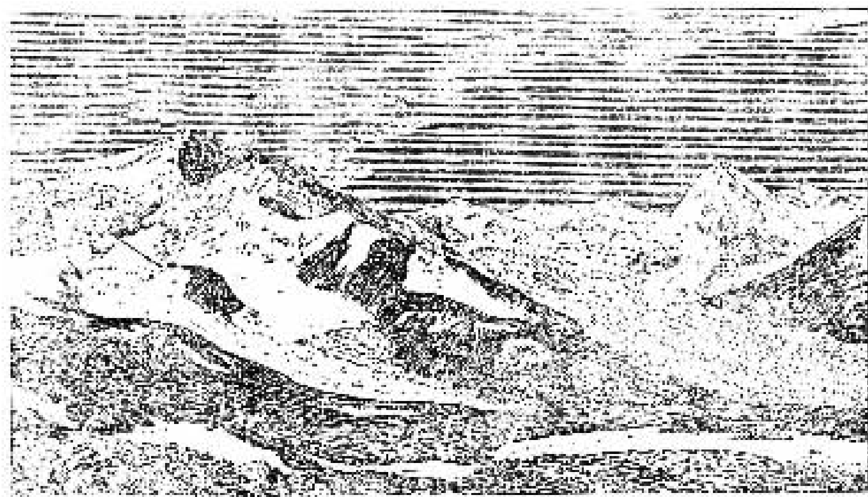
【气候地层法】 climatic－stratifi cation **又称冰川地层法。是根据第四纪历史中多次冰期和间冰期气候变化的规律，进行划分和对比第四纪地层的一种方法。全球性的多次气候变化是第四纪特殊的和主要的矛盾。它的影响是普遍而深刻的，直接影响到古生物变迁、沉积层分布和地貌发育。因第四纪地层中孢粉组合所反映植物群在垂直剖面上的变化，以及海相沉积中微体古生物化石方面所显示的世界性海面变迁等都和冰期、间冰期密切相关，所以气候地层法可以在世界－上很大的范围内应用。目前许多国家都用古气候（冰期和间冰期）原则划分第四纪的时期和地层。**

【冰川地层法】 glacial stage stra tification **即“气候地层法”。**

【积累面积比率法】 accumulation area ratio method； **简称为“**AAR**”法。是** M. F. **迈尔在研究北半球冰川时提出的，用以确定雪线、划分冰川的积累区和消融区的方法。具体计算方法是用积累区面积除以冰川总面积，所得的商即为积累面积比率。**

【冰川】 glacier **俗称冰河，指由积雪形成的并能运动的冰体。它一般可分为源头的粒雪盆和流出的冰舌两部分。冰川冰有一定的可塑性，受重力和压力作用发生流动。在山区，冰川顺山谷下流，其流速每年几米至数百米不等。现代冰川的分布面积约为** 14，900，000 **平方公里，约占世界陆地面积** 10%**，占全球面积的** 3%**。它们主要分布在南极冰盖（**12，300，000 **平方公里）和北极区的格陵兰冰盖** 1，730，000 **平方公里），其它地区的山岳冰川和山麓冰川则较少（**900，000 **平方公里）。全部陆地冰川的总量约有** 26，250，000 **立方公里，或相当于** 24，060，000 **立方公里的水。如果这些冰川全部融化，将使海面上升约** 65 **米。第四纪最大冰期时，冰川面积可达到** 43，730，000 **平方公里，冰川总量约** 76，979，000 **立方公里，融化成水后约为** 71，360，000 **立方公里，能使海面上升约** 197 **米，比现今海面还要**

高 132 米。图示珠穆朗玛峰东绒布冰川，属山岳冰川。



珠穆朗玛峰东绒布冰川

【冰河】 glacier “冰川”的俗称。

【冰井】 dust well 冰川上方的表碛受热，其下部之冰体遇热融化而形成的洞穴，称为冰井。

【冰峰】 serac 又称冰柱，冰川移动时受到冰川床地形起伏的影响，上层硬脆的冰体受拉裂作用产生冰隙，在两冰隙之间突起象柱和峰，故称冰峰。

【冰进】 glacier advance 冰盖边缘、山麓冰川尾部和山谷冰川的冰舌末端位置向前移动时叫做冰进，向后退缩时叫做冰退，位置相对不变时叫冰川暂时稳定。当冰川积累大于损耗时，发生冰进；反之则造成冰退。多年的平均气温变化因素，是造成冰进和冰退的主要原因，而季节性的气候变化影响很小。对冰川进退的观察和研究，可以了解古气候变化的规律。

【冰退】 glacier regression 指冰舌末端向后退缩，详见“冰进”。

【冰川遗迹】 rcmnants of glaciation 在冰川发生、发展和消亡的过程中，直接形成的各种堆积物和地貌，称冰川遗迹。它包括冰蚀地貌、冰溜遗痕、表皮构造、漂砾、冰碛和冰碛地貌，以及冰水沉积等。冰川遗迹的鉴定，是研究古冰川的基础工作，可以从中了解古冰川活动情况和古气候变化规律，对解决生产实践中提出的问题有重要意义。

【冰川作用】 glaciation 是一个范围比较广泛的概念，包括冰川或冰盖的运动和消亡、地理分布、冰川活动的地质过程，以及对地球环境的某些影响，有时与冰期一词通用。在地质学上，它一般指冰川的侵蚀、搬运和堆积等地质过程。

【冰蚀作用】 glacial erosion 又称刨蚀作用。指冰川对地表进行磨蚀、掘蚀和啮蚀等剥蚀作用。冰川的重量对冰床有很大压力，它又挟带着各种大小的岩屑和石块，运动着的冰川，对流经的基岩进行推锉和碾磨，称做磨蚀，又叫锉磨作用。同时，冰川又能开挖掘取底床的物质，叫做掘蚀，或称挖掘作用。冰融水渗入冰下岩石的裂隙，发生冻融风化，加速了磨蚀和掘蚀的进行。在冰斗后壁边缘裂隙位置，冰和山坡之间有时张开有时密合，冻融风化使山坡石块松懈崩塌进入冰斗，啮蚀岩石，使山坡不断后退造成陡立的冰斗后壁。

【刨蚀作用】 glacial ploughing 即“冰蚀作用”。

【啮蚀】 冰川对地表的一种剥蚀作用，参见“冰蚀作用”。

【挖掘作用】 glacial sapping 冰川向前运动推进时，使冰床的岩块象被耕犁开掘一般地挖取携带于运动的冰体内，这种挖掘过程称挖掘作用。此种作用在基岩节理较发育、冰下风化作用强烈的地段及冰川越过冰阶时，表现更为明显。

【掘蚀】 axcavation，glacial plucking 即“挖掘作用”。

【锉磨作用】 abrasion 冰川运动过程中，由于本身的巨大压力使谷底及谷壁受到象推锉和碾磨的过程，称锉磨作用。由于冰床底部的岩屑石块含量较多，锉磨作用更为强烈，往往在基岩面上留下冰溜面、擦痕及刻痕等遗迹。

【磨蚀】 abrasion 即“锉磨作用”

【冰川消融】 glacial ablation 冰川融化、蒸发、升华所引起的消耗。粒雪线以上，冰川消融是微弱的；在粒雪线以下，冰川消融主要是融化产生冰水。

【固态降水】 solid precipitation 大气中降落的雪、雹、霰等固态水的总称。其中主要是降雪。这些固体水融化成液体水的总量（以单位面积上的深度计），称固体降水量，常用降雪量来代表。

【固态降水量】 solid precipitation quantity 大气中降落的固态水融化成液态水的总量，常用降雪量来代表。

【雪线】 snow line 高纬度地区与高山终年积雪区与夏季最大融化区之间的界线。雪线分气候雪线和地形雪线两种。

【地形雪线】 geomorphic snow line 地面实际可见的雪线。它是在山坡的坡向、坡度和坡形等地形条件影响下，山坡上终年积雪在夏季也不全融化的最低界线。温度、降雪量和地形是影响地形雪线的三个主要因素。

【气候雪线】 climatic snow line 假想有一个只受地区性气候条件影响，处在某一高度上的平坦地区，那里冬季的降雪在夏季刚好全部融完，若大于这一高度，则形成常年积雪，这一高度线就叫气候雪线。因为它是理论上假想的，故又称理论雪线。

【古雪线】 former snow line 地质时期的雪线，一般指第四纪雪线。因为第四纪冰川作用造成的地形还有不同程度的保存，故可以根据不同冰期的冰斗底、冰窖底和某些计算方法等来恢复当时的雪线高度。第四纪的构造运动使山体升高或降低，又使反映古雪线位置的冰川遗迹改变了原来的高度，造成古雪线变形或变位。

【粒雪】 firn，neve 原始结晶形态的雪，在热力或压力作用下，经过融解再冻结而形成团粒状的雪。由雪花变成粒雪的过程叫做粒雪化作用。

【粒雪冰】 firn ice 粒雪在热力和压力作用下，产生重结晶作用，粒雪合并变成含气泡的冰称粒雪冰。

【冰川冰】 glacier tce 粒雪冰受压力排出气泡，而形成的冰川冰晶体。它由许多冰川冰晶组成，呈浅蓝色。

【粒雪线】 firn line 指冰川表层大面积粒雪的下限，大体上构成冰面上冰雪积累区和消融区之间的界线。海洋性冰川的粒雪线与雪线的高度基本一致，大陆性冰川的粒雪线则略高于雪线。

【雪崩】 snow avalanche，snow slide 山上的巨厚积雪，因受重力、融水等作用失去稳定，向下迅速滑动和崩塌的现象。雪崩有一定的侵蚀、搬运和堆积作用，同时破坏力也很强，对交通和居民点能造成危害。通过对它的研究，可采取有效的防治措施。

【冰山】 iceberg 冰川的末端流入海洋以后漂流于海上的巨大冰块。冰山的侧壁近于垂直，有时高度在 200 米左右。由于冰与水的比重相差极小，因此冰山的总体积的 85 -90% 在海水面以下。

【冰裂隙】 crevasses of glacier 冰川在运动过程中，冰层受应力作用形成的裂隙称冰裂隙、常见于山岳冰川上。垂直冰川流向的裂隙称横裂隙，平行于冰川流向的裂隙称纵裂隙，与冰川流向斜交的裂隙称剁裂隙，环粒雪盆分布的裂隙称边缘裂隙。根据应力的性质可分为张性裂隙，剪性裂隙和冲断裂隙。

【冰水】 glacial water 由冰川融化产生的水，这种融化作用可发生于冰面、冰内和冰底。冰水活动在冰前区和消融区都是很活跃的。

【冰川乳】 glacier milk 冰川中所携带的碎屑物质在运动中相互研磨成细粉，从冰川排水道及冰洞中涌出，含有悬浮的冰川粉使冰水河流呈混浊的乳白色，称为冰川乳或冰川浆。

【冰川粉】 glacier silt，glacier meal
冰川中携带的碎屑物质在运动中相互研磨而成的细粉。

【冰川泥石流】 glacial mud -rock flow，glacier debris flow 冰川末端高厚的冰碛体，冬季冻结，夏季融化，当冰雪消融和冰湖溃决供给大量的水达到饱和状态时，便成为泥浆和砂烁的混合物，顺地形坡降突然暴发奔流，即形成冰川泥石流。它对沿途有很强的侵蚀力，

出山口后形成扇形堆积。冰川泥石流堆积和冰碛很相似，但与洪水泥石流和冻融泥流有较明显的区别，它没有流水作用的层理结构和分选性。我国西藏的某些现代冰川分布地区，冰川泥石流是经常发生的，研究它的活动规律，与农业、交通和居民点的安全有密切关系。

【冰坠】 冰川经过悬崖时，依冰流的速率每隔一段时间下坠一次，这种现象叫做冰坠。冰坠对山崖及其下方的洼地具有较强的削蚀及铲刮力。

【冰阶】 glaoial staircase 冰流自高山向下流动过程中，掘蚀而成的数个陡峻冰坡与凹地相间的阶状地形，称冰阶。

【冰溜遗痕】 remnants of glacial abrasion 在冰川流动过程中，冰层内的石块之间，石块、沙粒与冰底岩石之间互相碾磨、滑动和摩擦产生的形迹。它包括磨光面、冰溜面、条痕石等。图示基岩冰溜面上的条痕。



【磨光面】 polished surfaces 是冰川内石块与基岩之间，两石块之间，互相碾磨产生的光滑的碾磨面。

【冰川痕】 giacial stiae 冰川内的砂粒或石块的棱角，在磨光面上摩擦刻划成的深浅粗细不等的条痕。冰川擦痕一般呈钉头鼠尾状，可有几组不同方向的条痕重叠出现，与洪流、泥石流和滑坡等在石块或基岩面上形成的条痕不同，因此必须对区域地质、地貌条件进行全面调查分析，严格鉴别，才能查明擦痕的成因。

【冰溜面】 glacial pavement 基岩冰溜面的简称。是刻划有冰川擦痕的基岩磨光面，为冰川流行的重要证据之一。这种肉眼看来被磨得很光滑的冰溜面，在显微镜下可能看到是由无数的细小擦痕组成。其磨光的程度取决于磨料的颗粒度。

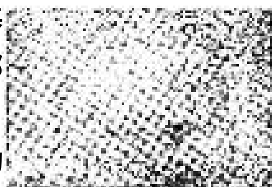


【冰川刻槽】 glacial grooves 携带石块的冰川铲刮冰川谷两壁，刻划出规模较大的冰川擦痕，可将谷壁磨成侧悬现象，冰川条痕可长达数十米。这种粗大的条痕沟，常作为确定冰川运动的证据之一。

【冰川条痕石】 striated pebble，scratched boulders 简称条痕石，指在磨光面上刻有冰川擦痕的砾石和石块。冰碛物中的石块在一定压力下，在较长时间内，恒稳的顺着一定方向移动，砾石表面被磨擦成光滑面和清晰的线状条痕。在显微镜下可观察到这些细长的条痕头端粗大而尾瑞细尖，有时还间杂着颤动的条痕，称为颤痕，是作为切割工具的砂砾强行通

过坚硬的砾石表面产生的颤动位移而形成，这些擦痕可见于砾石各个方向的磨光面上。

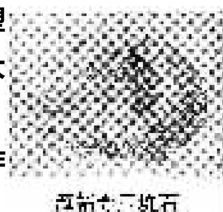
【冰川擦口】　friction cracks　冰流在硬脆岩石上局部遇阻力产生颤动所成的裂口称为擦口，呈新月形状，常垂直于冰川擦痕方向。擦口底部裂隙切入基岩的方向，总向冰流下方倾斜，据以判断冰流方向。图示四川西部罗吉山冰流面上的新月形擦口。


冰川擦口

【表皮构造】　epigenetic structure　又称表面构造。是冰川运动的推挤力作用于冰前地层所产生的褶皱、断裂等构造现象。表皮构造仅发生于表层，向深处很快消失，而且与冰川运动方向呈一定关系，这是与地壳运动产生的构造的主要区别。表皮构造是冰川流动的有力证据之一。

【表面构造】　surface structure　即“表皮构造”。

【变形砾石】　deformaion gravel　是长时期受冰川压力作用产生塑性变形的砾石。它们有的弯曲呈马鞍状，称马鞍石；有的小石子压入大砾石，造成压坑。地质力学认为这些是岩石弹塑性和塑性的表象。



【马鞍石】　horse saddle　变形砾石的一种，指长时期受冰川压力作用产生弯曲变形呈马鞍状的砾石。参见“变形砾石”。

冰　　期

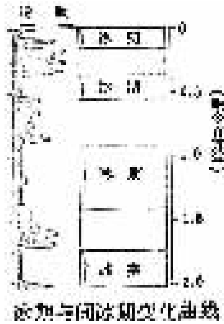
【冰期】　glacial stage　为气候地层划分的第一级单位。在冰期最盛阶段，冰川达到最大推进，气候极湿冷，海面下降，冰川边缘地区受寒冻风化作用，产生大量碎屑堆积，此时沙漠扩大，风积黄土发育。一个冰期和一个间冰期构成一个完整的古气候周期。

【间冰期】　interglacial stage　为气候地层划分的第一级单位。指两次冰期之间，气候变暖，冰川消融的时期。此时，气候向湿热化发展，形成巨厚的风化壳，植物茂密，产生泥炭沼泽，海面上升，气候比较温暖。间冰期的气候变化，使动物界、植物界发生重大变迁。

【亚冰期】　glacial substage　为气候地层划分的第二级单位。可将一个冰期或间冰期划分为几个亚冰期或亚间冰期。

【冰期起源假说】　glacial epoch origin theory　关于地质历史上气候变化和大冰期发生原因的假说，目前还没有比较一致的结论。天文学假说认为气候变化是由地球以外的宇宙原因造成的；大气物理学假说则认为气象、气候因素的变化，（如大气透明度、太阳辐射和大气环流等）是主要原因；而地质、地理学假说则从地球本身的变化，如极点和纬度的移动，海陆分布的变迁，地壳构造运动等，去寻找气候变化的原因。现在，对于大冰期发生的原

因，一般认为是多种因素综合作用的结果。



【冰川阶段】　glacial stadial phase　气候地层划分的第二级单位，为间冰期中的主要冰进阶段。即一个冰期中气温显著的寒冷期。

【间冰川阶段】　interglacial stadial phase　指两次冰进之间的主要冰退阶段，即在一个冰期中的气候温暖期。

【冰川周期】　glacial cycle　一个冰川周期，由冰期和间冰期两个互相对立而又互相转化的气候期组成。冰期由初冰期（ana－glacial）开始，进入最盛的全冰期（pleni－glaeial）阶段，然后冰期减弱，向气候增暖的负冰期（katagla－ciai）转化，最后进入湿热的间冰期。

【冰川作用循环】　cycle of glacia tion　冰川在一定气候条件下发生并发展到最大规模，然后又随气候的转化而缩小到消逝。这种气候变化的循环导致冰川演化的循环，就叫做冰川作用循环。冰川作用循环的前进阶段（advancing he micycle）产生了积极的冰川作用，冰川作用循环的后退阶段 receding he micycle）产生消极的冰川作用。冰川作用愈是加强，则规模小的山岳冰川便向大规模的大陆冰川发展；相反，在冰川作用的后退阶段，则按相反的程序，大陆冰川逐渐解体并向山岳冰川退化。在冰川作用的前进阶段中可产生一些短暂的后退阶段，而在冰川作用后退阶段中，也包括一些短暂的前进阶段。

【大冰期】　great glacial epoch，great ice age　在地质发展的整个历史中，地球上的气候曾有大幅度的冷热变化。当气候趋向寒冷，在两极和高纬地带，以及中低纬度的高原和山地广泛地发育了冰盖或山岳冰川，这样的地质时期称为大冰期。这种气候变化，是地球处于不停地运动中的一种反映。根据目前的地质资料分析，地史上至少曾有过三次大冰期，即震旦纪大冰期、上古生代大冰期和第四纪大冰期。此外在局部地区发现的、不同时期的冰川作用遗迹，一般认为不是全球性气候变冷发生的，而是当地造山运动和古地理变迁的广物。古气候变化和大冰期的关系，是研究地壳运动的一个方面，也深刻地影响着无机界和有机界的发展，是地壳发展史中不可忽视的一件大事，在地质学的理论和实践中，均有重要的意义。

【冰后期】 post－glacial period 是第四纪大冰期最后一次冰盖和冰川开始退缩至现在的一段时期。晚更新世末，世界气候转暖，世界上大多数地区进入冰后期阶段，也就是第四纪全新世。世界各地冰川退缩的时期并不一致，因此冰后期开始的时间也不相同，据近年同位素年龄研究的结果，认为最后一次冰期的冰川自10，000年前迅速退缩。中纬度地区的冰后期从10，000年前开始。如瑞典在公元前6500年；阿尔卑斯山约在20000年前；北美大陆在20000—35000年前。我国的山岳冰川，有人认为是公元前15000年左右开始退缩的。

【小冰期】 little ice age 全新世高温时期以后冰川的再度前进阶段。一般从十八世纪前半期到十九世纪初期，那时冰川规模略大于现代冰川。

【新冰期】 neoglaciation，neoice age 全新世高温期后，距今5000—3000年期间，世界气候转向寒冷，导致冰川再度前进的整个阶段，一般包括小冰期在内。

【高温期】 hyperthermal stage 在冰后期距今7000年前，世界年平均温度比目前高2—3℃，冰川后退，此温暖时期延续了3—4千年，冰川学上称为高温期，过去称气候最宜时期（clima ticoptimum）。

【气候最宜时期】 climatic optimum 即“高温期”。

【震旦纪大冰期】 Sinian great ice age 震旦纪中发生的一次大冰期。这次大冰期的遗迹，在北半球和南半球的许多地方都有保存。我国湖北宜昌三峡上游的南沱，露出了典型的冰碛，在黔东、湘西、云南，以及华北等地都有这个冰期的遗迹。

【上古生代大冰期】 Upper Paleo zoic great ice age 上古生代发生的一次大冰期。这次大冰期中最主要的一次冰期，发生在石炭－二叠纪时期，分布在南半球各地和北半球的印度，其它地区尚无确凿的遗迹发现。

【第四纪冰期】 Quaternary ice age 又称第四纪大冰期。第三纪末，气候开始转冷，第四纪初期，寒冷气候带向中低纬度地带迁移，使高纬地区和山地广泛发育冰盖或冰川。这一时期大约始于距今2—3百万年前，结束于1—2万年前。第四纪冰期的冰川规模很大，在欧洲，冰盖南缘可达北纬50°附近，在北美，冰盖前缘一直伸到北纬40°以南，南极洲的冰盖也远比现在大得多，包括赤道附近在内的地区的山岳冰川和山麓冰川，都曾经下到较低的位置。我国第四纪冰川作用的范围，不仅包括东北、西北、西藏和西南等地的山地和高原，而且波及到东部山区和山麓平原。这次大冰期，至少可分四次冰期和三次间冰期。在最大的一次冰期中，世界大陆有32%的面积为冰川覆盖，大量的水分停滞于大陆上，致使海面下降约130米。在第四纪冰期中，气温平均比现在低3—7℃左右，雪雨降量也比较大，不但高纬度地区为冰川覆盖，就是中低纬地区也出现寒冷气候，并在山区发育山岳冰川。但是，并不象灾变论者所说的那样，生物会全部消亡；相反，从人类发展历史来看，原始人类正是在第四纪冰期和间冰期的气候变化中，经过同自然界的严寒条件作激烈斗争，发展成为现代人的。

第四纪冰期在地球上印下深刻的烙痕，对水圈、大气圈、岩石圈、生物界和人类产生了巨大影响，故研究第四纪冰期，具有重要的理论和实践意义。兹将欧洲、北欧和北美第四纪冰期列表如下。

欧洲（阿尔卑斯地区）、北欧（德国北部）及北美第四纪冰期对比表

欧洲（阿尔卑斯地区）	北欧（德国北部）	北美
玉木冰期 (Würm)	魏克塞尔冰期 (Weichsel)	威斯康星冰期 (Wisconsin) Cochrane Valders Mankato Cary [illegible]
里斯－玉木间冰期	（艾姆 [illegible]）	桑加蒙间冰期 (Sangamon)
里斯冰期 (Riss)	萨勒冰期 (Saale)	伊利诺伊冰期 (Illinoian)
民德－里斯间冰期	霍尔斯坦间冰期 (或 [illegible] 间冰期)	雅茅斯间冰期 (Yarmouth)
民德冰期 (Mindel)	埃尔斯特冰期 (Elster)	堪萨斯冰期 (Kansan)
群智－民德间冰期	[illegible] 间冰期 ([illegible] 间冰期)	阿夫唐间冰期
群智冰期 (Günz)	易北冰期 (Elbe)	内布拉斯加冰期 (Nebraskan)

【第四纪大冰期】 Quaternary glacier epoch 即“第四纪冰期”。

【群智冰期】 Gunz glacial stage 欧洲阿尔卑斯地区更新世的第一个冰期。1901 年彭克（A. Penck）在阿尔卑斯北部，多脑河支流流域推定的一个冰期，可与北美的内布拉斯加（Nebraskan）冰期相对应。这一冰期在阿尔卑斯地区可以分为 2—3 个亚冰期，一般规模较小。

【群智－民德间冰期】 Gunz－Minde lian interglacial stage 更新世欧洲阿尔卑斯地区的第一个间冰期，是群智冰期与民德冰期之间的气候温暖期。它与北美的第一个间冰期阿夫唐（Aftonian）间冰期相对应。

【民德冰期】 Mindelian glacial stage **欧洲阿尔卑斯地区更新世的第二个冰期，是群智－民德间冰期之后的一个冰期。**1901 **年彭克（**A. penck**）在阿尔卑斯北部民德谷地推定的冰期，故名。这一冰期在阿尔卑斯地区可以划分为** 2—4 **个亚冰期，它可与北欧的斯堪的纳维亚地区的埃尔斯特（**Elster**），北美的堪山（**Kansan**）冰期相对比。**

【民德－里斯间冰期】 Mindel－Riss interglacial stage **欧洲阿尔卑斯地区更新世的第二个间冰期，这一间冰期是民德冰期与里斯冰期之间的气候温暖期，故名。它与北美的雅莫斯（**Yarmouth**）间冰期相对比。**

【里斯冰期】 Riss glacial stage **欧洲阿尔卑斯地区更新世的一个冰期，这一冰期在民德－里斯间冰期之后，是更新世的第三个冰期，**1882 **年彭克（**A. penck**）在阿尔卑斯北部莱茵冰河冰蚀区里斯河（**River Riss**）流域推定的一个冰期，它可以与北欧斯堪的纳维亚地区的** Saale **冰期及北美的伊利诺（**Illinoian**）冰期相对比。**

【里斯－玉木间冰期】 Riss－Würminterglacial stage **欧洲阿尔卑斯地区更新世的第三个间冰期，这一间冰期是在里斯冰期之后，玉木冰期之前的气候温暖期，故名。它可以与北美的桑加蒙（**Sangamon**）间冰期相对比。**

【玉木冰期】 Würm glacial stage **欧洲阿尔卑斯地区更新世的一个冰期，这一冰期是在里斯－玉木间冰期之后，为第四纪最后的一个冰期。**1882 **年彭克（**A. Penck**）在阿尔卑斯北部** Am mer **冰蚀地区玉木湖附近推定的第四纪最后的一个冰期。它可与北美的威斯康星（**Wisconsinian**），北欧的魏奇塞冰期（**Weichselian**）相对比。**

【内布拉斯加冰期】 Nebraska glacial stage **北美更新世的第一个冰期—约始于** 1，000，000 **年以前。它与欧洲阿尔卑斯地区的群智冰期、北欧的易北（**Elbe**）冰期相当。**

【阿夫唐间冰期】 Aftonian interglacial stage **北美更新世的第一个间冰期，是内布拉斯加冰期与堪山冰期之间的一个气候温暖期。这一间冰期约与欧洲阿尔卑斯地区的群智－民德间冰期相当。**

【堪山冰期】 Kansan glacial stage **北美更新世的第二个冰期，约始于** 400，000 **年（？）以前。即阿夫唐间冰期以后，雅莫斯间冰期前的一个冰期。它与欧洲阿尔卑斯地区的民德冰期、北欧的埃尔斯特冰期相当。**

【雅莫斯间冰期】 Yarmouth inter－glacial stage **北美更新世的第二个间冰期，是堪山冰期与伊利诺冰期之间的一个气候温暖期，约与欧洲阿尔卑斯地区的民德－里斯间冰期相当。**

【伊利诺冰期】　Illinoian glacial stage　北美更新世的第三个冰期，约始于115，000年前，是雅莫斯间冰期后的一个冰期，约与欧洲阿尔卑斯地区的里斯冰期、北欧的Saale冰期相当。

【桑加蒙间冰期】　Sangamon inter glacial stage　北美更新世的第三个间冰期，是伊利诺冰期以后威斯康星冰期前的一个气候温暖期。它与欧洲阿尔卑斯地区的里斯－玉木间冰期相当。

【威斯康星冰期】　Wisconsin glacial siage　北美更新世的第四个冰期，是桑加蒙间冰期后的一个冰期，这一冰期始于85，000±15，000年以前，约于7，000年前结束。按年代的顺序自老而新又分为Lowan、Cary、Mankato、Valders及Cochrane五个亚冰期。它与欧洲阿尔卑斯地区的玉木冰期、北欧的Weichsel冰期相当。

【易北冰期】　Elbe glacial stage　北欧更新世的第一个冰期，是Elster冰期前的一个冰期，约与欧洲阿尔卑斯地区的群智冰期、北美的内布拉斯加冰期相当。

【克罗默尔间冰期】　Cromerian in terglacial stage　是北欧埃尔斯特冰期前的一个气候温暖期。

【埃尔斯特冰期】　Elster glacial stage　北欧更新世的第二个冰期，是易北（Elbe）冰期以后莎勒冰期以前的一个冰期，约与欧洲阿尔卑斯地区的民德冰期，北美的堪山冰期相当。它是欧洲大陆上较明显的一次冰期，但冰盖规模较小，它的冰碛物为莎勒冰期所覆盖。

【霍尔斯廷间冰期】　Holsteinian interglacial stage　是北欧莎勒冰期与埃尔斯特冰期间的一个气候温暖期。

【莎勒冰期】　Saale glacial stage　北欧更新世的第三个冰期，是Elster冰期以后Weichsel冰期前的一个冰期，约与欧洲阿尔卑斯地区的里斯冰期，北美的伊利诺冰期相当。这一冰期的冰川作用范围最广，向南与阿尔卑斯山岳冰川相连。由于气候变冷，寒冷动物群向南迁移，以披毛犀、北极狐等为特征的冰期动物群，一直分布到南欧地带。

【艾木间冰期】　Eemian interglacial stage　是北欧魏奇塞冰期与莎勒冰期间的一个气候温暖期。这个时期气候转暖，冰盖大规模消融，欧洲北部普遍发生自北极海向南的海侵，同时温带森林向北扩展，北部边界可达北纬62°。据氧同位素资料，当时气候比当地现今的气候更为温暖潮湿。

【魏奇塞冰期】　Weichselian glacial stage　北欧更新世最后的一个冰期、是莎勒冰期后的一个冰期，约与欧洲阿尔卑斯地区的玉木冰期，北美的威斯康星冰期相当。

【中国第四纪冰期】　Quaternary glacial epoch of China　李四光在《冰期之庐山》一书中，根据江西庐山地区的冰碛物、冰蚀地貌及各种冰溜遗痕，划分出鄱阳、大姑、庐山三次冰期和两次间冰期。我国西部海拔3000米左右保留较完好的冰川遗迹，已作为较庐山冰期更新的一次冰期，即大理冰期。我国的四次冰期和三次间冰期，曾与欧洲阿尔卑斯山的冰期

试作对比，见表。

中国	欧洲阿尔卑斯地区
大理冰期	玉木（WüUrm）冰期
庐山–大理间冰期	里斯–玉木间冰期
庐山冰期	里斯（Riss）冰期
大姑–庐山间冰期	民德–里斯间冰期
大姑冰期	民德（Mindel）冰期
鄱阳–大姑间冰期	群智–民德间冰期
鄱阳冰期	群智（Güoz）冰期

解放以来，全国各地作了大量的地质、地理考察工作，在更广泛的区域发现了第四纪冰川遗迹。各地所划分的冰期、间冰期，大致也能和上述分期进行对比。但有些学者对中国东部第四纪冰川遗迹持有不同意见；提出泥石流成因假说。

【鄱阳冰期】 Poyang glaciation 是我国第四纪冰期中较老的一次冰期。首先为李四光在江西庐山鄱阳湖畔发现此期残留的冰碛物，故名。冰碛物为胶结坚硬的绛色泥砾，湿热化程度较深，剖面上具有直径一公分左右的多数泥质白条，风化后呈蜂巢状孔洞。其冰水砂砾石分布在九江甘棠湖附近。鄱阳湖中鞋山岛遗留有本期冰川泥及来自庐山的漂砾。这期冰碛物在我国东部多有发现，由冰川遗迹表明它是大规模的山麓冰川。

【大姑冰期】 Dagu glaciation 是我国第四纪冰期中继郡阳冰期后的一次规模较大的山麓冰川。命名地点在庐山鄱阳湖边大姑山一带，为红赭色泥烁，成岩化作用及湿热化程度均较鄱阳冰期的降包泥砾为轻，但冰碛层剖面上泥质白条较粗，不呈蜂窝状，多网纹。本期冰碛物与冰蚀地形 U 谷、盘谷相联系，并伴随有羊背石、冰溜面、表皮构造等现象，前碛衔接有冰水沉积物，整套保存较好的冰川遗迹明显地代表一次冰期。本冰期又分为两次冰段，其中四道相互平行的前碛称为谷山段；另一道前碛截断了前三道前碛，称为高垅段。大姑冰期遗迹较广泛地散布于全国各地，由于经受了其后间冰期湿热化作用的影响，本期冰碛物多具有网纹红土化特征。

【庐山冰期】 Lushan glaciation 在庐山海拔 800 米左右以上，分布了一套冰斗、冰窖、U 谷和悬谷等冰蚀地貌，U 谷中见前碛三、四道和侧碛等冰碛地貌，由黄褐色冰川泥砾构成，其下只见相互联系的冰水停积。这些相互关联的冰川遗迹，清楚地代表一次冰期，李四光定名为庐山冰期。该期冰川的规模较小，为小型的山谷冰川和冰斗冰川。以冰川遗迹仅限于山上，保存较好，冰碛物风化浅，并能看到黄褐巴泥砾覆盖在大姑冰期鲜红色泥砾之上等特点，确定庐山冰期比大姑冰期为晚，是庐山地区最晚的一次冰川活动。

【大理冰期】 Dali glaciation 云南省大理县的点苍山，海拔 3000 米以上分布一套冰蚀地貌以及冰碛和冰碛地貌，形态清晰，保存完好，首先由威斯曼（H. V. Wissmann）把这次冰川活动定名为大理冰期。李四光在《冰期之庐山》一书中，认为我国西部的大理冰期可能晚于东部的庐山冰期，可与欧洲阿尔卑斯地区的玉木冰期对比。此后，有关文献中就常把大理冰期作为我国晚冰期的通用名称。近年来，已证实了大理冰期时的寒冷气候在我国东部也存在，秦岭主峰太白山顶上也存在这期冰川遗迹。

冰川类型

【冰川类型】 types of glacier 冰川按其形态特征、地理分布和地球物理性质进行的分类。按其形成区的特点和形态可分为山岳冰川、山麓冰川、高原冰川和大陆冰川等类型。按其地理位置可分为极地冰川、亚极地冰川、温带冰川和热带冰川等。按其形成的气候条件可分为大陆性冰川和海洋性冰川两种类型。温度比较低的称冷性冰川，温度接近融点的称暖性冰川。

【大陆性冰川】 continental glacier 在大陆性气候条件影响下发育的冰川。主要标志为冰川恒温层的温度处于负温状态，由于气候干燥，降雪量少，负温比较低，而雪线又较高，冰川的活动性弱，冰舌相应短些。冰川地质地貌作用较弱，堆积地形比侵蚀地形发育。由于冰温较低，故又称“冷性”冰川。一般地处大陆性气候下的高山地区，如我国西部和中亚的冰川，大多属于这种类型。

【冷性冰川】 cold glacier “大陆性冰川”的别称。

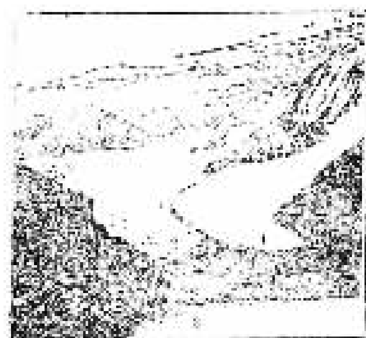
【陆棚冰川】shelf - glacier，shelf ice 又称棚冰。是一种浮在海面上的山前冰川，是大陆冰川或山麓冰川向沿岸低地延伸入海而浮于大陆棚上边的平坦冰床，多由浮冰舌汇合而成，其冰体成分仍为原位置之积雪，末端常形成冰壁，若冰川在此断开浮于海面的则称为冰山。陆棚冰川主要分布在南极地区。

【海洋性冰川】oceanic glacier 在海洋性气候条件影响下发育的冰川。主要标志为冰川恒温层的温度接近零度或压力融点，由于气候潮湿，降雪量大，负温较高，而雪线又较低，冰川活动性强，冰舌常能延伸到较低的森林带内。冰川地质地貌作用明显。出于冰温较高，故又称“暖性”冰川。我国西藏东南部的一些地方和欧洲阿尔卑斯山的现代冰川属于这种类型。整个中国东部地区的第四纪山岳冰川和山麓冰川，一般认为属于海洋性冰川。

【暖性冰川】 Warm glacier “海洋性冰川”的别称。

【山岳冰川】 mountain glacier 又称高山冰川。是在山区范围内形成、流动和消亡的冰川。我国西部的现代冰川，大多数属于这种类型。山岳冰川的形态受地形的控制，又大致

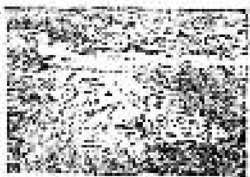
可分为悬冰川、冰斗冰川、山谷冰川、平顶冰川等类型。图示新疆博格达山北麓半坡山的冰舌。



山岳冰川（新疆博格达山北麓）
1,2.冰舌；3.冰水沉积

【高山冰川】　mountain glacier，alpine glacier　即“山岳冰川”。

【出麓冰川】　piedmont glacice　又称山麓冰泛，或山足冰川。它形成于山区，因冰量大，经山谷达到山麓后继续向外漫流，有的可伸展到很远的地方，并覆盖了大片山前平原和洼地。有时，单条的山麓冰川的尾部，在山前平原上扩展成扇形，称宽尾冰川。在气候变冷，冰川前进阶段，山岳冰川能发展成山麓冰川，也能进一步发展成大陆冰川；在气候转暖冰川后退阶段，则发生相反的变化。所以，它是山岳冰川和大陆冰川之间的过渡类型。

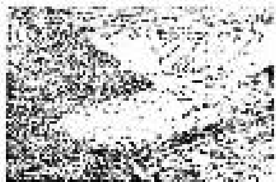


山麓冰川

【山麓冰泛】　piedmont glacier　即“山麓冰川”。

【山足冰川】　ice－foot glacier　即“山麓冰川”。

【山谷冰川】　valley glacier　又称谷地冰川。是在山谷中流动的冰川，共特点是积累和消融大致平衡，冰舌很发育，规模较大，短者数百米，长者几公里或几十公里，厚度达数百米至千米。根据冰川的形态，可分为单式山谷冰川、复式山谷冰川、树枝状山谷冰川和网状山谷冰川。



山谷冰川

【单式山谷冰川】　valley glacicr　又称阿尔卑斯型冰川，是一个粒雪盆连着一条长大的冰舌。这种冰川数量最多。

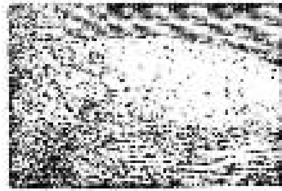
【复式山谷冰川】　composite glacier　由两条以上的山谷冰川汇合形成的冰川。如我国祁连山老虎沟十二号冰川。

【树枝状冰川】　dendritic glacier　由三条以上单式山谷冰川汇合而成的冰川，形状如树枝的分支。这种冰川规模甚大，可达几十公里以上，如我国珠穆朗玛峰绒布冰川。



树枝状冰川

【平顶冰川】 mountain ice－cap **在平坦的山脊或山顶面上发育的冰川。有的象白色的冰雪帽子盖在山顶上，所以又称冰帽。它的特点是没有表碛，没有露出冰面的角峰峻崖。冰川上层是粒雪，下层是冰川冰，一般厚度不大，数量也极少。在我国天山、祁连山和喜马拉雅山均有分布。**



平顶冰川

【冰帽】 glacial cap **又称冰穹，总的形状为平凸形，外形接近于大陆冰川，但覆盖面积较大陆冰川稍小，其穹形也不及大陆冰川平缓。山岳冰川向大陆冰川发展时，必经冰帽阶段。典型的冰帽发生在冰岛。**

【大陆冰川】 continental glacier **又称大陆冰流或冰盖。是面积巨大，冰层很厚，不受地形限制，覆盖了大片陆地的冰流。它的中心凸起，向四周降低，作放射状流动，总的轮廓大致呈盾形，所以又叫冰盾。如格陵兰冰盖整个面积为** 1，650，000 **平方公里，约占该岛面积的** 96% **；中部平均厚度约** 1500 **米，中心最厚处为** 1860 **米，将下伏地形全部掩盖，边缘厚度** 45 **米，有一些冰原石山突起在冰面上。当第四纪冰川最盛时期，格陵兰、南极州、北美洲大部分、以及北欧均受冰盖作用。**



大陆冰川

【大陆冰流】 confiinental ice flow **即“大陆冰川”。**

【冰盖】 ice sheet **即“大陆冰川”。**

【冰盾】 ice dome **即“大陆冰川”。**

【高原冰川】 plateau glacier **当某些高原地面达到雪线以上时，能发育连续的冰流，覆盖着高原的中央部分或向边缘溢流，这种冰川叫高原冰川。因为这种冰川在斯堪的那维亚地区发育比较典型，故又称斯堪的钠维亚冰川。在斯堪的那维亚半岛的斯特达尔冰川，我国祁连山西南的平顶冰川，即属于这种类型的冰川，其主要特征是冰舌向四周伸出。**

【宽尾冰川】 expanded－foot glacier 单条山麓冰川的尾部，由于上游的过量补给在山前平原上扩展形成的扇形冰川。

【濒海冰川】 tidal glacier 冰川尾端由于上游的过量补给而流到海边并沉入海中，称濒海冰川。

【鞍状冰川】 saddle glacier 粒雪盆位于山脊的鞍部，成为粒雪山口，由这里向两个不同坡向发育冰舌，发展成不同方向的山谷冰川或悬冰川。

【再生冰川】 recemented glacier 山谷冰川通过悬崖或陡坡时，其末端会折断而产生冰崩和冰瀑布，使悬崖下面的冰体重新形成一条冰川继续向前运动，这种冰川叫做再生冰川。这种冰川失去粒雪盆，全部由冰川冰组成。

【石冰川】 rock－glacier 分布在古冰川作用的高山区，上游常与冰舌冰碛物相连，外貌长舌状与现代冰川相似，边坡陡，前缘阶状，由棱角尖锐、大小不等的石块碎屑混杂堆积而成，碎屑间缺乏细粒物质。石冰川的轮廓清晰，其表面的同心圆状垅堤为石冰川向前缓慢运动的结果。图示为东昆仑山海拔4700米处的石冰川。


石冰川

【瀑布冰川】 cascading glacier 冰川到达悬谷时陡然呈冰瀑布下降。

【雪蚀冰川】 nivation type glacier 为初生的冰川，数量不多，分布在方形围谷的狭长洼地中，其冰床的扩大主要由于雪蚀作用，仅小部分由微弱的冰蚀作用造成。

【悬冰川】 hanging glacier 山坡上的积雪，在适宜的条件下形成悬贴于山坡上的冰川而不下降到山麓。它的规模较小，是冰川发育的雏形，当气候进一步变冷和降雪增加时，可发展成峪冰川。

【冰斗冰川】 cirque glaeier 发育在冰斗内的冰川。它的规模较小，尚未形成显著的冰舌，冰体很少向外流动。

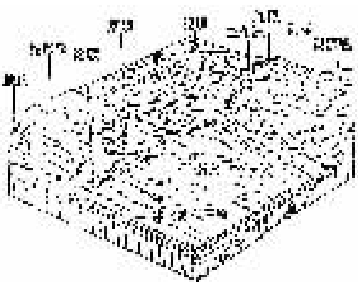
【雪坑冰川】 gliff glacier 是冰斗冰川发育的早期阶段，常分布在山坡上部呈浅漏斗状的雪蚀坑里，其成因与冰斗冰川相似。


冰斗冰川

冰川地貌

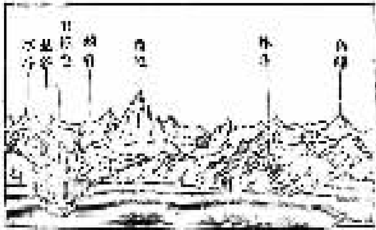
【冰川地貌】 glacial landforms 受冰川侵蚀作用、堆积作用形成的地形，冰蚀地貌有羊背石、基岩磨光面、冰川刻槽、冰阶、冰坎、盘谷、冰蚀盆地、冰川槽谷、悬谷、冰原岛山、鼓丘等。冰川堆积地貌有侧碛堤、终碛垅、冰碛平原等。广义的冰川

地貌还包括冰川融水形成的河流及湖泊造成的地形。图示大陆冰川形成的地貌特征。



【冰蚀地貌】 landforms of glacial erosion 由冰蚀作用造成的各种地貌的统称。如冰斗、冰窖、冰川槽谷、悬谷、角峰、刃脊以及羊背石、冰坎等。

【冰蚀平原】 ice – scoured plain 由大陆冰川长期挖蚀和磨蚀作用所形成的广阔平原，称为冰蚀平原。因大陆冰川范围广，冰层厚，冰蚀作用明显，基岩面上往往有刻痕，羊背石、冰台广布，冰蚀洼地发育，积水即成冰蚀湖。

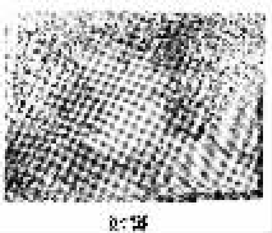


【缺湾】 fiord 高纬度地带的冰川槽谷下段部分被海水淹没后，即形成岸壁陡峭而窄狭的海湾，称为峡湾或峡江。它是大陆冰流或岛屿冰盖在入海时，沿槽谷强烈地加深掘蚀而形成的。

【冰斗】 cirque，corrie，kar 由冰蚀作用造成的三面环山，后壁陡峻的半圆形洼地。其出口向山坡前方，口上常有凸起的岩坎，整个地形似匙状。冰斗一般发生在雪线附近。是调查冰川遗迹的重要标志之一。冰斗虽广泛分布在世界各地，但局限在过去或现在发生过冰川的地方。利用冰斗底部的高程可以概略估计出当时粒雪线的高程。冰斗的高程和方向性受气候条件所控制。冰斗常由雪蚀坑发育而来。融冻作用和溯源侵蚀是冰斗扩大和加深的主要力量。

【冰斗梯】 cirque sfairway 冰川作用区山坡上的冰斗位置一个高于另一个呈梯状排列，称冰斗梯。一般认为冰斗梯的出现说明雪线发生过间断地上升变化。其上、下两冰斗底部的高度相差值，称雪线上升值。

【冰窖】 firn – basin 又名粒雪盆、围谷，是山谷冰川发源处，屯冰的基岩洼地。它三面环山，底部较平坦，出口和冰川谷相连。



【粒雪盆】 firn basin 即“冰窖”。

【围谷】 zirkustal 一般指较大的冰窖。详见“冰窖”。

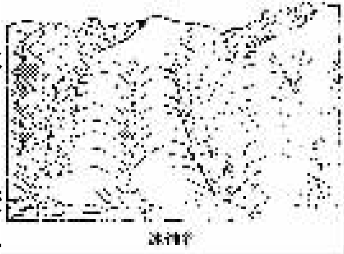
【冰川槽谷】 glacial trough，glacial canyon 常称U形谷，又称幽谷。指从粒雪盆伸出的冰舌在山谷中流动时，磨蚀和掘蚀冰床岩石而形成的谷地。谷底宽敞，两坡陡立，横剖面呈U形，与河流的V形谷有明显的区别；纵剖面有时呈阶梯状。其中常保存各种冰蚀痕迹、冰碛和冰水沉积。Linton（1963）将冰川槽谷分为四种类型：①阿尔卑斯型，冰川自成体系，源于冰斗或冰斗群，而无外来冰源，冰川占据了冰期前的河谷。②冰岛型，冰川源于山区的冰盖，冰川常以冰瀑布形式向下流动，冰川谷陡而深。③复合型，冰川由中心区沿河谷向外扩散，冰川的分流和穿越分水岭隘口而产生新冰川谷的现象十分活跃。④倒转型，在某些低山丘陵区，由于冰源的强大冰流压力使某些冰川朝向冰期前的排泄体系相反方向流动。



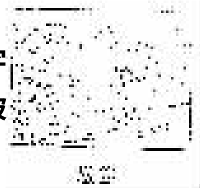
【U形谷】 U－shaped valley，U－valley 即冰川槽谷。山谷受冰川掘蚀，锉磨，横剖面常形成“U”形，故名。

【幽谷】 U－valley 即“冰川槽谷”。

【冰蚀谷】 glacial valley 即冰川槽谷。此种槽谷是由冰川侵蚀作用形成的，故又名冰蚀谷。



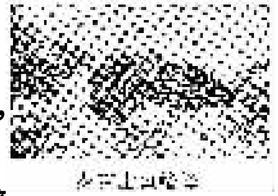
【悬谷】 hanging valley 以陡崖形式与主谷相汇的支谷。一般是在山谷冰川汇合时，因主冰川侵蚀力强，谷底深，而较小的支冰川的谷底较浅，故常形成悬谷。河流作用和构造、岩性的影响，有时也能形成悬谷，要注意区分。



【角峰】horn 被三个或三个以上冰斗或冰窖包围的、岩壁陡立的金字塔形山峰叫做角峰。它是由山峰周围的冰斗或冰窖中的冰体向后啮蚀山坡而形成的。



【刃脊】 knife－edge crest，arête 又称鱼脊或鳍脊。是两坡陡峻脊部尖薄，象刀刃或锯齿一样的山脊。它是由冰川作用时山岭两侧的冰斗和冰窖向后扩展，或两侧山谷冰川的谷坡后退造成的。



【鱼脊】　fish crest　即“刃脊”。

【鳍脊】　即“刃脊”。

【冰坡】　冰流随着陡峻山坡流溢下滑，所造成平滑的山坡面，称为冰坡。

【冰笕】　glacial chute　冰川从山坡向下运动时所造成的冰坡较窄，坡面成平滑的槽状斜面，坡的两侧伴有小岗沿斜面下延，此种冰蚀地形称冰笕。

【羊背石】　roche moutonnŌe　又称羊额石。基岩受到冰川侵蚀形成的孤立的石质鼓包，形状与伏在地面的羊背相似，故名。它迎冰面低而仄，受冰川磨蚀成光滑面，有时见定向的冰溜条痕；背冰面受冰川挖掘破碎，陡而成阶槛状，其长轴方向指示冰川流向。

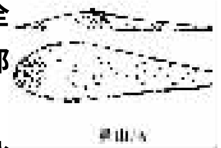


【羊额石】　roche moutonnee　即“羊背石”。

【卷毛岩】　roche moutonnee　是羊背石的组合名称。指由成群的羊背石所组成的基岩丘陵地貌，宏观好象卷毛羊群。如我国西藏东南部来古一带，在冰川槽谷中，由灰岩和花岗岩组成成片的卷毛岩，高约数十米，长轴方向与冰川流向一致。

【鲸背石】　whaleback　是一种和羊背石形态规模相近的冰蚀地貌，平面呈长椭圆形，最高点大致在椭圆形对称中心，长径与冰流方向一致，与羊背石不同处在于迎冰面和背冰面坡度相近，表明在共形成过程中冰川以磨蚀为主而缺乏掘蚀作用。在唐古拉山口东部，西藏东南部来古附近，见有发育在灰岩和板岩上的鲸背石，长约十数米，宽数米，高度小于宽度。

【鼻山尾】　crag and tail　冰川流经较大的基岩岗丘时，冰层未能全部把它覆盖，顶部露出冰面，迎冰坡及两侧均遭受冰流磨蚀，背冰面尾部堆积了冰碛物，牵延很远，整个岗丘形状如鼻。这种地貌叫鼻山尾。



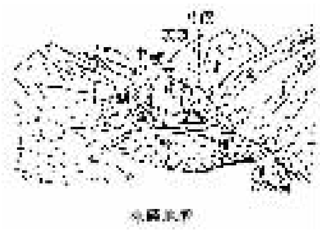
【冰坎】　cross－wall，riegel，rockbar　横阻于冰斗、冰窖出口或冰川槽谷的岩坎，是冰川谷的最重要特征之一。有时它两端有凹口，系冰川两侧的冰水下切而成。其中一个凹口叫风口，在冰退时暴露于岩坎上，另一凹口叫水口，常为现时水流通道，系冰退时流水继续下切而成。冰坎的位置常由冰期前的河谷形态所决定，在河曲及峡谷地带冰川流速和冰层厚度发生变化，并导致冰蚀强度的改变，一旦形成了冰阶或冰坎，则在整个冰期内长期存在并不断加大。在冰川消融阶段，冰水河流将冰坎切割成 V 形的排水口，排泻其上游的湖水。



【冰原石山】　nunataks　即峰顶凸起在冰面上，其余部分被冰层埋没的山体。它常见于大陆冰川的边缘和山麓冰川地区。

【冰臼】　moulin　在冰川作用范围内，由冰川内或冰川下的急流冰水携带石块快速旋转冲击，使下伏的岩层产生旋涡状的深坑，称冰臼。这种螺旋状的涡流洞具有光滑的陡壁，洞底常遗留有磨圆的光滑球状漂砾。正常的溪流和瀑布也可形成瓯穴和跌水坑，但与真正的冰臼有所区别。

【冰碛地貌】　morainic topography　冰川堆积作用形成的各种地貌的泛称，主要有终碛堤、侧碛堤、鼓丘、冰碛扇和冰碛丘陵等。



【终碛堤】　end moraine bar　终碛在冰川末端连续堆积，逐渐加厚增高形成的弧状冰碛堤，参见“终碛”。

【侧碛堤】　lateral moraine bar　冰川暂时稳定时期在冰川两侧连续堆积，逐渐加厚增高形成的堤状冰碛地形，参见“侧碛”。

【中碛堤】　medial moraine bar　两支山谷冰川汇合后，相邻侧碛合并，当冰川消融后形成的冰碛堤，参见“中碛”。

【鼓丘】　drumlin，elliptical hills　在冰川底部形成的流线形岗丘，其高度小于冰厚，基底轮廓一般为椭圆形，也称“蛋丘”。一般迎冰面陡，背冰面缓，主要由富于粘土的冰碛物构成，有时有基岩核心。它分布在大陆冰川或山麓冰川的终碛带内侧，鼓丘可能是孤立的山丘，更多的是成群出现，成带状分布，称鼓丘带。分布于谷底的鼓丘，向下游伸展，并大致平行于冰流的方向。一般情况下，鼓丘的长轴方向指示了冰流的方向，但鼓丘中砾石的长轴方向并不总与流向一致，需详细研究。

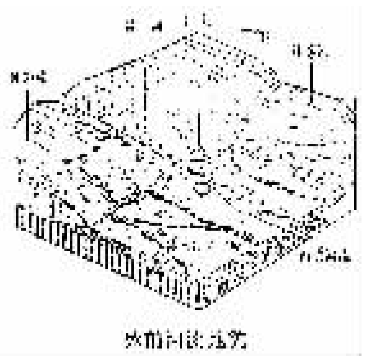
【冰碛扇】　moraine fan　又称冰砾扇，多为山麓冰泛消融后退时形成的扇形堆积体。

【冰砾扇】　moraine fan　即“冰碛扇”。

【冰碛丘陵】　moraine hill　由冰碛物构成的丘陵。这种地貌多出现在普经发育冰盖的地区和山麓冰川分布的地方。

【冰碛阶地】 drift terrace，morai neterrace 是冰川谷底的冰碛物，经间冰期或冰后期河流下切形成的阶地。

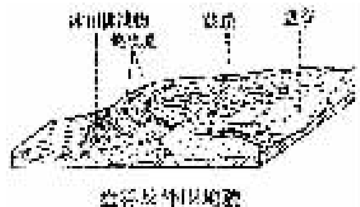
【冰川河流地貌】 glacio－fluvial landform 冰川河流作用形成的地貌，可分为水前流水地貌与冰下河流地貌。冰前流水地貌有外冲平原、冰水扇、冰湖平原、冰砾阜、蛇形丘、冰水阶地、冰水排泄道等。冰下河流地貌有冰下河道、冰锅穴、水下蛇形丘等。



【冰川溢口】 glacial spill－way 在冰川槽谷侧旁的山脊或山坡的低处所展现的 U 形缺口称冰川溢口。是由冰川充满槽谷时向侧旁溢流并对山脊或山坡进行铲刮磨蚀而造成。冰川消融后冰川溢口则高悬于山脊或谷坡上。

【溢圈】spill－way“ 冰川溢口 ” 的简称。

【盘谷】 zungenbecken，moraineamphitheatre 山谷冰川下达山麓地带时，在山前汇集冰流而加剧掘蚀作用造成大型的基岩凹地或盆地，称为盘谷。冰舌曾停顿的盘谷外围，展布有弧形终碛堤（垄），又称终碛盆地。冰川消融后的盘谷中积水成湖，称山麓湖盆。盘谷外围弧形终碛堤（垄）外侧，是由冰水排泄物构成的大片冰水冲积扇或冲积平原。



【冬碛盆地】 terminal basin 即“ 盘谷 ”。

【冰水阶地】 fluvioglacial terrace 在山谷及山前地带，因冰期时形成大量的碎屑物质的堆积，经后期流水的侵蚀切割而造成阶地，称冰水阶地。此种阶地展布的明显特征是向下游逐渐尖灭。

【冰湖】 ice lake 又称冰川湖。由冰川掘蚀或冰碛堵塞冰川槽谷等原因形成的凹地积水而成的湖泊，前者叫冰蚀湖，后者叫冰碛湖。冰水搬运的物质在冰湖中的沉积，叫冰湖沉积。现代的冰川湖和古冰川湖都具有湖滨阶地、三角洲和底碛。现代的冰川湖还可以发生在冰面、冰下或冰内。冰川湖的排泄方式很不一样，多数冰川湖都是周期性的通过冰川下的或冰川内的渠道被排干，少数是通过切割于基岩中的溢口，当湖水位达到一定高度后就产生溢流。冰湖底碛往往沉积较厚的季节性纹泥。

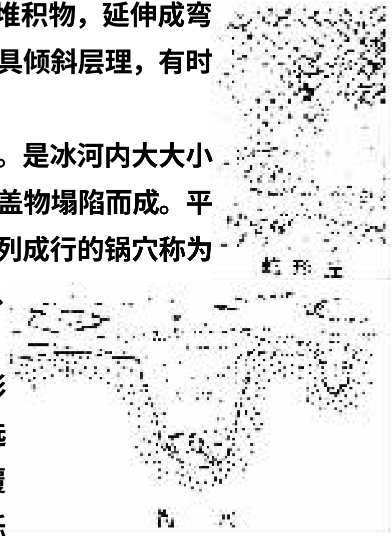
【冰川湖】 glacier lake 即“冰湖”。

【冰水沉积】 outwash drip，fluvioglacial deposit 曾称冰水停积。以冰川融水为主要营力而产生的沉积物，由砾石和砂粒组成。其不同于冰碛之处，在于它有一定的分选性和层理结构；与一般河流冲积层不同之处，在于其中夹有大漂砾和冰碛透镜体，并同冰碛层有紧密的接触关系。它常是地下水的良好含水层。与冰川直接接触的冰水沉积称冰川接触沉积，简称接冰沉积。

【冰水停积】 seepage “冰水沉积”的旧称。

【冰川接触沉积】 ice－contact deposits 在冰川流经之地或靠近冰川的附近，形成与冰砾土有密切联系但经流水改造或发生崩坍变形的堆积物所形成的如冰阜，冰阜阶地、锅穴及蛇形丘等沉积物，统称为冰川接触沉积。

【蛇形丘】 esker，asar，ose 为冰前或冰下河流的堆积物，延伸成弯曲的长堤状，形如蛇行。其内部构造常为砂砾石层堆积，具倾斜层理，有时含冰碛物包裹体，外表常有融碛层覆盖。



【锅穴】 kettle hole 冰水平原表面发育的锅状凹地。是冰河内大大小小的死冰块被砂砾层覆盖，其后因气候转暖冰块融解，覆盖物塌陷而成。平面近圆形，直径大小不等，一般为数十米，深仅数米。排列成行的锅穴称为锅穴链（kettle chains）。按其形态和规模，又称为碟坑、锅状坑及盆坑等。

【冰砾阜】 kame，cam 指冰前流水沉积的、呈圆形或不规则的丘陵。它是由冰水砂砾组成的有层次、经分选的堆积物，并含有冰碛物包裹体，外表常有薄层融碛层覆盖。典型的冰砾阜是单个的丘陵，并由层状和交错层砂砾石（在中心附近）组成，其边缘部分有后期滑动的迹象。冰砾阜常与锅穴伴随。湖相的冰烁阜由细粒沉积物构成，有时可出现纹泥。

【冰砾阜阶地】 kame terrace 冰川两侧的冰水沉积在冰川消失后形成的阶地。冰砾阜阶地沉积在冰体边缘与谷壁之间，沉积物的边部随着冰的融化而向下游滑动塌落。当冰川紧靠山麓或其他障碍物周围流动时，冰砾阜阶地不发育。

【冰前沉积】 frontal aprons 冰川前端流出的冰水溪流，携带有大量的碎屑物质，粗屑部分一般沉积在冰川边缘的前端，细粒部分具有典型冰川乳特性。根据当地地形的起伏特点，冰前沉积形成两种地貌景观，如冰川被局限在山谷内，其沉积物称为谷边碛，如冰川结束在广阔的平原上，其沉积物称为冰水平原。

【冰水扇】 outwash fans，glaciofluvial fans 冰川融水在终碛堤外形成的扇形堆积体。它与冰碛之间在垂直剖面上互相交错，在纵向上为一种突然的沉积相变关系。

【冰水平原】 outwash plain，sandur 又称外冲平原。指在冰水扇外发育的辫状水系所形成的沉积平原。常见于大陆冰川和山麓冰泛的外围。冰水平原从外形上可划分为两大类，即平坦的冰水平原和凸凹不平的平原，后者主要分布有冰融后产生的巨大锅穴。

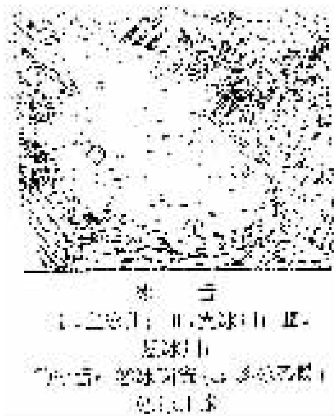
【外冲平原】 outwash plain 即“冰水平原”。

【冰水三角洲】 fluvioglacfal delta，ice margin delta 指冰融水注入冰水湖中形成的三角洲。它与河流三角洲沉积物的主要区别在于其中夹有冰川漂砾和冰碛透镜体。冰水三角洲沿着冰缘展布，由砂和砾石构成的宽阔平坦地区以很陡的坡度结束，其中含有锅穴，这些锅穴是由搁浅的浮冰和冰退时所遗留被埋藏的冰体经后期融化而造成。

【冰水湖】 fluvloglacial lake 又称冰前湖。指在冰川作用区外围，如冰舌末端附近由冰融水补给的湖泊。冰水三角洲和纹泥是冰水湖的主要沉积物。

【冰前湖】 apron lake，frontal lake 即“冰水湖”。

【冰舌】 glacier tongue 指山岳冰川从粒雪盆流出的舌状冰体。冰舌区是冰川作用最活跃的地段，大部分也是冰川的消融区。冰舌的最前端部分也称为冰川末端。冰面常发育冰面水流、冰裂隙等。舌前端有较陡的冰崖，其下方有冰洞，涌出大量的冰川水。

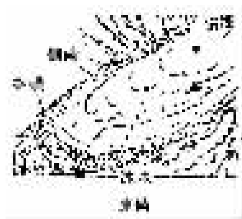


【冰筏】 ice rafting 冰川的前缘不断地有浮冰流出，这些浮冰其状如筏，故称冰筏。浮冰承载着大小漂砾和碎屑，当冰筏倾覆或溶融时，其中的漂砾及石块即坠落于当地，称为坠石。坠石是确定古冰川遗迹的重要证据之一。

【坠石】 浮冰承载的漂砾和碎屑，当浮冰倾覆或溶融后，即坠落于当地，称坠石，为确定古冰川遗迹的重要依据，参见冰筏。

冰碛物

【冰碛】　glacial drift（till）　由冰川搬运堆积的各种物质的总称。冰碛没有层理，大小混杂，无分选性；砾石少定向排列，一般磨圆较差，常有磨光面，其中可以找到条痕石。在现代冰川学中常把冰川在运动过程中搬运的物质叫做运动冰碛；经冰川搬运后堆积下来的物质叫做堆积冰碛。在冰川地质工作中，冰碛是专指堆积冰碛而言。冰碛剖面的颜色，除受基岩地层的直接影响外，还与间冰期气候条件影响下的风化作用有关。经过长期湿热风化的冰碛层，常呈红色。



【冰碛物成因分类】　genetic classification of moraines　根据冰川沉积作用发生的位置、过程及冰川碎屑物搬运过程中的层位和冰碛的关系对冰碛物进行的分类，称冰碛物的成因分类。1979 年 11 月国际第四纪委员会公布的冰碛物成因分类表列下：表中将我国习惯上使用的表碛、内碛、底碛统称为冰川岩屑。

输运中的冰川岩屑 (glacial debris)		根据沉积作用位置的冰碛组	冰碛 (till)		
			[illegible]		水下冰碛(waterlain till)
			与沉积作用有关的冰碛相		
冰川岩屑	冰面岩屑	面碛	融出碛 (ablation till)	漂流碛	水成流碛
	冰内岩屑	内碛		[illegible]	
	冰下岩屑	下碛(底碛)	融出碛、滞碛、变形碛	[illegible]	水成融出碛、水成流碛 (sinking till)
[illegible]					
转成					
[illegible]					

【运动冰碛】　flow till　冰川在运动过程中的堆积物，按冰碛物所在的位置又可分为表

碛（super－glacial till）、内碛（engiacial till）及底碛（basal till）。

【堆积冰碛】 aecnmulation till 冰川停止运动后所堆积的物质。它又可分终碛（terminal moraine）、岸碛（flank moraine）及底碛（basal moraine）。

【基碛】 ground moraine 冰川消融后，表碛和内碛均降落在底碛上而共同构成停碛称基碛。它是大陆冰川地区分布最广的一种冰磕，地貌上呈岗丘起伏的冰碛丘陵景观，又称基碛景观。

【表碛】 super glacial till（moraine），surface till 泛指寒冻风化、块体运动等作用下直接落于冰川表面的碎屑物，或冰川表面消融后而出露的冰碛物。一般愈向冰川下游，表碛覆盖愈增厚，面积愈大。

【侧碛】 lateral till（moraine） 是冰川暂时稳定时期在两旁谷坡上的堆积物。由于堆积作用在冰川两侧一定位置连续进行，逐渐加厚增高，常形成侧碛堤。侧碛与横阻于谷中的终碛堤相联结时，侧碛堤的形态更为明显。

【中碛】 medial till（moraine） 两支山谷冰川相汇后，其中相邻的两道侧碛汇合在一起形成的堆积，称中碛，冰川消融后成为中碛堤。



【内碛】 inner till（moraine）englacial till（moraine） 落入冰川表面后又被冰川掩没的冰碛物。如落入冰舌裂隙中的砂砾、碎石及漂砾等被冰川吞没即成为内碛；底碛中的卵砾石随冰川运动由底部向上抬升后，可成为内碛；两条冰川汇合后，在汇合点以下，冰碛物的下碛部分可转变为内碛。

【底碛】 ground till（moraine），basal till（moraine），infraglacial deposit 又称下碛，是冰川在冰床底部堆积的冰碛物。这种冰碛物一般含泥质较多，胶结较紧实，磨圆度较高。底碛中大小漂砾的长轴总是顺着冰川运动方向而排列，故测量底碛中的漂砾方位是寻找冰碛砂矿及来源地的重要方法。

【下碛】 under till（moraine） 即底碛，亦称冰下冰碛，系直接位于冰川谷底的冰碛物质，故名。

【终碛】 end till（moraine），terminal till（moraine） 又称前碛或尾碛。是冰川暂时稳定时期在冰川前端的堆积物。由于堆积作用在冰川末端的一定位置连续进行，逐渐加厚增高，常形成弧状冰碛堤，称终碛堤。终碛可以指出冰川停滞的立置和停滞的时间，是冰川地貌中的重要特征。终碛堤中砾石的排列方向基本与终碛堤平行。构成终碛堤的物质是由冰川上游传递而来；一部份冰碛物则在冰川前进过程中，沿途携带捕获而来；若碎屑来源丰富则形成规模巨大的终磕堤。古老的终碛常被后期的冰川或冰融水所侵蚀破坏与掩盖。

【前碛】frontal moraine 即"终碛"。

【尾碛】 terminal moraine 即"终碛"。

【岸碛】 flank moraine 沿冰川谷两岸已固定下来的侧碛，称岸碛，常呈阶地岗垅形状。老的岸碛遭受侵蚀破坏后，常在谷坡上形成土柱，土柱顶部有时盖有大的冰砾。

【前进终碛】 accretion moraine 当冰川顺河谷向前推进时，把河床中的砾石层向前推铲堆积而成的终碛，称前进终碛。这种冰碛一般分选较好，砾石磨圆度亦好。前进终碛堤的一侧坡度很陡，存在有断层，尤其是冲断层等构造搅动现象。

【消融碛】 ablation till（moraine） 是冰川消融后退时在冰川末端的堆积，多为冰碛块砾散布于冰川槽谷中，细粒物质已为冰融水冲走。目前国际上有的认为消融碛的含义无确切范围，建议取消。

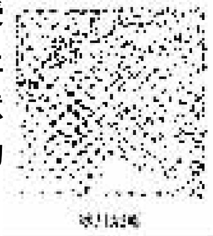
【融出碛】 meltout till 从冰碛物成因类型中划分的一种冰川沉积。指冰川水中含有的岩石碎屑，在冰川融化过程中堆积于冰川表面或冰川底部穴中的沉积。前者称陆地融出碛或冰面融出碛，后者称冰川出碛。

【流碛】 flow till 指沿冰川表面流动的冰川沉积。流碛多起源于融出碛，它的沉积过程是在大气压力下发生的，颗粒间的应力高于零。由于它接近或处于液限，故能沿冰川表面流动。属冰碛物成因类型的一种冰川沉积。

【冲动冰碛层】 冰川退缩后，再度前进时，常能推动前已停碛的冰碛层，并在其间发生冲断、挤压错动等现象，这种冰碛层称冲动冰碛层或挤压冰碛层，常出现在有多次冰川作用的地区。

【冰碛层】 drift sheet 由各种冰碛构成的地层单位。一个冰碛层，通常包括一次冰期的各种冰川沉积，可作为划分地层和地层对比的依据。

【冰川泥砾】 boulder – clay 又称冰砾土，习惯称泥砾。是由冰川直接堆积的粘土、砾石和砂的混合体，没有层状分选。冰碛中的含泥量，决定于基岩地层受冰川剥蚀时产生粘土的多少。发育在坚硬的粗粒岩层的冰川堆积物，粘土含量很少，常成砂砾冰碛。野外工作中通过地貌现象的综合分析，应注意把冰川泥砾与泥石流堆积相区别。冰川泥砾的透水性差，常成为地下水的隔水层，且承载力较高，可作重型建筑物的天然地基。

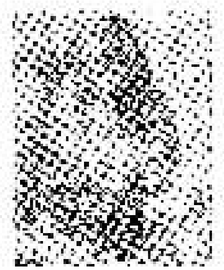


【冰砾土】 boulder clay 即"冰川泥砾"。

【泥砾】boulder clay "冰川泥砾"的习称。

【冰川漂砾】 glacial erratic boulder 冰川搬运的巨大石块。它可随冰川翻山越岭，有的直径达10—20米以上。在冰川作用地区，可用作测量冰川流向和圈定冰川范围，或用来追索漂砾的来源，找寻砂矿、原生矿的标志。具有磨面擦痕的异地大漂砾，是最有说服力的冰川流行证据。漂砾的体积大小悬殊，巨大的漂砾其残留的能力很强。下图为新疆贡格尔山

下的巨大冰川漂砾。





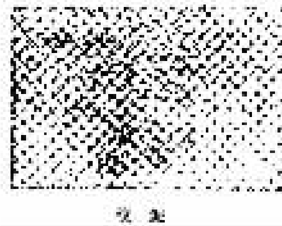
冰川漂砾

【冰台】 glacial table 冰川漂砾有时在 U 形谷中或山麓地带聚集，形成巨石林立，有些巨大漂砾横置于其他漂砾之上，称为冰台。

【块砾碛】 block – moraine 不含成极少含泥砂的冰川块砾堆积，称为块砾碛。

【冰前排泄物】 outwash apron 冰川末端终碛的外侧地带，因冰川的融水挟带泥砂砾石向前流动，形成大面积的冰水砂砾沉积层。在地貌上表现为冰水冲积锥、冲积扇及外冲平原等，统称冰前排泄物。

【纹泥】 varved clay，laminated clay，seasonally bandcd clay 又称带状粘土或缟状粘土，是冰水湖泊的沉积，为颜色深浅相间、粗细颗粒的层次厚薄有别地交互出现而韵律性强的湖相沉积层。其色浅而较厚的粉砂细砂层是在夏季冰融水增多时形成的，称为夏层；色深层薄质细的粘土层是在冬季冰融永剧减时由悬浮于湖水中的粘土胶粒发生沉淀而造成，称为冬层。它反映明显的季节变化，故又称季候泥。能象树木年轮那样地用纹泥来推算冰退的年代及古气候演变。



纹泥

【带状粘土】 banded clay 即“纹泥”。

【缟状粘土】 ribbon – clay 即“纹泥”。

【季候泥】 seasonally banded clay 即“纹泥”。

【夏层】 “summer” layer 指冰水湖中夏季沉积物，颜色较淡，沉积较厚，以细砂、粉砂为主，参见“纹泥”。

【冬层】 “winter” layer 指冰水湖中冬季沉积物，颜色较深，沉积较薄，以粉砂、粘土为主。它与夏层交替沉积，参见“纹泥”。

冰缘地貌

【冰缘地貌】 periglacial geomorphology，cryomorphology 以地下水的长期冻结和冻融作用为主形成的冰缘沉积、冰缘构造和冰缘地形，统称冰缘地貌。现代和古代冰缘地貌的研究，对了解第四纪地史、古地理和气候变化有很大意义，而且是冰缘地区水文地质和工程地质工作的重要课题。

【冰缘地区】 periglacial region 简称冰缘区。泛指无冰川覆盖、受寒冷气候影响和以冻融作用为主的地区，风、雪和流水等地质作用也有其特殊性。现代冰缘区，包括现代冰川外围的、广大的高纬地区和一部分高原、高山地区。第四纪时期，寒冷气候带南移，雪线下降，冰缘区也相应地向纬度和高度更低的地方扩展。我国长江下游和浙江、福建等地，亦有古冰缘现象发现。

【冰缘区】 marginal area “冰缘地区”的简称。

【冰缘现象】 periglacier phenomona 是波兰学者 W. O. Lozinski 于 1909 年对寒冷气候下冰缘地区因冻融作用为主所产生的各种表土构造和独特的地貌现象的总称。冰缘现象不仅分布在现代冰川的外围冰缘区，而且因第四纪大冰期时，冰川范围的扩大使当时的冰缘地区也扩展到较低的纬度和山地，因此在现代的非冰缘地区，古冰川遗迹分布的外围，常有古冰缘遗迹的存在。这种古冰缘遗迹现象称为化石冰缘现象。

【化石冰缘现象】 fossil periglacier phenomena 现代冰缘区以外的各种古冰川冰缘遗迹。它对探讨古气候的演变、生物群落的演化等方面有重要的意义。

【冻融地貌】 deglaeiation landscape 在冰缘地带或冻土地区的寒冷气候条件之下，冻融作用使岩石遭受破坏，松散沉积物受到干扰和分选以及冻土层发生变形等，造成石海、构造土、冻融岩屑锥、冰丘等各种独特的地貌，称冻融地貌。或称冰缘地貌。冻土地貌。

【冻土】 frozen ground 泛指温度保持在摄氏零度以下的、含冰的土壤或岩层。冻土一般分上、下两层：下层长期保持冻结状态，称多年冻层或永冻层；上层夏季融化，冬季冻结，称冻融层或活动层。

【多年冻层】 ever-frozen layer 又称永冻层。指长期保持结冻状态的土层，参见“冻土”。

【永冻层】 permafrost layer 即“多年冻层”。

【冻融层】 active layer 又称活动层。指夏季融化，冬季冻结的土层，参见“冻土”。

【活动层】 mobile layer 即“冻融层”。

【多年冻土】 ever frozen ground，permafrost 温度多年为零度或负温且处于冻结状况含冰的各种土（岩）类，称多年冻土。多年冻土也可分上、下两层：上层为夏融冬冻的活动层（又称冻融层）；下层为多年冻结的永冻层。多年冻土的分布较广，具有明显的沿一定纬度和高度的分布特点，在北半球分布面积约占陆地的 22%，南半球约占 7%。

【季节冻土】 seasonal frozen 指冬季冻结、夏季全部融化的各类土（岩）层，称为季节冻土。

【连续冻土】 continuous frozen 在北半球高纬度地带的多年冻土（永冻层）大面积连续分布，称为连续冻土。在连续冻土带的外围及中、低纬度的高原和高山区，存在着分散的多年冻土，称为不连续多年冻土或岛状冻土。

【岛状冻土】 permafrost island 参见“多年冻土”。

【热融现象】 thermokarst 又称热喀斯特。指冰缘地区因热力条件改变，使地下冰局部融化，形成洞穴、地表沉陷和塌落等现象。当植被遭破坏、森林火灾、水文地质条件变化和气候变暖时，都可以产生热融现象，致使冻土区出现小的陷穴和某些较大的湖泊。

【热喀斯特】 thermokarst 即“热融现象”。

【冻融作用】 freeze－thaw action 曾称融冻作用。地表岩石和土层中的水反复冻结和融化而引起的各种地质作用的总称，包括冻融风化作用、冻融泥流作用、冻融扰动作用和冻融剥夷作用等。各种冰缘现象都是冻融作用的产物。在现代冰缘区，冻融作用仍在进行；在古代冰缘区，它们在地层中和地形上保存下来，从而成为研究地貌发育、地层划分和古气候变迁的重要依据之一。

【冻融岩屑】 freeze－thaw debris 严寒气候地区，因冻融风化作用强烈而反复地进行，致使基岩不断产生崩解而造成的岩块碎屑，称冻融岩屑。它是形成石河、石海及石冰川等冰缘地貌的主要物质来源。

【石海】 rock block field，blockmeer 指冻融岩屑在较平坦的山顶面上运移而形成由块石组成的地面，参见“冻融岩屑”。

【石河】 stone river 指沟谷中运移而呈线状分布的冻融岩屑。规模较大的石河则称石冰川。参见“冻融岩屑”。

【冻融泥流】 solifluction 曾称冻融泥流。指饱和水的松散土层和冻融风化层解冻时，因具塑性，发生沿斜坡蠕动的现象。它的堆积物称冻融泥流堆积，简称泥流堆积。它主要由粘土和沙砾组成，是一种没有层理和分选的堆积物，成分与坡地的岩性一致，常有土层、泥炭和古土壤夹层，并出现小型的褶皱和断裂。位于高山和寒冷地区的路基和地基，必须防止泥流的活动，亦需注意泥流堆积的特殊水文地质、工程地质条件。

【冻融泥流堆积】 solifluctional accumulation 冻融泥流形成的堆积物。详见“冻融泥流”。

【泥流堆积】 solifluctional accumulation “冻融泥流堆积”的简称。

【泥流阶地】 mud－flow terrace 冻融泥流活动时，当其下方遇到阻碍或平缓的地面时，常形成台阶状的泥流堆积体，称泥流阶地。

【冰丘】 ground－ice mound 当冻土层内的地下水受到冻结地面及下部多年冻结层遏阻时，在冻结薄弱地方结成冰核并不断增大膨胀，使地表隆起抬高呈丘，则称冰丘。根据冰丘在形成过程中有无外来水分的补给而又可分为开放型冰丘及封闭型冰丘两类。还有一种特殊冰丘，因其内有富含气体且压力很强的地下水，则在夏季发生喷水爆炸，故称爆炸性冰丘。冰丘又称为冰水岩盘。

【冰水岩盘】 glacio－fluvial laccolith 即“冰丘”。

【开放型冰丘】 open moraine 在冻结过程中由外来的地下水通道不断补给水分，造成很厚的冰层，发生强烈的冻胀而发展成的规模较大冰丘。

【封闭型冰丘】 closed moraine 主要由附近土层中地下水向冰丘迁移的方式补给形成的冰丘，此类冰丘规模较小。参见“冰丘”。

【冰锥】 pingo 又称泉冰锥。承压水通过地层、河湖冰面的裂隙流出地表，逐层冻结成冰，形似尖顶向上的锥体，称冰锥。冰锥与冰丘不同，前者是水流至地表冻结成冰，后者是水流在地下结成冰核。

【泉冰锥】 ice cone from natural spring 即“冰锥”。

【冰楔】 ice wedge 又称冰楔辟。冻融风化作用在松散堆积物中形成的楔状裂隙，多发育于冻土的活动层中。经反复的冻结和融化，冰冻膨胀和劈开的力量，使冰楔由浅入深、由窄变宽地发展，深可达数米，上部宽度一般小于深度。现代冰楔多为冰体充满，第四纪冰楔则多为松散物质充填，称砂楔或土楔。


冰 楔

【冰楔辟】 ice wedge 即“冰楔”。

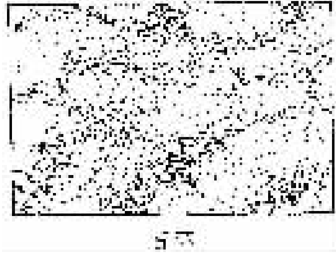
【构造土】 structure soil，patterned groun 又称塑型地面或几何形土，指冻土区在冰缘气候条件下，第四纪堆积物的表面物质，在冻融作用和冻融胀力推挤的影响下，运移、分选而形成的一定几何形态的构造和微地形现象，有石环、石质构造土、石质多边形土、石玫瑰及泥质多边形土等多种形式，巨型者直径3—5米或更大，微型者直径仅数十厘米。长期活动的构造土，是多年冻土的地表标志之一。

【塑性地面】 patterned ground 即“构造土”。

【几何形土】 patterned ground 即“构造土”

【石质构造土】 stone polygon 构造土的一种。它的中央部分集中细土，周围分布着块石。参见“构造土”。

【石环】 stone ring 构造土的一种。当地面近于水平时，碎石围绕细土构成圆环状分布，称为石环，参见“构造土”。



【石质多边形土】 stone polygon 构造土的一种。当地面有微倾斜时，围绕细土的碎石圈顺斜坡方向伸长，构成具不规则几何形态的构造土，称为石质多边形土。参见“构造土”。

【石玫瑰】 stone rose 构造土的一种。它的中心有一大石块，其外围绕细土，最外圈由块石和碎石构成，形似玫瑰花，故名。

【泥质多边形土】 mud polygon 在土状堆积物的表层，受冻融作用，形成中心部分略有隆起，外围为裂隙构成的多边形的构造土，称泥质多边形土。

【冻融变形】 involution 各种原生的第四纪堆积物，受冻融泥流和冻融膨胀等作用，使地层在剖面上发生褶皱、断裂和扰动等现象，改变了堆积物本来的结构，故称冻融变形。它明显地被限制在某一地层中，而上、下层仍保持水平，因此可与地壳运动产生的构造以及滑坡构造和由冰川直接推动所形成的表面构造等相区别。

【山上阶地】 altiplanation terrace 又称高山夷平阶地。指由冻融风化和雪蚀作用形成的围绕山体的台阶状地面，一般靠近雪线的下部。它的前缘和后缘都有较陡的岩壁，岩壁之下发育岩屑坡。

【高山夷平阶地】 alpine planation terrace 即“山上阶地”。

【冻融夷平面】 cryoplanation 主要受冻融作用的剥蚀和均夷，使山坡后退而形成的夷平面。在冰缘地区积雪很少或不积雪的山坡上，冻融风化使岩石松懈破碎，冻融泥流在夏季融雪水和降水的协助下，把冻融岩屑不断地搬运走，使山坡迅速后退和山岭逐渐降低，形成大片平坦的夷平面。冻融夷平面上常残留着孤立的小山。

【冰缘河谷】 marginal river valley 在冰缘地区，河谷的塑造受冻融作用影响，形成不同于一般单纯由流水作用造成的河谷形态。冰缘河谷的谷底，因堆积了冻融岩屑和泥流物质，纵剖面很平缓，即使在水流较大的情况下，水流浸蚀作用也以旁蚀为主，河漫滩比较发育，形成宽大而平坦的平底谷，谷坡较陡，谷底与谷坡间没有明显的界限，整个谷地比较平直。此外，由于阳坡和阴坡的冻融作用强度不同，形成两坡不对称的谷地，称不对称谷。在一般情况下，朝南的谷坡比朝北的谷坡要陡些，而在极地和高纬地区恰恰相反。

【不对称谷】 asymmetric 冰缘河谷地貌的一种。系因谷坡所处的位置和方向不同，使冻融作用强度产生差异，造成谷坡不对称，故名不对称谷。详见“冰缘河谷”。

【冰川风】 ice wind，firn wind 冰川盘踞的地区，冰川表面较稳定而下沉的冷却气流沿冰面向冰川前方运动，迫使冰缘地区较暖的空气上升而产生交换对流，这样形成了由冰川表面向冰缘地带吹送的风，故称冰川风。

【冰缘黄土】 marginal loess 在寒冷的气候条件下，冰川风对冰碛物、冰水沉积物和冻融堆积进行吹蚀搬运，使细颗粒的粉砂及粘土等远扬而堆积于冰缘地带，称冰缘黄土。冰缘黄土可以覆盖在冰缘地带不同成因、不同高度和不同形态的冰前地貌及沉积层之上。

火山地质学

【火山学】 volcanology，vulcano－logy 研究火山及其活动规律的科学。其研究内容包括：火山现象与各类活动的特征；火山活动的成因与机制，形成火山的地质背景及其演化历史与空间分布规律；火山作用的产物及与成矿作用的关系，有用组分与热能的利用；火山活动与其它自然作用的关系（地震、泥石流、山崩、地滑、天气活动、地球物理场…），对环境的影响及与人类的利害关系；火山喷发的监测与预报等；以及通过对火山的研究，了解地球内部的物质组成，探讨地壳运动规律与地球演化历史。火山学运用地质学、化学、物理学、数学等学科的理论与手段进行研究，是一门正在发展的学科。现在只球、火星、金星等天体上已发现了大规模火山活动的遗迹，在木星的卫星上还观测到正在进行的剧烈的火山活动。因此火山已开始作为一种宇宙现象进行研究。

【火山地质学】 vclcanic geology 把火山作为一种地质现象来研究的学科。是地质学的一个年轻的分支，也是火山学的主要组成部分。它着重研究火山（包括古火山）的形态和构造，火山喷出物，火山活动的成因、演化历史与空间分布规律。

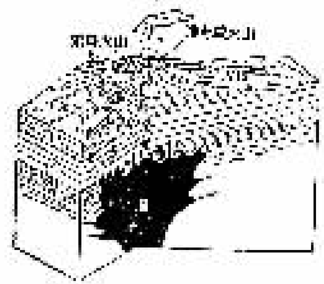
【火山灰年代学】 tephrochronology 利用地层中的火山灰堆积来确定地质年代的科学。由于火山灰能在短促的时间内散布很广，并有自己明显的特点，在地层学的研究中是很有用酌，可以当作标志层。目前多用于研究年轻的地层。

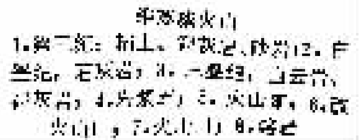
【火山堆积说】 accumulation theory of volcano p. scrope 1825 年提出的一种火山成因说，是与火山隆起说对立的学说。他认为火山体是喷出地表的熔岩、火山碎屑物等在火口周缘堆积逐渐增高形成的。以后这一成因说又得到莱伊尔（C. Lyell）支持，目前有关火山的成因，大部分可以用这一学说解释。

【火山隆起说】 elevation tkeory of volcano 又称隆起火山说，布赫（L. v. Buch）1815 年提出的一种火山成因说。他认为火山的凸起，是地球内部能量的作用，向上推挤地壳，使之隆起成为圆顶丘，当压力增大到使地下物质冲破圆丘顶端而出，遂有火山口产生。这一论点虽然得到洪波特（Humboldt）的支持，但是由于与事实不符，受到斯克拉波（P. scrope）及莱伊尔（C. Lyell）的反对，为火山堆积说所否定。

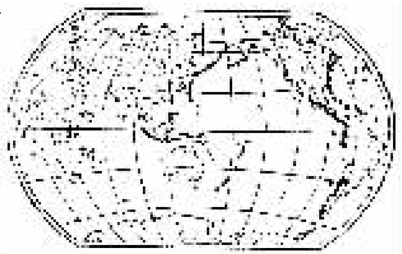
【隆起火口说】 hypothesis of upheaval crater 即火山隆起说，解释火山成因的一种假说。

【火山】 volcano　岩浆活动穿过地壳，运移上升到达地面或喷出地表并具有特殊的机构及形态的地质体。火山活动常喷出大量高热的气体、固体碎屑和熔融的岩流，在出口周围堆积成山丘，称火山锥；有的也可因喷发活动很快停止，没有足够的喷出物堆积；或因喷发时爆炸猛烈，毁坏了原来的火山锥，不具有山的形态；还有些地方的岩浆是沿地壳裂隙大面积地涌出，也不形成突起的山丘；有的岩浆上升到接近地表，而未能冲出，但已使地面形态变异，可以认为存在着潜在的火山。在一般的概念中，火山常指那种由来自地下的喷出物堆成的高地；不过在地质学中则不以这种山的形态为火山的本质特征，而是以下面有无通道与地壳中的岩浆库相通来判断。

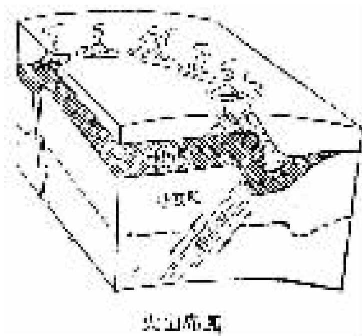




【火山带】 volcanic belt　火山活动比较强烈，活火山的分布比较集中的地带。一般是地壳中的断裂带，因而也常常是多地震的地带，常在地面上呈现为狭长的带状。从全球范围来看，环太平洋一带和从印度尼西亚经喜马拉雅山到地中海一带，是两个大火山带。现今地球上的活火山近百分之八十分布在这两个火山带中。



【火山岛弧】 volcanic arc　在大洋中成弧形分布，并有火山活动的群岛。有的实为露出水面的海底火山山脉。现今世界上的活火山多数分布在这种岛弧上，如阿留申群岛、千岛群岛、日本群岛、小笠原群岛、菲律宾群岛、美拉尼西亚和印度尼西亚的许多群岛，都全部或部分属火山岛弧。岛弧上的火山，爆发猛烈，以喷出碎屑物为主，常伴随很深的海沟，按板块构造说解释，它是板块边缘的俯冲地带；岛弧正是在两个板块相对俯冲的过程中，岩石局部熔融，在俯冲带的上部构成火山岛弧。



【火山群】 volcanic cluster，volcanic group 在一个地区内成群出现的火山的总称。它们不象火山链那样清楚地表现出受地质构造的控制，但实际上仍与地质条件有关，如我国黑龙江省的五大连池火山群，表面上互不相关，实受两组断裂的控制，火山锥多出现在断裂的交叉点上；山西省大同火山群，云南省腾冲火山群，台湾省大屯火山群等都是我国著名的火山群。

【火山列】 volcanic row 指比火山带规模较小的并列火山群。它的排列多受地质构造的控制。

【火山链】 volcanic chain 一系列成线状分布的火山，明显为同一断裂带控制，在地形上常表现为火山山脉或火山岛弧。

【火山前线】 volcanic front 又称火山前缘。指沿岛弧分布的火山带向海沟一侧的边缘。沿岛弧分布的火山带内，愈接近这一边缘，火山愈多，活动也愈活跃，但是过此地带以后则火山即突然消失，故自海沟至火山前线之间形成一个无火山地带。同时在近火山前线的地区岩浆的酸性成分逐渐增多，碱性成分逐渐减少。板块构造说认为这是两个板块接触处，是从海沟向岛弧下俯冲的部位，俯冲到一定深度时才会有熔融物质产生。

【火山前缘】 volcanic front 即“火山前线”。

【火山活动】 volcanic activity 与火山喷发有关的岩浆活动。包括岩浆冲出地面，产生爆炸，流出熔岩，喷射气体和碎屑物质等活动，以及与此相伴随的岩浆从地下向地面活动，发散热量，析离出气体、水分等活动。

【火山旋□】 volcanic cycle 火山活动强弱交替发展的变化过程。从全球的火山活动来看，确有这种规律，但其原因还不清楚。对一座火山而言，更是总有发生、发展和消亡的过程，而它的喷发活动也总是有从开始喷发到活动加强又逐渐减弱直至停息的规律。这些具有周期性的变化过程，都可纳入火山旋迴的范畴，但是目前还是一个尚在探讨的课题。

【火山作用】 volcanism 火山活动及其对自然界产生的影响的总称。包括在地面的影响和对地下的影响，例如，引起地震，改变地球面貌，形成熔岩高原、火山锥、火山地堑、火山构造凹地等地表形态，喷出碳酸气、火山灰和其他气体，改变大气成分及影响大气活动，分离出火山水，增加地球水圈质量；以及使地下水温度升高，造成温泉、矿泉、间歇喷泉；促进地球内部元素迁移，形成矿藏等等。这些作用有的在火山喷发时表现出来，有的则在喷发前后长时期产生影响。

【潜火山作用】 subvoicanism　又称隐火山作用、地下火山作用。泛指火山喷发前岩浆在地下聚集所产生的影响，喷发后残留地下的岩浆，以及未能到达地面但已接近地表的岩浆体产生的影响等。潜火山的作用能使地面形态、地温、围岩的物理性质和化学成分、地下水的成分和运动等发生变化，以及矿藏形成，都具有重要的意义。

【隐火山作用】 subvolcanism　即“潜火山作用”。

【潜火山构造】 cryptovolcanic structure　又称隐火山构造、雏火山构造。指在大致呈圆形的小区域内，岩石破碎、呈杂乱分布，外观上颇似火山作用的产物，但尚未发现火山性物质的构造；也有人认为是陨星冲击所形成的构造，但未找到足够的证据。

【隐火山构造】 cryptovolcanic structure　即“潜火山构造”。

【火山脉动】 volcanic tremor　由于火山作用在地面产生的微小震动。它与火山地震不同，是一种长期持续、每次振幅大体一致的震动。多出现在岩浆为玄武岩质的火山地区。在火山爆发前，火山脉动的振幅常有增大的情况，是火山爆发的前兆之一。

【火山现象】 volcanic phenomenon　泛指岩浆到达或接近地表时引起的各种地质过程。狭义的火山现象，如喷火活动、喷气活动以及火山体的形成等；此外，如温泉作用、蚀变作用、矿化作用以及岩体的贯入等则属于广义的火山现象。

【火山喷发前兆】 eruption symptom，forerunning phenomena　预示火山将要喷发的自然现象。重要的现象有：地温升高，喷气孔活动加强，气体温度升高，喷出的气体中硫质增多，火山脉动加强，发生地震，火山及其附近地面出现微小的倾斜，地磁场发生特殊的变化等。这些现象都是火山喷发前高热的岩浆在地下大量聚集所引起。

【火山喷发】 volcanic eruption　岩浆物质从火山口中大量迅速喷出的现象，包括气体及水蒸汽的喷出、抛出碎屑物和流出熔岩等活动。这些物质在地下深处，是混在一起的，呈熔浆状态。在地壳中某些部位，由于地壳的强烈运动，发生断裂破碎，压力减低，岩浆就会向那里聚集，并有气体、水蒸汽从中分离出来，致使体积膨胀，推动岩浆沿地壳中的断裂向地面运移，直至冲出地面，产生火山喷发。由于岩浆的性质和地质条件的不同，喷发的方式和强弱程度也各有不同。现今的火山喷发活动，按其喷发方式，可分为中心式喷发和裂隙式喷发两种；按其活动强弱程度来分，则有较多的类型，归纳起来可概括为三大类：强烈的爆炸、宁静地喷出和介于两者之间的过渡类型。其差别的出现，主要与岩浆的性质、粘度有关，岩浆中二氧化硅含量愈多，粘度愈高，火山通道堵塞愈紧，爆发也愈猛烈。此外还有因环境特殊而出现的其它类型，如冰下喷发，海底喷发等。



火山喷发（冰岛）

【初始喷发】 initial eruption **形成新火山发喷的活动，是在没有火山的地方首次出现的火山喷发。它可以继续多次活动造成突出地面的火山锥；也有尚未堆成火山锥就停止活动，仅在地面留下低平的火山口，甚至没有明显的痕迹留下。**

【火山爆发】 volcanic explosion **有爆炸产生的强烈火山活动。喷出火山碎屑物是其特点，爆炸愈强烈，喷出的碎屑愈多。一般因岩浆粘稠，或火山通道曲折狭窄，或两种情况都有，火山通道堵塞不通，岩浆中的气体在地下不断分离蓄积，当增多到一定限度时，气体体积膨胀所产生的压力，便冲开通道，迅速大量喷出，体积同时急速地扩展，于是产生爆炸。**

【自爆发活动】 auto－explosivity **火山喷出物在喷到地面后，内部残留气体继续释放，体积迅速膨胀所产生的爆炸活动。**

【喷发强度】 eruption strength **指火山喷发本身能量的大小。它和地震时的强度概念相当，但目前尚无象地震震级那样成热的划分标准。现有人对火山喷发时释放的动能、热能进行计算，为划分其强度等级作了初步的尝试。**

【爆发指数】 explosive index **表示火山爆发强弱程度的指数。一般用一个火山或一个地区的火山在一定时期内喷出的碎屑物的体积与全部火山喷出物的总体积（气体未计算在内）之比值来表示，因为火山爆发时，爆炸愈猛烈，产生的碎屑物愈多。它们的关系是：**

$$\text{爆发指数}=\frac{\text{火山碎屑物体积}}{\text{全部喷出物总值体积}}\times 100$$

如大西洋中亚速尔群岛的火山在 1500 **年到** 1914 **年间总共喷出了约** 0．5 **立方公里的熔岩，**1 **立方公里的碎屑物。按：上述公式计算，得出这个地区的火山在这个时期内的爆发指数为** 663**；同时期地球上爆发指数最低的火山是太平洋中部的火山，只有** 1—3**；最高的是拉丁美洲的火山，达到了** 99**。爆发指数的大小总是和熔岩粘度的高低和二氧化硅含量的多少有关，熔岩中二氧化硅含量多，粘度高，爆发指数也大。**

【火山烈度】 volcanic intenaity **即火山活动烈度。指火山活动产生影响的强弱，和地震烈度概念相当，但尚无成熟的烈度表。有的用爆发指数来表示火山烈度；也有仅以喷出物（气体不计算在内）体积来划分的，有的分为大中小三等，也有分为从零度到九度十个等级。如** H．Tsuya 1955 **年划分的火山烈度表。**

烈度	喷出物体积（单位：立方公里）
Ⅸ	＞100
Ⅷ	10—100
Ⅶ	1—10
Ⅵ	0．1—1
Ⅴ	0．01—0．1
Ⅳ	0．001—0．01
Ⅲ	0．0001—0．001
Ⅱ	0．00001—0．0001

烈度	喷出物体积（单位：立方公里）
I	<0.00001
0	仅有喷气孔活动

【火山海震】　volcanic seaquake　因火山爆发而引起的海水剧烈扰动。

【火山温泉】　volcanic hot spring　由于火山作用产生的温泉。它主要是地下的岩浆对地下水起了加热的作用，岩浆中分离出来的火山水加入地下水中，也能升高温度。这种温泉的温度常较高，含矿物质也常较多，可用于医疗及提取有用成分，以及利用其热能。我国台湾省大屯火山群和云南省腾冲火山群一带，都有许多温度很高的火山温泉。

【火山鸣】　volcanic rumbling　火山喷发时或在喷发的前后发出的音响，有的如雷鸣，有的如炮声。其发生原因不一，例如火山爆发时，从火口发出的声音在大气中经过复杂的折射后形成的声音，或是由于火山地震时生成的声音。

【活火山】　active volcano　具有活动能力的火山。包括那些现在还在经常喷发的火山，如爪哇海上的梅拉皮火山，本世纪以来，平均间隔两三年就要持续喷发一个时期，西西里岛的埃特纳火山，夏威夷岛上基劳埃阿火山、印度尼西亚的科罗火山以及菲律宾、新西兰、巴布亚新几内亚的一些火山等1983年都相继爆发，活动也很频繁，都是著名的活火山。活火山的喷发活动，具有周期性，总是有间歇的时期，间歇时间的长短不一，1983年日本山宅岛火山停止20年之后，又于10月3日开始喷发。有的火山长期没有喷发，但在人类历史上有过喷发活动，如我国黑龙江省五大连池火山区的老黑山、火烧山，在两百多年前喷发过，也属于这类火山之例。

【休眠火山】　dormant volcano　长期没有喷发活动，但将来还会喷发的火山。它和活火山之间实难划出明确的界限，因为有许多休眠火山在人类历史上已留下过喷发的记录；还有些休眠火山，也可能曾经喷发，但夫子记载，它们都应属于活火山一类。休眠火山的火山机构完整，并常保存有火山的外形特征，有的还不时表现出具有活动能力的迹象，如喷出火山气体，产生火山地震之类。

【死火山】　extinet volcano　已经没有活动能力的火山。有的还保存有火山特有的形态，但既无历史上的喷发记录，又无活动性的表现；有的已遭受到风化侵蚀，只剩下了残缺不全的火山遗迹。前者如非洲的乞力马扎罗火山，后者如我国山西省大同火山群的一些火山遗迹，都是死火山。

【近期火山】　recent volcano　地球历史近期，大体上是新生代以来有过活动的火山。包括活火山、休眠火山以及火山形态构造保存较完整并有近期活动证据的死火山。

【古火山】　paleovolcano　新生代以来没有活动的火山。由于长期受到侵蚀，外形多已不可辨认，只能从留下的火山岩察知其存在，有的还可以从残留的火山筒、火山通道推测当初火山的位置，有的则已不可知，但也有从外形到内部构造都保存比较完好的。

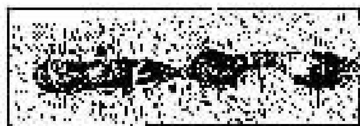
【潜火山】 Subvolcano **岩浆上升到接近地表的部位，但未能冲出地面，被封存地下，形成小型岩浆体，称潜火山，或地下火山，也叫次火山。实为一种浅成侵入体，与出露地面的火山性质并不相同。**

【次火山】 subvolcano **即“潜火山”。**

【雏火山】 embryonic voloano **又称胎火山。在地面无明显火山形态，但下有火山通道，其中为角砾充填，一般认为系较弱的蒸汽喷发造成。**

【中心式火山】 central type volcano **火山喷发活动是通过一个近于铅直方向的主要通道与地下的岩浆库相连而喷出地表的火山，称中心式火山。现今世界上的活火山，绝大多数为中心式火山。**

【裂隙式火山】 fissure volcano **岩浆沿地面上的长裂隙喷出，而形成的火山。主要流出熔岩，而且熔岩的流动性很强，流布很广，裂隙有的长达数百米至数十公里，不形成典型的火山形态。地质历史上这种火山很多，现在陆地上的冰岛还有裂隙式火山，如著名的拉基（**Laki**）火山就是一条裂隙，**1783 **年喷发时，熔岩从** 16 **公里长的一段裂隙上的** 22 **个喷口中喷出，掩盖了** 565 **平方公里的地面，是人类有史以来规模最大的一次裂隙式喷发。**



裂隙式火山（[illegible]）

【叠锥状火山】 cone – in – cone volcano **是外轮山和其中间的新火山锥的总称，参见“外轮山”。**

【成层火山】 stratovolcano **也称层火山，是熔岩流与火山碎屑物互层构成层状构造的火山。是火山喷发时既喷出火山灰渣，又喷出熔岩，而且熔岩是从火山顶端喷出，四下流布，与坠落的火山灰渣构成互层的火山锥，一般坡度较大，锥形清晰。由于它是火山碎屑物质与液态的熔岩混合组成，故又称混合火山。这种火山的火山锥称混合锥。**

【混合火山】 composite vclcano **即“成层火山”。因由火山碎屑物质与液态熔岩混合组成，故名。**

【盾形火山】 shield volcano **指底部宽，坡度小（一般不超过** 10°**），表面比较平，外形似盾牌盖地的火山。因系流动性的玄武岩质熔岩构成，故亦称玄武岩丘（**basalt dome**）。这种火山由于坡度小，需要比一般火山更多的堆积物，才能堆积到相当的高度，体积比同样高度的其他类型火山大。典型的盾形火山有夏威夷型盾形火山、冰岛型盾形火山。夏威夷岛上的冒纳罗阿火山，底部长约九万六千米，宽约四万八千米，从海底起标高约九千米，是典型的盾形火山，也是现今世界上体积最大的活火山。**1983 **年夏威夷火山又继续不时的活动，**2 **月** 25 **日曾有强烈喷发，到** 10 **月** 6 **日已是这一年的第十次喷发。**



【穹状火山】 dome—shaped volcano 火山锥外形如穹隆状的火山。是火山喷出极粘稠的熔岩，堵塞在火山口内，并聚集膨胀，因而形成穹状外形，内部则常可见流动构造。

【复合火山】 compound volcano 由两个以上的火山锥构成的火山。

【马尔式火山】 maar 没有火山锥，实际上为一低平火山口。这种火山，是火山初始喷发后就停止活动，多系无岩浆物质喷出的蒸汽爆发，没有大量的物质来源，仅有少许碎屑在火山口周围堆积，未能形成火山锥，中间常蓄水成湖。这种湖在德国埃菲尔地区很多，当地人称为马尔，地质学中遂以此命名。

【泥火山】mud volcano 泥火山是地表某些地区出现的一种地质现象，类似于火山作用，并非真正火山，因其发生与地下岩浆无关。泥火山活动时，常有大量气体、泥和岩石碎屑喷出，有的也有因气体燃烧而出现冲天火焰。其喷出物堆积形成各种大小不等的平顶锥形高地，称泥火山锥（muddy volcanic cone），高度一般不足 10 米，直径十余米至数十米。我国台湾省高雄泥火山，在长约 20 公里地带内，有十余处，当其强烈喷发时，有时伴有地鸣或微弱地震，因有瓦斯泄出引起火焰喷射。世界上最大泥火山，是在苏联里海巴库油田附近，泥锥可高达数百米，泥泉口附近还形成小型泥火山。地质学家对泥火山的成因还没有一致的结论，目前主要存在两种不同意见：一种认为，泥火山是火山活动近于停止或进入间歇及硫质喷气期，附近的温泉或浅海地区的淤泥受到火山气体浸染、蒸发而变为红色或黄色并随之喷出地表。喷出物除泥浆外，并夹带大量气体和岩石碎块，有的尚有硫质喷气；另一种意见认为，泥火山是由于地层剖面中有厚层塑性沉积物存在，其中含有大量埋藏水和聚集大量碳氢气体。当这些沉积物埋深并受到构造运动挤压，在褶皱核部产生了断块，受到强大压力的含水塑性沉积物就伴随气体岩石碎屑，同时沿断裂喷出地表，形成泥火山。这一种泥火山现象曾被称为“泥泉”、“类火山”、“气体火山”或“气油火山”。为了有别于岩浆成因火山（热火山），有人称泥火山为“凉火山”。许多泥火山的喷发现象说明地下有碳氢气体的存在，过去有人认为泥火山作用是地下油气矿藏遭受破坏的结果；但苏联和东欧的某些泥火山发育地区，已开发出或探明地下有油气矿藏的存在。因此泥火山是帮助地质学家了解深部地质的信息，成为油气田的重要找矿标志。苏联还有人认为有的泥火山作用与某些硫、汞、砷成因有联系。



【泥泉】　earthy spring　一般是指泥火山活动时，喷出物主要是粘泥，因而称泥泉，详见“泥火山”。

【热火山】　hot volcano　指喷溢岩浆的火山，是相对于喷溢气、泥、岩屑为主的一类泥火山（即凉火山）而言的，详见“泥火山”。

【凉火山】　“泥火山”的别称。

【气油火山】　petroleum gas volca－no　主要指喷出大量碳氢化合物（气，石油）、泥、岩屑的泥火山。喷发时，气体燃烧可见冲天火焰，详见“泥火山”。

【气体火山】　gaseous volcano　指主要喷出大量碳氢气体、泥、岩屑的泥火山。

【火山喷发类型】　eruption type　根据火山喷发的本质特征划分的类型。从喷发方式分，有中心式喷发与裂隙式喷发两大类，在地质历史上可能还有过区域喷溢的方式。从喷发的强烈程度分，从弱到强有冰岛型、夏威夷型、斯特朗博利型、乌尔堪型、培利型和普里尼型等。此外还有不喷出岩浆物质的蒸汽喷发，喷出大量流纹岩质火山灰的卡特迈型，以及水下喷发、冰下喷发等特殊类型。

【中心式喷发】　central－vent erup－tion　岩浆物质经过地壳中一条管道冲出的活动。喷出物在出口周围堆成火山锥，是其典型特点。也有因喷出物还不足以堆积成山便停止活动，或因爆炸猛烈，炸毁了原有的山体，不存在火山锥，但都有一个与火山通道相连，在平面上表现为圆形或近似圆形的火山口，这是地质历史近期火山喷发的主要形式。中心式喷发受地质构造的控制，常出现在断裂的交叉点。在火山锥顶端的火山口中喷发的称顶端喷发，也有在火山锥其他部位喷发的侧边喷发、山麓喷发，可以造成新的火山锥及破坏旧有的火山锥。参见“中心式火山”。

【裂隙－中心式喷发】　crack cen－tral type eruption　火山喷发的一种类型，是介于中心式喷发和裂隙式喷发两类型之间的过渡类型。它兼具两种类型的特点，所形成的火山锥在分布上具一定方向性，受着断裂构造控制。

【裂隙式喷发】　fissure eruption　简称裂隙喷发。它是岩浆从在地面上延伸很长的裂隙中喷出。在地质历史时期曾有许多地区多次发生，现在主要是冰岛还有这种火山喷发活动。熔岩流动性强、量多，爆发性的活动少，是裂隙式喷发的特点。

【区域喷溢】　areal eruption　岩浆不是经过地壳中的个别通道或裂隙喷出，而是将上面的盖层熔透，广泛地大面积溢出地表的活动。这是一种设想，用来解释一些有大面积熔岩的覆盖区，特别是有流动性很差的酸性熔岩大面积覆盖等地质现象的成因。现今已不见这种火山活动，被认为是地质历史上的现象。

【冰岛型火山喷发】 Icelandic – type eruption 即裂隙式喷发。现今仅在冰岛观察到这种火山喷发，故名。喷发温和宁静，大量涌出易流动的玄武岩质熔岩，泛滥广布，形成表面比较平坦的熔岩台地是其特点，参见“裂隙式喷发”。

【夏威夷型火山喷发】 Hawaiian type eruption 指喷发比较平静，大量涌出易流动的玄武岩质熔岩，形成坡度很缓的盾形火山，这是夏威夷岛上的火山喷发的特点，故名。这种喷发与冰岛型有相同之处，但它多是经盾形火山的火山口喷出，故仍不难区别。

【斯特朗博利型火山喷发】 Strom – bolian – type eruption 具有中等程度爆炸发生的火山喷发活动。喷出的火山灰较少，形成以气体、水汽为主的白色烟云，还有未完全凝结的白热的火山碎屑物，有火山弹这类表面不带棱角的碎块形成，间有一些玄武岩质或安山岩质的熔岩流出，熔岩粘度中等，火山锥主要由火山渣构成，形态完整、标准。喷发活动有节奏地间歇进行，可以持续很久。地中海中的斯特朗博利火山的活动最为典型，故名；这个火山每间隔十几分钟至一小时喷发一次，已持续两千年以上。这种类型的火山在南极大陆 1981 年 11 月至 1982 年月 1 也发生了若干次喷发。

【乌尔堪型火山喷发】 Vulcanian typeeruption 猛烈的或中等程度的，以喷出火山灰和带棱角的碎屑物为主的火山喷发。形成灰暗至黑色的烟柱，上升至高空展开如树冠，可达几公里的高度。熔岩常为中酸性，粘度高，很少成熔岩流流出，表面固结较快，故炸碎后形成火山灰及棱角的块体多；火山锥主要由这些物质构成，形态比较完整，也有因爆炸猛烈部分受到破坏。具周期性喷发，但间隔的时间为数十年、近百年直至百年以上不等。首先在地中海中的乌尔堪火山观察到并划分出这种类型，故名。世界上现存的活火山中，属于这种类型的火山喷发次数较多。

【培利型火山喷发】 Pelean – type eruption 猛烈的或中等程度的，以喷出火山灰和带棱角的碎屑物为主并有火山崩流出现的火山喷发。1902 年 5 月 8 日，西印度群岛中马丁尼克岛上的培利火山的猛烈爆发，这种特点表现的极为明显，首先被研究和认识，遂以命名。这类喷发在西印度群岛和中美洲发生得较多，以粘性高的安山岩一石英安山岩质岩浆为其特征。

【普里尼型火山喷发】 Plinian – type eruption 指极其猛烈的乌尔堪型火山爆发，主要喷出火山灰，达到几十公里的高度，火山烟云远望形似矗立的松树。火山灰进入平流层长期悬浮，可以产生异常的霞光并对气候造成影响。爆发时有巨大的响声，原有的火山锥常因猛烈的爆炸及塌陷受到严重破坏。公元 79 年维苏威火山产生过这种爆发，意大利人普里尼详细记述了这次火山活动的情况，遂以命名。1883 年印度尼西亚喀拉喀托火山大爆发，1980 年美国圣海伦斯火山大爆发，部属于这一类型。

【卡特迈型火山喷发】 Katmaian－type eruption **指喷出流纹岩质火山灰流并广布地面的特殊喷发活动。经过这种活动极粘稠的酸性熔岩物质，以碎屑物组成的火山灰流在地面散布堆积熔结，使地面变得比较平坦，形成火山灰台地。现已很难见到这种类型的火山喷发，**1912 **年阿拉斯加的卡特迈火山，发生过具有近似以上特点的喷发，故名。**

【蒸气喷发】 phreatic eruption **地下水被岩浆加热迅速气化所造成的喷发。这种喷发很强烈，可以达到爆炸的程度。喷出物除大量水蒸汽外，还可以有泥浆和一些碎屑，是堵塞在喷口中和喷口周围的土石被炸碎的产物。这种喷发不喷出熔岩或熔岩的碎屑。**

【海底喷发】 submarine eruption **发生在海底的火山喷发。海底喷发的喷出物数量很多，规模很大，人在海面上观察到的，仅系一部分。喷出物很多时，堆成的火山锥高出了水面，形成新岛；有的没有新岛出现，但从海水扰动沸腾，甚至有水汽或水柱升起，海面出现浮石这类火山碎屑物飘浮等现象，可以判定海底有火山在喷发，而且都是发生在不太深的海底的火山活动。如果喷发是在很深的大洋底上进行的，一般约在两千米的深度以下，由于这里的静水压力很大，虽然水的沸点高，火山喷发已不能使水变成蒸汽，熔岩在海底流布，犹如在岩层中侵入，这种环境有利于形成含金属或共他有用物质很多的热水溶液，是重要的造矿场所。海底喷发物一般为玄武岩质熔岩，可以形成海底高原、山脉，有些大洋中的岛屿，就是这种海底山脉出露水面的部分。**

【冰下喷发】 subglacial eruption **火山口为常年冻结的冰雪掩盖时产生的喷发。有大量水蒸汽产生，熔融的冰雪与火山喷出的碎屑物混杂成火山泥石流向低处流动，是冰下喷发的特点。**

【火山机构】 volcanic mechanism **构成一个火山的各个部分的总称。是火山作用的各种产物的总体组合，包括地面上的火山锥和岩浆在地下穿插形成的火山通道。若火山机构保存完好，表示这个火山形成的时期较晚。古老的火山机构，其地面部分（有时还有地下部分）常被破坏残缺乃至消失。构成火山机构的岩石包括多种类型。**



火山机构示意图

1.复合火山 2.[illegible] 3.[illegible] 4.具有火山口的火山[illegible] 5.[illegible] 6.[illegible] 7.[illegible] 8.[illegible] 9.[illegible] 10.火山[illegible]

【岩浆库】 magma chamber，mag－ma reservoir **或称岩浆房，地壳中储集岩浆的场所。**

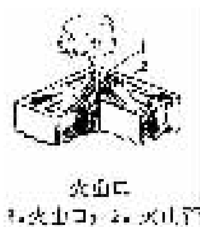
一般位于较浅的部位，如夏威夷地区，其深度只有 3—5 公里。其上连结火山通道，供给火山喷发的物质，其下情况不明，一般认为上地幔是这些岩浆的来源。在火山临近喷发前，岩浆库中的岩浆已在向地面运移，会引起地球物理场的变化。如果这里的岩浆逐渐冷却凝结，此处的火山就不再活动，地下的岩浆库就变为多种形态的侵入体。

【火山通道】 conduit，volcanic vent 岩浆从岩浆库穿过地下岩层经火山口或溢出口流出地面的通道。火山通道的形状与火山喷发的类型有关。中心式喷发的常具有一个主要的通道，铅直方向，似圆筒状，一般称之为火山筒或火山管。裂隙式喷发型的其通道常呈长条状或不规则状。火山喷出的大量物质就是经这些通道至火山口而溢出地面的。同时和这个主要通道相连的还有许多无固定形状的分支通向地面，或在地下消失。火山通道中的残余岩浆，冷凝后成为岩石，凝结在火山筒中的称为岩筒。

【火山筒】 volcanic pipe 亦称火山管。岩浆喷出地表时形成的圆形或近圆形的地下通路，常被熔岩、火山碎屑岩所充填。

【火山管】 volcanic pipe 即“火山筒”。

【火山口】 crater 指火山喷出物在它们的喷出口周围堆积，在地面上形成的环形坑。上大下小，常成漏斗状或碗状，一般位于火山锥顶端，底部与火山管相连，岩浆物质大量经此喷出。火山口的深浅不等，一般不过二、三百米，直径一般约在一公里以内；底部直径短，常仅略大于下面的火山管。



火山口
1.火山口；2.火山管

【喷出口】 vent，bocca 又称喷火口或喷口。指岩浆喷到地面的出口，位于火山口底部或火山银的旁侧。当岩浆以裂隙喷发形式活动时，沿裂隙带会有一系列喷出口呈串珠状排列。喷出口的寿命长短不等，活动时间长，喷出物多时，可形成火山锥。

【火山口壁】 crater wall 或称火山垣、火山口墙。指火山口周围的石壁，常呈徒壁，有的则形成火山围壁，也有成阶梯状向下跌落的。

【火山口沿】 crater rim 火山口顶端的边缘，常表现为环状的山脊。

【低平火山口】 maar 又称马尔或马尔式火山口。是在火山活动胚胎期因微弱爆发而形成的常低于地面的小火山口。它的成因是由于岩浆中的气体以及地下水加热后产生水蒸汽爆发，突破地壳而形成的圆形或近圆形的小火山口。因爆破力较微弱，大部分为气体，碎屑物量少且只堆积在火山口的周围，形成低平的小丘。

【火山口环】 crater ring **环绕在低平火山口（maar）周围，由碎屑物堆成的高度不大的火山口沿。**

【侧火山口】 lateral crater，adven－tive crater **位于火山锥侧方的火山口。**

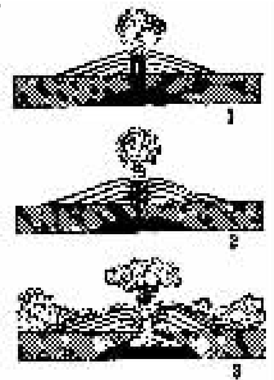
【爆裂火山口】 explosion crater **火山剧烈爆发所造成的锅状火山口。通常产生在火山锥侧边的断裂带上，偶尔也有位于火山锥顶端的。**

【缺裂火山口】 brcached crater **由于熔岩从火山口的一侧流出，火山口边缘部分缺失，这种不完整的火山口，称缺裂火山口，参见“缺裂火山锥”。**

【破火山口】 caldera **圆形或略呈圆形的火山凹地，是火山口受到破坏形成的锅形洼地。比原来的火山口面积大，直径常达几百米甚至30多公里，较一般火山口的直径大几倍至十几倍。是火山口周围崩塌下陷，或因发生猛烈爆炸，以及风、水、阳光等自然营力的侵蚀，扩展而成。崩塌的原因，一般认为与一定深度的岩浆库的晚期活动有关，因岩浆大量喷出，地下空虚所致，所以下陷的范围比较大。破火山口与火山口的本质区别是，火山口是火山喷发、建造火山锥的产物；破火山口则是火山锥受到破坏的产物。在破火山口中常再次产生喷发，形成新的火山锥。图示火山喷发后，地下空虚，火山锥下陷而形成破火山口的过程。**



破火山口
（山西大同）





破火山口的演化过程(1—5)

【塌陷破火山口】 collapse caldera **由于火山体下面的岩浆大量喷出，火山口周围崩塌下陷而形成的火山口，根据成因不同可以分为：①喀拉喀托型破火山口；②基拉韦厄型破火山口；③卡特迈型破火山口；④潜火山型破火山口；⑤格林考型破火山口等五个类型。**

【喀拉喀托型破火山口】　caldera of Krakatau type　塌陷破火山口的一个类型。是由于火山口下部的岩浆库中喷出大量富挥发性物质的岩浆，使岩浆库上部空虚，压力急剧减低，而使火山口下陷形成的破火山口。爪哇岛和苏门答腊岛间的喀拉喀托火山，1883 年活动时形成典型的破火山口而得名。此类型是 1941 年由威廉 H. Williams 提出的。



【基拉韦厄型破火山口】　caldera of Kilauean type　塌陷破火山口的一个类型。是由于火山体侧斜面处一次流出大量熔岩，使岩浆库中的岩浆大量减少，塌陷而形成的破火山口。夏威夷的多数火山属于这一类型。1941 年由威廉 H. Williams 提出。

【卡特迈型破火山口】　caldera of Katmai type　塌陷破火山口的一个类型。由于火山体内部熔融浮石的大量喷出，火口壁同时崩坏而形成的破火山口。因阿拉斯加卡特迈火山地区多见这一类型的破火山口而得名。

【潜火山型破火山口】　cryptovolcanic caldera　塌陷破火山口的一个类型。是由于岩浆活动但未能冲出地表而产生的破火山口。

【格林考型破火山口】　caldera of Glen Cce type　塌陷破火山口的一个类型。是火山体底部的岩浆库产生环状裂隙，造成圆筒状地块塌陷而形成的锅底状陷落的火山口。威廉（H. Williams）1941 年根据苏格兰 Glen Coe 岩体等实例而提出的一个类型。

【侵蚀破火山口】　erosion caldera 指火山口受侵蚀作用而形成的破火山口。多形成近圆形的巨大凹陷地，为威廉（H. williams）1941 年提出的一个破火山口类型。

【火山喷气孔】　fumarole　因火山作用而产生的喷出气体的通道。常分布在火山口内及火山锥附近。一部分与火山通道相关，可从深部的岩浆得到补充，能够长期活动；地下的岩浆活动加强，喷气孔的活动也加强，温度升高；反之则减弱。喷出的气体在温度高于 100℃时，以水蒸气为主，还含有多种其他成分。这些气体的成分含量的多少，因温度不同而各异，一般情况是，高温（650℃以上）的喷气孔，喷出的卤化物多；温度降低，喷出的硫及硫化物增多，此时称硫及硫化物喷气孔；当降低到 100℃以下时，以二氧化碳为主，称碳酸喷气孔。还可以低到与一般气温相近，称冷喷气孔。另一部分喷气孔与地下深处的岩浆不相关，是残留在熔岩流、火山灰流中的气体，在这些物质进一步冷却时被排除出来的表现，或由于地表水渗入与这些温度还很高的火山喷出物相遇，变成气体再喷出，这类喷气孔称为无根喷气孔，一般寿命比较短，甚至短到几小时，但也有长达数十年的。

【碳酸喷气孔】 mofette **以喷出碳酸气为主，温度和通常气温相近的喷气孔，出现于火山活动晚期。这种喷气孔有时很细微，无明显的孔道，而是从地下许多微小的孔隙中逸出。如果风向、地形等条件适宜，喷出的碳酸气可在谷地、洞穴、坑洼等低凹处聚集，若动物误入其中，会窒息而死。**

【蒸气喷气孔】 steam fumarole **火山喷气中含有大量水蒸汽的喷气孔。由于大部分喷气孔中喷出的气体，其主要成分都是水蒸汽，因此蒸气喷气孔与其它喷气孔是难以区别的。**

【硫气喷气孔】 solfatara **指火山喷出的气体中** SO_2**、**H_2S **含量多的喷气孔。由于对火山气体中的** H_2S**、**SO_2 **的浓度没有严格的标准，因而与其它的喷气孔难以区别。一般来说，火山的喷气温度在** 200℃ **左右时是游离硫形成的最好条件，这可能是构成硫化合物含量多的喷气孔的主要因素。**

【无根喷气孔】 secondary fumarole，rootiess fumarole **在熔岩流、火山碎屑流堆积物、高温泥流堆积物等表面上形成的一种喷气孔。这种喷气孔多远离火山口，它喷出的气体皆从堆积物内部放出。**

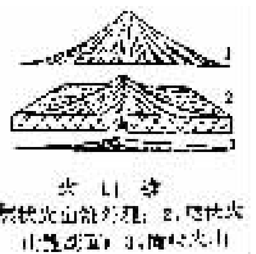
【火山颈】 volcanic neck **为火山碎屑物或熔岩充填的主要火山通道。它表现为近于垂直的圆柱状岩体。**

【火山残颈山】 volcanic butte **构成火山颈的岩石抵抗风化作用的能力强于周围的岩石时，经过长期侵蚀，剥露地面，成为孤立突兀的柱状山，称为火山残颈山。**

【火山塞】 volcanic plug **充填在垂直的管状火山通道中的熔岩或火山碎屑物，呈圆柱形。火山口中的熔岩凝结后，周围的岩石被侵蚀搬走，残留中央的熔岩也可表现为圆柱状，都可称为火山塞。**

【外轮山】 somma **当火山口或破火山口中产生新的火山喷发，并在其中造成新的火山锥后，原来的火山口边缘便成为环绕新火山锥的山脊，称外轮山。外轮山与中间的新火山锥合称为叠锥状火山。意大利的维苏威火山在公元** 79 **年爆发后，便在老火山口中造成了新火山锥，原有的火山口边缘部分成为外轮山，当地称为索玛山（**Mount Somma**），外轮山在外文中即以** somma **为通称。**

【火山锥】 volcanic cone **火山喷出物在喷火口周围堆积形成的山丘。由于喷出物的性质，多少不同和喷发方式的差异，火山锥具有多种形态和构造。以组成物质划分：有火山碎屑物构成的火山渣锥；熔岩构成的熔岩锥或称熔岩丘；碎屑物与熔岩混合构成的混合锥。以形态来分；则有盾形、穹状、钟状等火山锥。圆锥状的火山锥被认为是标准的火山锥形象。火山锥可以因火山爆发猛烈及受到风化剥蚀而破坏直至消失。**



火山锥

【寄生火山锥】 parasitic cone 火山锥的一种，又称侧火山锥。指附着在大火山锥上的小火山锥。是当一个火山锥形成之后（或被破坏之后），在其两侧或其它部位又开辟了一个新的火山通道，在新通道的周围喷出物环绕喷口堆积而成的新火山锥。寄生火山锥的类型亦司不同，有的为熔岩寄生锥；有的为碎屑寄生锥等。

【侧火山锥】 lateral volcanic cone 即“寄生火山锥”。

【熔岩锥】 lava cone 火山锥的一种，或称熔岩丘，是由熔岩凝结成的火山锥，实际上为圆丘形，形态受熔岩性质的影响，基性的易流动的熔岩是从火山口流出后在周围分布，形成坡度很缓的盾形火山，一般坡角为 2—10 度左右，很少超过 15 度；酸性的粘稠的熔岩则常在火山口上聚集成穹隆状的火山丘，或称穹状火山、火山穹丘。也有将熔岩流表面的鼓包称为熔岩丘的。有时在熔岩丘中常有岩脉、岩墙等潜火山岩体。

【熔岩丘】 lava dome 即熔岩锥。泛指由火山喷出的熔岩围绕火山口堆积而成的圆锥形火山体。

【火山穹丘】 volcanic dome 由高粘度熔岩堵塞火山喷火口而形成的穹隆状火山锥。顶端一般无火山口，从地下涌来的熔岩挤入火山丘内部，使其膨胀变形，由于熔岩粘度大小不同而外形各异，钟状、馒头状等均有，内部则常可见流动构造。火山穹丘多产生在原有的火山口内或火山旁侧的喷火口上。

【混合锥】 mixed cone，composite cone 火山锥的一种，又称复合锥。指由熔岩及火山碎屑物交替堆积而成的火山锥。其形态为比较标准的圆锥形，内部具成层构造。它一般由熔岩构成混合锥的骨架，因此形成的火山锥常比较高大壮观，也较坚固。如我国吉林省的白头山、日本的富士山等。



【火山渣锥】 cinder cone 又称碎屑锥。由火山碎屑物堆成的火山锥。锥形外形比较典型，坡度一般大于 10°，以 30°左右居多，是没有熔岩流的火山活动造成的。碎屑物化学成分一般为基性及中性；锥体的大小、形态还受到碎屑物质的粗细，喷发的规模和喷发时的风违、风向等因素的影响。一般粗火山碎屑锥在近火山口处，细的火山碎屑则分布略远些。

【碎屑锥】 fragment cone 即“火山渣锥”。

【泥火山锥】 muddy volcanic cone 泥火山喷出物堆积而形成的各种大小不等的平顶锥形高地。其堆积物主要是泥火山喷出的泥和岩屑。外貌类似火山锥的某些特征，但它不是一般所指的由岩浆喷出形成的火山锥。

【熔岩喷叠锥】 driblet cone 又称熔岩喷气锥。由熔岩饼围绕熔岩流上的无根喷气孔重叠堆积形成的锥体。一般高度只有 1—2 米，体积不大。是熔岩流的表层已有硬壳凝结，而壳下的熔岩还在流动时，如熔岩中所含气体较多，它们在壳下聚集到一定程度，就会产生足够的压力使壳下还在流动的熔岩从壳层的裂口中喷出，如此多次活动到无压力再产生这样的喷发为止。这些喷出的熔岩，还有被熔结在一起的碎屑物质，常形成饼状、牛粪状的熔岩饼，层层相叠，堆成烟囱似的锥。有时一个锥可有几十层熔岩饼组成，一般多分布在构造活动比较强烈地区。我国黑龙江五大连池，常成群成串出现，具一定方向性的熔岩喷叠锥。



【喷气叠锥】 fumarolic cone 即“熔岩喷叠锥”。

【熔壳火山锥】 armored cone 表面凝结有一层熔岩的火山锥。这是火山口中聚集的熔岩增多升高到比周围的火山口壁还高，并全面溢出，掩盖了整个火山锥的表面，火山活动减弱后，火山口中的熔岩下落，便形成了这种熔壳火山锥。

【浮石火山锥】 pumice cone 是以浮石为主要原料堆积而成的火山锥。

【缺裂火山锥】 breached cone 具有缺裂火山口的火山锥。一般为火山渣锥，在火山渣大量喷出堆积形成火山锥后，又有熔岩从火山口流出，因而把火山锥冲开缺口，这种火山锥称缺裂火山锥。

【火山喷出物】 volcanic products 火山活动时从地下喷出来的物质。包括火山气体、液态的熔岩和固体的岩石碎屑。但在一次火山活动中并不一定是三种类型的喷出物都有，有时只喷出气体，有时不流出熔岩；通常，爆发猛烈时产生的碎屑物多，没有或很少熔岩流出；而在比较温和的喷发中，熔岩多，碎屑物则减少。因为那些碎屑物实际上主要为熔岩炸碎而成。火山气体的多少对爆发的强弱程度影响很大，气体多，爆炸力也强。据对全世界活火山在 1500—1914 年间的喷出物体积进行统计（气体无法计算，不包括在内）共达 393 立方公里，碎屑物多于熔岩，占 83．7%。火山喷出物是堆成火山锥的材料，它们凝结聚集形成的岩石称为火山岩或喷出岩。

【火山碎屑物】 pyroclasts tephra 因火山活动而产生的碎屑物质，又称火山抛出物（volcanic eiecta）。是火山爆发时使堵塞在火山通道中的熔岩及其周围的岩石碎裂而成。这些抛出物如果被胶结成块体，就叫做火山碎屑岩（pyroclaslic rock）。根据这些物质的来源不同，常划分为三类：同源抛出物、早成同源抛出物、异源抛出物。根据碎屑物的形态和构造，还常分为无一定形态和构造的；具有一定形态的；具有一定内部构造的几种类型，见下

表：

火山抛出物的分类〔据久野久（1971）〕

抛出时的状态	固态或半固态	流动体	
形状构造 / 大小	没有一定形状和内部构造的	有一定形状的	有一定内部结构的（多孔质）
直径 32 毫米以上	火山岩块	火山弹	浮石
直径 32 毫米以下 4 毫米以上	火山砾	熔岩饼	火山渣
直径 4 毫米以下	火山灰	火山毛火山滴	

【同源抛出物】 essential ejecta，cognate ejecta 来源于本次火山活动中上升岩浆的固态或液态的抛出物。又称同质抛出物。

【早成同源抛出物】 accessory ejecta 又称类质抛出物，是火山抛出物的一种。与火山活动相关的和岩浆有成因上联系的、构成火山体的早期熔岩，火山再度喷发时，即可被炸碎而产生这种抛出物。

【异源抛出物】 accidental ejecta 是火山抛出物的一种。与火山活动相关的岩浆无成因上的联系，构成火山围岩的沉积岩、岩浆岩、变质岩等在火山爆发时被炸而成的碎片，即为异源抛出物。这些抛出物，因与岩浆接触，多受热变质作用。

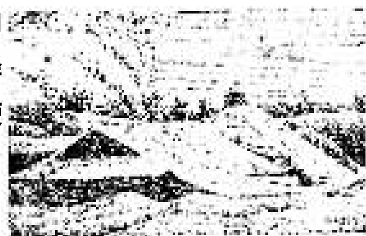
【火山抛出物】 voicanic ejecta，ejectamenta 在火山活动过程中，自喷火口抛出的碎屑物，故又称火山碎屑物。

【火山碎屑流】 pyroclastic flow 火山喷出的挟有大量未经分选的碎屑物的高速气流。炽热发光并沿火山山坡贴近地面冲出是其特点，表现为发光云的现象。这些碎屑物中以火山灰为主时，称为火山灰流；也有将火山灰流作为火山碎屑流的同义语使用。

【火山灰流】 ash flow 火山喷出的挟有大量火山灰的高热气流，参见“火山碎屑流”。

【火山尘】 volcanic dust 最细微的火山灰。颗粒直径在 1/256 毫米以下，参见“火山灰”。

【火山灰】　volcanic ash　**细微的火山碎屑物，颗粒的直径小于2毫米，还有人将其中极细微的火山灰划出来称为火山尘。在火山的固态及液态喷出物中，火山灰的量最多，分布最广，它们常呈深灰、黄、白等色，堆积压紧后成为凝灰岩（tuff）。火山灰在火山爆发时，可以被送到几公里或几十公里高的大气层中，细微的火山灰还能在平流层中悬浮几个月至几年之久，它们阻挡阳光，有使地球上气温降低的作用。火山灰多为酸性熔岩炸碎而成，有的有腐蚀性，它的大量急速降落，能给人类的生产和生活带来不利影响；另一方面则有使土地变得肥沃的作用，火山灰还是配制水泥的原料。下图为火山灰掩埋建筑物的情况。**

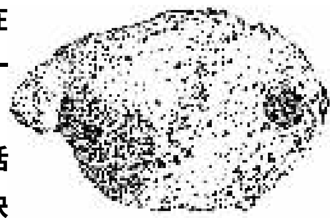


火山灰之掩埋屋

【火山沙】　volcanic sand　**粗细和沙粒相近的火山碎屑物。它也有混合在火山砾内的，参见“火山砾”。**

【火山砾】　lapilli　**比火山灰粗的火山碎屑物。其大小范围各家划分标准不一，一般把直径在2—64毫米以内、大于火山灰的碎屑归入火山砾一类。主要为熔岩炸碎后的产物，它们在喷起又坠回地面时，有的已凝结为固体，有的还保持熔融或半熔融状态，没有可以作为特征的外形，常堆积在火山口周围，是构成火山锥的重要材料。颗粒较细的火山砾，也称为火山沙。**

【火山弹】　volcanic bomb　**火山喷出的不带棱角，并比火山砾大的块体。是熔岩碎屑在喷到空中时，稍有凝结但尚未完全冷却硬化，在落回地面以前，因在空中旋转而具有一定圆度，形成外形似面包、梨、纺锤等状的块体。流动性强的熔岩形成的火山弹圆度较好；粘滞的熔岩形成的火山弹外形则比较不规则，表面并有似面包皮干裂的细纹。火山弹的表层常有细而密的气孔，或为玻璃质，内部的气孔更多且较大。火山弹一般坠落在离火山口不远的地方。我国第四纪火山活动的地区常可找到火山弹，那些落在第四纪黄土中的火山弹还常保存得比较完整，如大同火山群一带，就曾找到许多典型的火山弹。**



火山弹

【火山块】　volcanic block　**火山口及其附近的岩石（包括早先凝结的熔岩），在火山喷发时被炸裂抛起的具有棱角的块体。一般比较大，常坠落在火山附近，也有仅碎裂而未被抛起，仍留在原地的。**

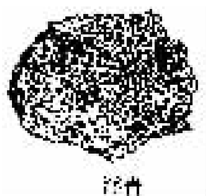
【火山豆】　volcanic pisolite　**或称豆石、团积火山砾。多为火山灰随雨降落，依附雨滴聚集而成；可能还有其他成因，如以某种碎屑为核心，在地面滚动、团聚火山灰微粒而结成小球。通常具有同心构造，可与他种火山碎屑物区别。火山豆和火山灰堆积在一起形成的凝灰岩，称为豆状凝灰岩。**

【火山渣】cinder，scoria 火山喷出的炉渣状碎屑物的统称。根据其形成的过程不同英文有 cinder 与 scoria 不同的名称。cinder 是指气孔很多，外貌粗糙不规则，大小不等，但直径不超 8—10 厘米，形似炉渣的玻璃质火山碎屑物。它是含有气体的液态熔岩碎片，喷到空中并冷凝，里面的气体扩张逃逸，留下空洞，形成这种渣状外貌。它们在火山口周围坠落，是构成火山锥的材料，以火山渣为主堆成的火山锥称为火山渣锥。sooria 虽然也有气孔多，外貌粗糙不规则，形似炉渣的特点，但它是在地面流动的熔岩上部壳层碎裂而成，多出现在玄武岩或安山岩熔岩的表面，此两词亦通用。

【火山泪】 Pele ’ s tears 泪滴状的火山玻璃。也有拉长了的，但总有一端成圆珠形。是流动性很强的熔岩成喷泉状喷起时溅落的小滴冷凝而成，小滴的直径可有一两厘米或更长，末端常牵出一条细线，冷却后就形成火山毛。

【火山毛】 Pele ’ S hairs 细长如发的火山玻璃。是流动性强的熔岩成喷泉状喷起，飘浮空中冷凝而成。一般粗不到半毫米而长度可超过一米，可以被风吹到几公里以外的地方，参见“ 火山泪 ”。

【浮岩】 pumice 是一种比重小，具多孔的淡色火山碎屑物。多为含气泡的安山岩质、石英安山岩质、流纹岩质等的硅质岩浆所组成。岩石中气孔约占岩石总体积的 70% 以上，气孔间只有极薄的玻璃质相连，置于水中可浮起，故称浮岩或浮石。



【火山玻璃】 volcanic glass 火山喷出的熔岩物质，在迅速冷却，来不及结晶的条件下，形成的玻璃质物质，如黑曜岩、松质岩等。在许多喷出岩中也含有火山玻璃。

【火山气体】 volcanic gases 火山作用从岩浆中分离出来的挥发物质的总称。不仅在火山喷发时大量产生，喷发前后也会从地下渗出逸散，或经喷气孔喷出。火山活动强烈时温度高，可近 1000℃，活动减弱时，则温度降低，可低于 100℃，高于当地水的沸点时，气体中的水蒸汽含量最多，可达 60—90% 多。低于当地水的沸点时，气体中的水蒸汽含量减少而以二氧化碳为主，可达 90% 多。火山气体中所含水蒸汽也有一部分是堵塞火山口的冰雪和水汽化而成，以及地面水渗入地下遇高温而形成的。火山气体中还有一部分气体是固体矿物的蒸汽，如硫黄、硼砂，它们在到达地面后常在喷口附近凝结，可形成矿产。

【火山升华物】 volcanic sublimate 火山作用，使某些矿物如硫磺、硼砂气化喷出并再凝结的产物。有的是蒸汽直接凝结而成的，有的是与围岩发生作用后聚集起来的。火山升华物常成粉末状，多在喷出气体的裂口附近凝聚，在火山喷发时及喷发前后都可产生，可以形

成具有经济价值的矿产，多具鲜艳的颜色易被认出。我国台湾省大屯火山群和云南省腾冲火山群都有许多火山升华物产出，并在继续形成。我国人民还曾在古代就创造了将砂粒堆在喷气孔上，使硫磺蒸气在砂粒中间凝聚，人工获取火山升华物，这个方法，称为“酿黄”。

【火山水】 volcanic water 亦称岩浆水。是指岩浆里面的及从岩浆中分离出来的水。在地下压力很大的条件下，高热的岩浆也含有水，可以多到百分之十左右。随着岩浆向上运移，压力逐渐减低，水分就会愈来愈多地变成气体，成为火山气体的主要成分和使火山产生爆发的重要动力，因为在水变成汽时，体积要迅速膨胀达一千倍之多。火山水来自岩浆，所含矿物质一般比地面水要多，这些水到达地面后，加入地球表层水的循环，成为地球水圈的一部分，是地球上水的重要来源。参见“火山气体”。

【火山云】 volcanic cloud，eruption cloud 火山喷发时产生的烟云。由喷出的气体、水蒸汽以及细微的碎屑物质所形成，温度高，有时还伴有闪电。烟云的形态和升起的高度与火山喷发的类型和强烈程度相关。最高可达几十公里。

【火山发光云】 glowing cloud，glo－wing avalanche 是挟带有大量炽热的熔岩碎屑，发出强烈亮光，温度很高（可达700℃）的火山云。有的还具有沿山坡向低处喷射的特点；这种特殊类型的火山云，在培利火山1902年的爆发中表现得很突出，由于它温度高，并贴近地面喷射，故给火山附近地区造成的破坏特别严重，曾使附近的一个城市毁灭。

【培利云】 PelŌan cloud 即火山发光云。因培利火山（Pelee volcano）在1902年爆发时，表现比较典型故名，参见“火山发光云”。

【火山崩流】 nuŌe ardente，voicanic avalanche 火山发光云的一种类型。从火山口喷出的高热物沿火山山坡滚滚而下，破坏性特大。培利火山在1902年活动中产生的培利云，即为火山崩流。

【火山雷雨】 volcanic thunder－storm 火山喷发形成的雷雨。常出现在有大量水蒸汽和火山灰喷出的火山活动中。这是带有正电荷的水蒸汽冲到高空时，由于温度降低和已喷到空中、带有负电荷的火山灰微粒相遇，大量凝聚成暴雨下降，并有雷电发生。

【火山泥石流】 volcanic mud flow 火山雷雨降落时，常冲刷挟带火山山坡上的碎屑物，向山下流动，称火山泥石流，或火山泥流。火山口为冰雪掩埋或蓄有水，在喷发时也可以因冰雪融化或湖水溢出而造成泥石流。泥石流所过之处，破坏掩埋田园房屋，造成灾害。

【熔岩】 lava 火山喷出的高热熔浆，成分以硅酸盐为主，冷凝后成为岩石。熔岩在熔融状态时的流动性随二氧化硅的含量增加而减弱，基性熔岩因粘度小较易流动，而酸性熔岩则粘滞。由于熔岩性质的不同及地形、环境的差异，产状也不同，故在地面上表现为多种形态。

【熔岩被】 lava sheet 又称熔岩席。是从火山喷发出的大量岩浆沿地面向四方流动，覆盖了广大的地面后，冷凝而成。形成熔岩被的熔岩一般是基性熔岩，这是因基性熔岩粘度小，流动速度快的缘故。

【熔岩席】 lava sheet 即“熔岩被”。

【熔岩流】 lava flow 呈液态在地面流动的熔岩。其温度常在900℃—1200℃之间，如熔岩中气体的含量多，更低的温度也能流动。酸性熔岩粘滞，流动不远，甚至壅塞在火山口内；基性熔岩流动性强，当熔岩来源充足，地势适宜，则流布范围很广很远。1783年冰岛的火山活动，喷出的熔岩掩盖了565平方公里的面积，体积达12立方公里。熔岩流动的速度，除与熔岩的成分，性质和温度有关外，还受到地形的影响。熔岩流的温度高、地形坡度陡时，流速也快，如果流入河谷中，受河床的约束，也会加快速度；曾有每小时45—65公里的记录，通常是每小时15公里，还有更慢的，流出一段距离后，因所含气体逐渐散失和温度不断降低，速度便要减慢直至停止前进。熔岩流凝结后在地面形成特殊的形态，绳状熔岩和块状熔岩是常见的两种；此外，还有枕状熔岩、渣块状熔岩、板状熔岩以及熔岩钟乳等。


熔岩流

【复合熔岩流】 composite lava flow 指由两种不同的岩石组成的熔岩流。最常见的是玄武岩质的复合熔岩流，可以分为富含斑晶的玄武岩和无斑晶或少斑晶的玄武岩。这种复合熔岩流的生成，是从地表深处上升的岩浆到达地表之前有的在火山管道内短时停留，岩浆中晶出的斑晶矿物因比重较大而下沉，上部岩浆中则不含斑晶。当岩浆经过火山管道流出地表时，首先流出无斑晶岩浆，共后流出的是多斑晶岩浆而覆于无斑晶岩石之上。无斑晶的岩浆因与地表接触冷却较快，并因与地面摩擦使流速减小，而多斑晶的岩浆因流于其上故流速较大，流程较远。

【结壳熔岩】 pahoehoe lava 泛指熔岩流表面，总体看来比较平坦、光滑的一类熔岩。pahoehoe为夏威夷语，即“光滑”之意。它是熔岩流动过程中，表层首先冷却凝固成壳，而未发生显著破碎形成的。其凝固的表壳厚度一般不超过20—30厘米。这种熔岩为基性，硅质含量比块状熔岩少，粘度小，易流动。流动时表层先冷凝结而成薄壳，但仍具有塑性，壳厚约几厘米至几十厘米，当受到壳下还在流动的熔岩推挤拖曳时，一般不破裂，而发生塑性变形，形成各种形态的发皱熔岩构造。这种熔岩流的前端和侧边，流动速度较慢，起阻滞作用，在其边部易形成爬虫状、象鼻状熔岩流；流经陡坎或塌陷坑时多形成熔岩瀑布；流至较平坦开阔地带常形成熔岩扇等。从总体看，熔岩流表面的皱纹多呈弧形，弧顶所指方向，一般即熔岩流动方向。绳状熔岩壳层表面气孔极其微小，许多是肉眼看不见的，但在内部，可见较多气孔。



【熔岩构造】 structure of lava flow 岩浆自火山口或溢出口流出，沿地面流动，冷凝后，在熔岩流中形成的各种次一级形态构造。如熔岩表壳构造、熔岩空洞构造、溢流拱起构造、裂隙塌陷构造以及喷气溢流构造等。

【熔岩表壳构造】 surface structure of lava 泛指结壳熔岩表壳产生塑性变形而形成的各种构造。如绳状构造、波状构造、块状构造、馒头状构造、平行褶皱构造等。这类构造主要是由玄武熔岩流形成的，因其粘度小，易流动，当岩流溢出地面后，表面迅速冷却形成一层柔韧玻璃质外壳（表壳），随着下面的液态熔岩继续流动，逸出气体，表壳受到推挤、拖拉、扭动和膨胀，产生多种塑性变形，冷凝后所形成的各种特殊形态统称为表壳构造。

【绳状熔岩】 ropy lava，pahoehoe lava 即结壳熔岩。

因其表面常似波状起伏或似长绳盘绕铺地，故又称绳状熔岩，或称波状熔岩。

【板状熔岩】 slab lava 表面有许多板状碎块的熔岩。是比较平滑的熔岩壳层碎裂的结果，属于绳状熔岩一类。壳层的碎裂，多由于壳层下面尚在流动的熔岩流速加快造成。这些壳层的碎裂，使壳下熔岩中的气体散失，变得粘稠，逐渐变为具有渣块熔岩的特点，但这些表层的板状碎块，仍具有绳状熔岩的性质。

【块状熔岩】 block lava 广义的块状熔岩，泛指表面为一层岩石碎块覆盖的熔岩。这些碎块由熔岩流的外壳碎裂而成，具有棱角，大小不等，排列杂乱，构成锯齿般起伏的粗糙外貌。这类熔岩一般为基性，但含硅量较高，粘度较大，流动时表面先冷凝成半固结至固结状态的外壳，里面的熔岩仍保持液态继续流动。壳层受推挤拖曳而破裂，并驮载着这些碎块运移翻滚，碰撞挤压；下面的液态熔岩也挤进块体间的缝隙，穿插粘结，在这些复杂的作用下，形成了厚度几米至几十米的碎石层，称块状熔岩。狭义的块状熔岩，是指岩石碎块外形比较规则，表面比较平整，气孔也较少的熔岩；而把表面多刺，气孔很多，形似炉渣的熔岩称为渣块熔岩，参见“渣块熔岩”。

【渣块熔岩】 aa lava 表面为一层形似炉渣的岩石碎块覆盖的熔岩。或作为广义的块状熔岩的一种，或专名为渣块熔岩。它与块状熔岩的形成过程相同，但较狭义的块状熔岩，气体含量较多，硅含量较少，粘度也较小，表层中的气体迅速扩散逃逸，因而形成多孔带刺的外表，容易与狭义的块状熔岩相区别。渣块熔岩多出现在大洋中的盾形火山及大陆上的熔岩台地内，夏威夷岛分布很广，当地语言称为“阿阿”，即“多刺”之意，因此又名为“阿阿熔岩”。

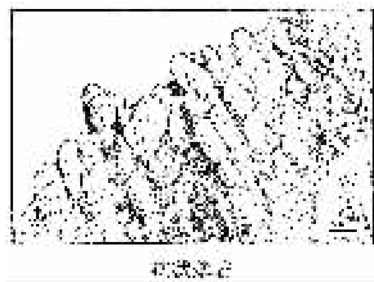
【翻花熔岩】 aa lava，flower like lava 即渣块熔岩。因熔岩流在流动过程中，先固结的表层发生脆性或半塑性破碎成碎块，后因近火山口处的岩浆和构造的再次活动，碎块继续流动，再次破碎、翻滚、粘结并卷进一部分“外来”固体成分，形成翻花状。我国五大连池这类熔岩比较发育，当地称为翻花石，即翻花熔岩。


翻花熔岩

【石龙熔岩】 我国黑龙江省五大连池火山区以形态命名的熔岩。从熔岩流的总体形象来看，自北向南，蜿蜒分布如长龙，当地称为“石龙”，故名。熔岩为玄武岩类型，产出形态多样，渣块熔岩、绳状熔岩均有，掩盖面积达 65 平方公里。

【熔岩鼓包】 lava tumulus 熔岩流表面的穹丘形小突起。是较冷的表层与下面流动性强的熔岩流速不同、压力不均所造成。

【枕状熔岩】 pillow lava 略成椭球状并叠加在一起的熔岩。这些椭球体的表层为玻璃质，内部有放射状构造，外形多似枕状均表现出浑圆的特点。枕状熔岩被认为是熔岩在水下凝结而成，因为熔岩在水中冷却迅速，所以表层成玻璃质，而在后到的熔岩流来时，先到的熔岩已凝结成球，于是一个压一个，相叠在一起。这类熔岩多为玄武岩质或安山岩质。它们的出现，表示当初的喷发活动发生在水下，但也可以是陆上靠近水边的火山喷发，熔岩从陆上流进水中形成。


枕状熔岩

【熔岩空洞构造】 熔岩构造之一。是熔岩流溢出地面，在流动过程中。表壳凝固之后，下伏液态熔岩仍处于潜流状态，并逐渐聚集于一些壳下通道，形成熔岩暗流（暗道），当暗道中的熔岩流走之后，即成为空洞，统称为熔岩空洞构造，如熔岩暗道、表层流空洞等。在洞壁上常形成棘刺状熔岩，即熔岩钟乳等。

【熔岩隧道】 lava tunnel，lavatube 岩内部狭长的洞穴。是熔岩壳层已经硬结，里面仍是液态的熔岩流动，又无新的熔岩流来补充，便形成这种形似隧道的洞穴。

【熔岩棘】 lava spine 熔岩隧道内壁上的棘刺状突起。是熔岩隧道形成过程中，里面的液态熔岩流走时，牵引拖曳洞壁尚未完全硬结的熔岩加，上重力作用造成。

【熔岩钟乳】 lava stalactite 熔岩隧道顶壁上的钟乳状下垂体。是残留洞壁的液态熔岩，或因高热气体通过而使洞壁部分熔融，在重力的作用下形成。如果坠落在洞底聚集凸起，则称为熔岩石笋。

【熔岩石笋】 lava stalagmite 熔岩隧道底部的圆锥状凸起。是顶部的液态熔岩下滴到洞底堆积而成。为粘性小的玄武岩质熔岩特有的产物。

【溢流拱起构造】 熔岩构造之一。是指熔岩暗道中，顶部熔岩因冷凝而产生大量裂隙，暗道中潜流的液态熔岩沿裂隙上冒而形成的一类构造，如溢流丘、胀裂丘及胀裂脊等。

【溢流丘】 effusive dome 液态熔岩流过暗道，在某些地方穿破顶盖。即先凝固的熔岩，形成局部的溢流中心，并向四面流散，形成低缓的盾形丘陵，称为溢流丘。有时在中间溢出口附近形成小的锥体。

【胀裂丘】 swelling dome 结壳熔岩表壳固结后，受下面液态状熔岩的推顶或气体膨胀等作用，局部向上隆起，同时产生张性裂隙，其隆起部分呈近圆形或椭圆形的称为胀裂丘；若延伸成为长梁状的则称为胀裂脊，长度可达一、二公里，裂隙中有时还有少量熔岩涌出。

【裂隙塌陷构造】 fissure－collapse structure 熔岩构造之一。是当熔岩流表壳冷凝后，其下有空洞，顺冷却裂隙而发生的各种构造。如熔岩裂隙、熔岩塌陷坑或塌陷谷以及熔岩楔子等。

【熔岩楔】 lava wedge 穿插在熔岩流壳层裂隙中的熔岩。是熔岩流的壳层固结后，内部仍处于液态的熔岩运动，使壳层开裂并楔入其中凝结而成。

【喷气溢流构造】 famarolic effu－sion struciure 指熔岩因受其内部气体的推动，使熔岩喷出地面堆积而成的一类形态构造。如喷气穴、喷气叠锥或岩饼塔等。这类构造的形成是当熔岩流表层固结后，下部液态熔岩局部气体集中，在气体的推动下，少量液态熔岩顺裂隙通道溢出，形成环状熔岩饼，很象一个大喇叭口。这一过程间歇性地重复发生，熔岩饼便一层层的叠加起来，直至气体膨胀力达不到所需溢出的高度为止。如果间歇性喷出的熔岩饼，只有少数几层就停止溢出，这时高度一般较小，而中间的喇叭口很大，则称喷气穴；如果喷溢出的熔岩饼重叠达十几层或几十层，则形成数米高的中空塔形、锥形或冢状构造，称为熔岩喷叠锥或岩饼塔。





【火山柱】 volcanic spine 或称火山塔、火山碑、熔岩塔。是粘结性较大的熔岩在火山筒内凝结，并被从地下继续涌来的岩浆缓慢地向上推动、挤出，升到火山口上，如碑塔耸立。在升起之初，顶端常较尖锐，故亦称火山针，

随后会因风化作用的破坏而变形。1902 年马丁尼克岛上培利（Peiee）火山的活动中，火山柱的发生发展过程表现极为清楚，形成的火山柱高出周围 300 米。

【熔岩饼】　driblet　液态的熔岩碎片或固态的火山碎屑物，聚集或熔结在一起形成的块体，外形多呈扁平，表面光滑或粗糙。为熔岩块体被抛起又坠落地面时，因未完全硬化，互相粘结并和地面碰撞而成此种现象。

【熔岩球】　lava ball　呈球状的熔岩。是火山渣块裹上熔岩而成，或称假火山弹，但可从其中心是火山渣加以区别。

【熔岩平原】　lava plain　是由流动性大的玄武岩质熔岩，大面积覆盖的低平地区。海拔较高的覆盖区则称熔岩台地，详见“熔岩台地”。

【火口原】　atrio，craker floor　面积很大的火山口或破火山口内，被泥沙砾石充填所形成的小块平原。

【熔岩台地】　lava plateau　熔岩在地面形成的面积广大、表面比较平坦的地区。是流动性很强的玄武岩质熔岩大量涌出所致，如洪水泛滥，将地面填平造成。在地质历史上，掩盖面积有的达数十万平方公里；现在发现，大洋底下熔岩流布的规模更大。这种地区，拔海高者或称熔岩高原，低者或称熔岩平原。

【火山碎屑岩台地】　pyroclastic plateau　火山喷发时大量的浮石和火山灰喷出后，覆盖在广大面积上而形成的台地。

【火山构造地垒】　volcano – tectonic horst　由于岩浆侵入而抬升，并伴有火山活动的地垒。

【火山构造地堑】　volcan tectonic grabcn　指与火山作用相关而产生的地沟。火山锥上狭长笔直陡峭的壕堑形构造。是岩浆从地下大量喷出后，地下空虚，发生塌陷造成。它们常有规律地排列，在熔岩构成的火山锥上多出现按一定走向平行排列的火山地堑；而在混合锥上则多呈放射状。

【火山陷落区】　cauldron，caldron　或称火山凹陷，包括一切因火山作用而沉陷的洼地。一般也称圆形陷落地貌或圆筒形陷落构造。破火山口也是火山陷落区的一种。

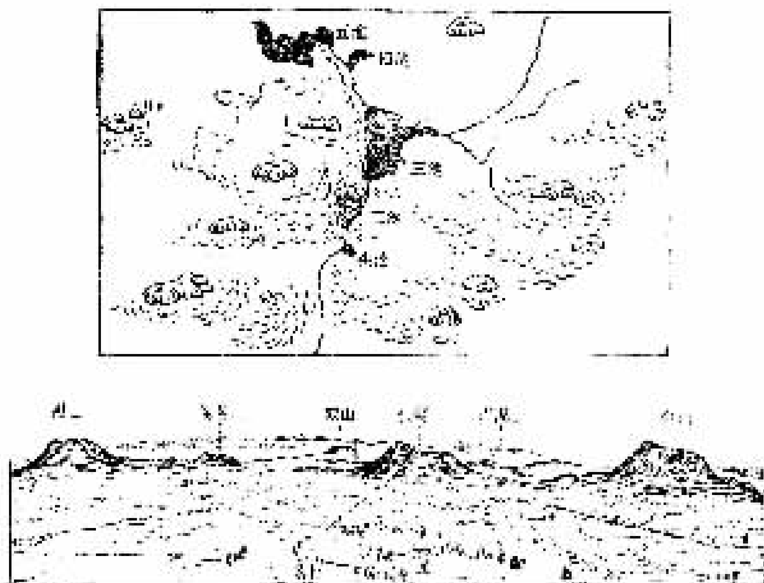
【火山构造凹地】　volcano – tectonic depression　地壳受构造运动影响，拉开张裂，并伴有火山作用的沉陷地带。在地形上常表现为规模很大的槽状，凹地中多火山并时有活动。

【火山喀斯特】　volcano – karst　在新鲜火山喷出物覆盖区发育的类似喀斯特的地形。如某些凝灰岩、集块岩等火山碎屑岩，由于含有不稳定矿物受流动水溶蚀逐渐形成的微地貌。

【熔岩湖】　lava lake　聚集在火山口或破火山口内的洼地中，长期保持液态的熔岩。它下连火山通道，四周有凝结成固体的熔岩形成堤坝阻其外溢，湖面常有固结的或半固结的熔岩浮动。在火山强烈活动时，湖面升高，熔岩可越过堤坝，直至充满整个火山口并向外溢

出，甚至向空中喷起。这种熔岩湖多由流动性强的玄武岩质熔岩构成，面积时大时小，能长期存在的不多。人们曾观察到 21 座火山出现过熔岩湖。夏威夷岛基拉成厄火山和扎伊尔尼腊贡戈火山的火山口的熔岩湖最活跃，自上世纪被人发现以来，直到 1924 年经火山强烈活动后消失，后又多次短期出现，存在 49 年后又才消失。世界上到 1980 年火山口中还有熔岩湖在活动的有南极的埃里伯斯火山、埃塞俄比亚的埃尔塔阿勒火山、尼加拉瓜的马萨雅火山等。

【五大连池火山群】 Wudalianchi volcanic cluster 位于黑龙江省德都县北部，是第四纪更新世以来多次火山喷发形成的火山群。火山群由大小 14 座火山锥组成，包括北格拉球火山、南格拉球火山、卧虎山、笔架山、老黑山、火烧山、尾山、药泉山、西焦得布山、东焦得布山、西龙门山、东龙门山、莫拉布山及小孤山，大部分火山锥略呈北东一南西方向两组排列。其中老黑山、火烧山为近期（公元 1719—1721 年）喷发而形成的火山锥。这次火山喷发的部分熔岩流堵塞河流形成五个串珠状的堰塞湖，合称五大连池，火山群也因此而得名。火山喷发的熔岩有玻基辉橄岩、白榴石玄武岩、歪长橄榄岩等，此外还有浮石、火山弹、火山砾、火山灰等。老黑山、火烧山喷发形成的熔岩流及火山锥，因其喷发时间较近，故共构成的火山形迹以及火山熔岩特有的各种形态及原生构造，广泛分布于火山地区内，并裸露地表，保留完整。本区的火山锥，都是由喷出的火山弹、熔岩饼、岩渣、浮石块及火山砾等各种熔岩碎屑形成的，应属岩渣类型。由于喷发周期较短，火山锥体的规模一般都较小，相对高度一般不超过 300 米，火山口直径与基底直径之比，一般在 1∶2—1∶3 之间。火山锥在平面上呈较规则的圆形，锥体坡度一般为 30°左右，火山口略呈圆形，内壁陡峭。从本区火山喷发的物质成分、火山机构的特点及新期火山喷发过程看来，应属于喷发周期较短的斯特朗博利式（Strcm－bolian type）喷发类型。本区火山熔岩流有结壳熔岩和翻花熔岩两种类型。熔岩流中发育的次一级构造有熔岩表壳构造，这是由于结壳熔岩塑性变形而成的各种构造，如波状构造，绳状构造，平行褶皱构造以及小股熔岩流形成的熔岩扇、象鼻状熔岩流、熔岩瀑布等；熔岩空洞构造，如熔岩暗道、表层流空洞等；溢流拱起构造，如溢流丘、胀裂丘等；裂隙塌陷构造；喷气溢流构造，如熔岩喷叠锥、喷气穴等。其中以熔岩流表面成群成列出现的熔岩喷叠锥、喷气穴等千姿百态最为壮观，实为国内外所罕见。因此五大连池火山群不但为我们研究火山活动的现象和规律，提供了丰富的资料，而且是一座天然的火山博物馆和一座罕见的疗养和旅游胜地。



五大连池火山群分布示意图

【伊通火山群】 Yitong group of volcanos 位于吉林省长春市东南伊通县境内，为第三纪火山群。根据现有地质资料判断，大部是没有溢出地表的岩浆固结而成的火山锥，这些锥状孤峰，呈双列排列在伊通平原之上，北列有莫里青山、马鞍山、横头山；南列有小孤山、大孤山、西尖山、东尖山，其中以西尖山最为雄伟，玄武岩柱状节理发育，呈伞状排列，是我国少见的典型火山地质地貌，对科研及教学工作都具有重要的意义。

【大同火山群】 Datong volcanic clusler 山西省北部大同盆地东部更新世的火山群。位于大同市东南约 30 公里，火山区面积约为 700 平方公里，分布有 22 个孤立的火山锥，并有不甚清晰的潜火山。火山的喷发时代约在中更新世—晚更新世间，可见有多次喷发和喷发旋迴现象。火山喷出物常夹于更新世古大同湖的湖积物中，古桑干河的河积物中，以及风积、坡积、洪积的黄土层中，并有寄生火山和大面积的熔岩分布。火山多沿断裂带喷发，火山锥大部是由熔岩和火山碎屑物组成，无明显的火山口。熔岩一般为黑色橄榄玄武岩、橄榄玻璃玄武岩、玻璃玄武岩、橄榄中粒玄武岩、橄榄粗粒玄武岩及橄榄斜长玄武岩等。熔岩中部致密，底部及顶部呈熔渣状，多气孔。



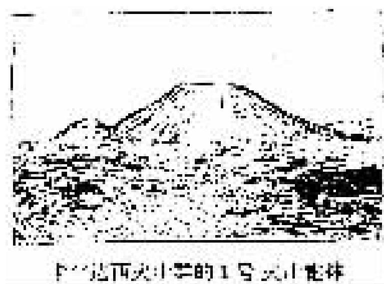
大同火山群示意图

【腾冲火山群】 Teng chong volcanic cluster 位于云南省腾冲附近的新生代火山群。自上新世以来在腾冲周围三十公里有五期火山活动，形成八个火山群，其中有明显火山口的火山锥达 20 座。喷出物大部为第四纪玄武质熔岩，少数为第三纪安山岩。火山群附近多温泉，并有喷气孔活动及火山性地震。

【大屯火山群】 Datun volcanic cluster 位于中国台湾省最北端，为上新世晚期一更新世间喷发形成的火山群，由大屯山等 16 个火山锥组成。熔岩以角闪石安山岩，辉石安山岩为主，伴有少量玄武岩。区内多温泉，并有天然蒸气喷出，产硫磺，为我国最大的自然硫矿床。



【卡尔达西火山群】 Kardaxi volc－anic cluster 新疆维吾尔自治区于田县南部山间盆地中的现代火山群，处于昆仑山以南的青藏高原。已发现的火山锥共有五处，还有一些穹隆状熔岩丘。熔岩为辉石安山岩、橄榄玻基安山玄武岩、碱性玄武岩、次火山岩及流纹岩。有的火山体的顶部呈复式火山锥，显示两度活动的遗迹。最后一次火山喷发在 1951 年 5 月 27 日并形成了一个火山锥。锥体十分完整，锥顶海拔 4900 米，为我国最近一次火山爆发。



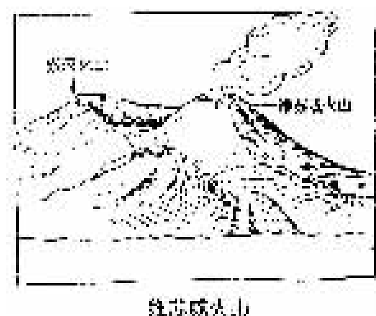
【富士火山】 Fuji volcano 位于日本本州岛中南部，第四纪形成的复合火山，是日本最大的火山之一，海拔 3776 米，体积约 870 立方公里。最初爆发时期为第四纪后期，喷出的大量玄武岩质熔岩，形成层状的古富士火山。当时的喷出物广布于山麓地带，喷出物主要是玄武岩质火山渣及火山灰等。古富士火山喷发的后期有大量的熔岩流溢出，约在 1 万年前火山活动近于停止状态，进入休眠期。在 5000—6000 年前，火山再次活动，在古富士火山体上形成了圆锥形层状火山，称新富士山。最近一次喷发在 1707 年。现在火山体上部被覆的火山岩大部为新富士山的熔岩流及火山碎屑物。但在部分地区因断层的关系，还有古富士火山体局部出露。在山腹以至山麓地带侧火山发育，约有 100 个左右，主要集中于火山体北北西—南南东方向，据历史记载侧火山口也经常喷发。古富士火山、新富士火山为高铝玄武岩构成，熔岩中二氧化硅含量为 49—51%，并含有橄榄石、普通辉石、紫苏辉石及奥长石的斑晶。



日本富士火山

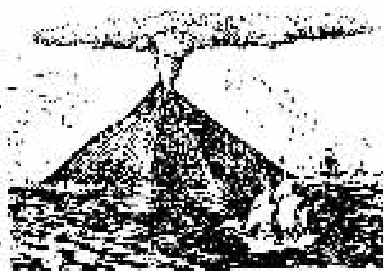
【阿苏火山】 Aso volcano 位于日本九洲中部的活火山，海拔 1592 米。破火山口位于火山碎屑岩构成的台地之间，形成的时间约在 33000 年以前。破火山口内侧的中部分布着火山锥群。火山体的基盘为上新世—更新世的安山岩、流纹岩，上面覆盖着更新世晚期四次喷发的阿苏火山碎屑岩流。这些喷出物的总体积达 160 立方公里以上。破火山口内的西南部有含硅藻的泥岩及砂岩等火山口湖相沉积物分布，上面覆盖构成火山锥体的熔岩。中央火山锥群在破火山口有十数个喷火口，略成东西向排列，火山喷出物为熔岩流及火山渣堆等构成成层火山体。东部的根子岳为安山岩构成的成层火山，高岳、中岳为玄武岩、安山岩构成的成层火山，西北部的往生岳、杵岛岳、米冢等火山皆为玄武岩组成，西部的乌帽子岳、千里浜等为安山岩、流纹岩组成。其中中岳火山口是仅有的活动火山，据记载公元六世纪以来有多次活动，近在 1980 年又喷发。破火山口的西部多温泉。

【维苏威火山】 Vesuvius volcano 位于意大利拿波里湾东岸，为第四纪形成的火山。海拔 1281 米。火山地区的基岩为侏罗纪 - 白垩纪的石灰岩及第三纪沉积岩。火山活动始于更新世晚期，形成索马（Somma）火山，呈对称的圆锥形层状的火山锥，主要为白榴石碱性玄武岩质熔岩流同火山碎屑物的互层构成。公元前 8 世纪左右发生大规模的普林尼式喷发，扩大了火山口。经过长期停止活动后，公元 79 年 8 月 24 日开始大规模的喷发持续达 2—3 日之久，喷出大量的白榴石响岩质的浮石和火山灰，埋没了庞贝（Pompeii）城；火山泥流覆没了赫尔库拉纽姆（Herculaneun）城；最后索马火山顶部下陷。此后直至 1631 年间仅有小的火山活动。1631 年 12 月火山再度喷发直至今日，呈规则的喷发旋迴，主要喷出物为碱性玄武岩质白榴岩及火山碎屑物。



维苏威火山

【斯特朗博利火山】 Stromboli vol－cano **第四纪形成的成层火山，位于地中海利帕里（lipari）群岛。最初为海底火山喷发，逐渐形成火山岛屿。火山锥海拔926米，从海底至顶部总计2700米。为一圆锥形成层火山，岩石为辉石安山岩、粗面玄武岩。火山锥的北西斜面破坏后形成扇形塌陷地形，现在的火山口海拔700米，由几个小火山口组成。人们（公元前约450年）观察到它活动以来，火山一直在持续活动，每隔十几分钟至一小时就喷发一次，岩浆柱的顶部大致保持在一定的高度。火山喷发时高温岩块、岩浆碎片、火山弹断续喷出，这种喷出形式便称斯特朗博利式喷发。近期火山活动的熔岩以粗面玄武岩质为主。**


斯特朗博利火山

【乌尔堪火山】 Vulcano volcano **地中海利帕里（Lipari）群岛南端的一个火山岛。整个岛屿为一个复合成层火山锥，岛的中部为塌陷火山口，其后被火山喷出物研埋没。岛的西北部为一圆锥形火山锥，火山基底的直径为2公里，海拔500米，顶部为一直径500米的火山口。历史时期经常爆发，最近一次爆发在1886年。岛的北部为一小型成层火山，公元前126年及公元前91年，火山两度爆发而与乌尔堪岛相连。岛屿为玄武质安山岩、粗面安山岩、粗面岩、流纹岩等岩石构成。**

【卡特迈火山】 Katmai volcano **位于阿拉斯加半岛和大陆相连部位的东侧，为安山岩质成层火山，海拔2047米，基盘为侏罗系沉积岩构成的北东向背斜。1912年6月爆发，持续达60小时，喷出大量火山碎屑物，火山喷出物的总体积达21立方公里。火山顶部形成直径约4平方公里的破火山口。火山体西北方的谷地被火山碎屑物覆盖，形成许多二次喷气孔，谷顶部的侧火山也同时活动。火山爆发后在火山口内形成高达60米的圆顶丘，喷出物为流纹岩及安山岩的条带状浮石。**


卡特迈火山

【培利火山】 Pelée volcano **第四纪形成的复合火山，海拔1397米位于小安得列斯群岛的马提尼克（MartiTnique）岛。火山锥的基岩为第三纪沉积岩和火山岩。火山锥为辉石安山岩质熔岩、火山碎屑物组成的成层火山，山顶的火山口已形成熔岩圆顶丘。1902年4月至1903年未曾有剧烈的活动。1992年5月8日火山大爆发的同时，规模巨大的火山发光云，以每小时200公里的高速自山顶向下倾泻，附近的圣·皮尔市（St. Pierre）遭受毁灭性的破坏，死亡达28000人，幸存者仅二人。这样规模的火山发光云其后又连续发生数次。山顶火山口被熔岩丘所覆盖，形成比高达340米的火山岩锥，最后在山顶形成圆顶丘。1929—1932年间小规模的火山发光云发生约100次以上，这种火山发光云以后即被命名为培利云。**


奇扎火山喷发景观

【乞力马扎罗火山】　Knimanjaro volcano　位于肯尼亚、坦桑尼来国境附近的成层火山，海拔5895米。火山底面积为80公里×50公里。由东西并列的两个古火山体及其上部的吉博（Kibo）火山以及寄生火山群组成。火山顶部为直径2公里以上的塌陷火山口，其中有直径900米，深46米的火口；火口底部又有一个直径340米，深130米的小火口。熔岩为霞石玄武岩等碱性岩，火山体较新，但无喷发的记载。


乞力马扎罗火山

【圣海伦斯火山】　Saint Heiens volcano　位于美国西部华盛顿州的喀斯喀特山脉，海拔2949.5米，北纬46°12′，西经122°10。喀斯喀特山脉火山成群，圣海伦斯是其中的一座火山。该区位于北美板块与太平洋板块相接之处，属于环太平洋火山地震带东支的中段。在地质历史时期，火山活动频繁，以裂隙式喷发为主，基性玄武岩覆盖面积达50万平方公里。圣海伦斯火山自1857年爆发后休眠了123年，又于1980年2月27日再度爆发，5月18日，25日、6月12日和7月23日又几次剧烈地大爆发。喷出的火山烟云最高达到近20000米高空。山头被削去近400米，降落下的火山灰尘约60万吨，殃及美国六个州。融化的雪水与火山灰、沙石混在一起，汇成沸腾的泥浆，顺山谷而下，时速达每小时80公里，横扫一切房屋、桥梁和汽车。当时5000公里公路瘫痪，附近的机场、商店和学校被迫关闭。火山爆发的经济损失超过16亿美元，有24人死亡，46人失踪。这一次的火山爆发与地质历史上的裂隙式喷发不同，喷出的熔岩是中酸性的，二氧化硅含量较多，粘性较大，喷发力极强，加之发生在人口稠密地区损失就更大。1983年又断续不时活动，2月2日至3日爆发喷起的火山灰达到6公里高度。

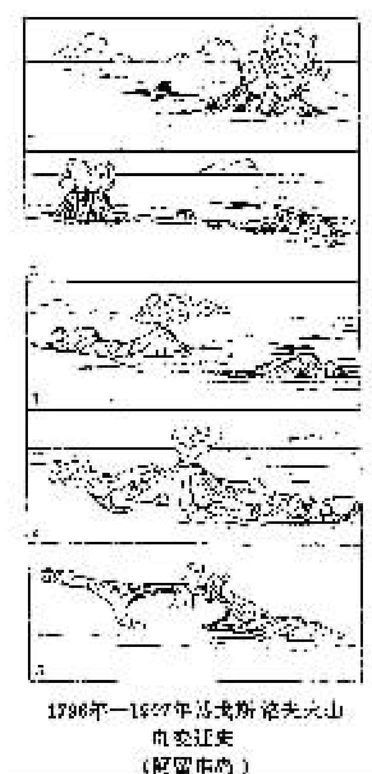

圣海伦斯火山

【喀拉喀托火山】 Krakatau volcano 位于印度尼西亚巽他海峡拉亚角的北方海域，为第四纪喷发的火山。是由没于海中的破火山口及位于其中的火山锥群组成。最初形成的火山主体呈圆锥形，为安山岩质熔岩、浮石及火山碎屑物构成。其后由于火山锥的塌陷，形成直径约7公里的破火山口。残留在海面以上的部分成为韦尔拉坦（Verlaten）岛及Lang岛。此后火山再度喷发，在老火山口内形成新的火山锥拉卡塔（Rakata），海拔813米，为橄榄石玄武岩组成的成层火山；以后又形成达南（Danan）火山锥，海拔450米，由安山岩组成；珀伯瓦塔（Per－boewatan）火山锥，海拔120米，它们在破火山口内共同构成一个岛屿。珀伯瓦塔火山在1680年曾有活动，此后的二百年内火山处于静止状态，到1883—1884年火山再度大爆发时，又形成一个新的塌陷破火山口，这次喷发从1883年5月20日开始，8月26—27日达到高潮，28日喷发逐渐停止，喷出大量石英安山岩质浮石及火山灰，喷出火山灰云高达70公里，大爆发时声音巨大，在澳大利亚亦可听到，同时引起海啸，海浪高达20米。1883年火山活动以后，中央火口丘大部分塌陷，形成深达279米的塌陷地形。在残留的岛屿之上覆盖着大量的火山灰及浮石层，厚达100米。平静半个世纪后，到1927年在破火山口的中部海底再度喷发，喷出大量橄榄玄武岩质火山灰及火山碎屑，形成了安纳喀拉喀托火山碎屑丘。此后于1935年、1941年又多次喷发，高度达到100米左右。六十年代比较平静，1972年以来又多次爆发。图为喀拉喀托火山1883年大爆发前及大爆发时的景观。


喀拉喀托火山

【博戈斯洛夫火山岛】 Bogoslof island 位于阿留申群岛的乌姆纳克岛北约40公里白令海中，是一个活火山岛，高于洋底约为1600米。自1796年以来海面上先后出现山锥，其后由于火山喷发并受海蚀作6个新火用，曾多次在海面消失又再度出现，最后形成1．8公里×0．6公里及直径为0．1公里的两个小岛。图中：1为1796年第一次出现的火山岛（老博戈斯洛夫火山）；2为1883年新博戈斯洛夫火山爆发；3为1906年梅卡尔夫（Metcalf）火山爆发；4为1907年前，梅卡尔夫形成破火山口，再度喷发而形成麦库鲁奇峰（Meculloch

Peak）；5 为 1907 年后，麦库鲁奇峰塌陷没入海面以下，梅卡尔夫破火中吕形成热泻湖（Hotlagoon）。



1796年—1907年波戈斯洛夫火山的变迁史
（阿留申内）

地震地质学

【地震学】 seismology 研究地震及其有关现象的科学。掌握地震活动的规律，实现地震预报，进行抗震防震，是地震研究的主要目的。可以利用人能够直接感觉到的现象来研究，如地震宏观调查；还可以根据仪器所测得的资料进行研究，籍以探索地球内部的结构，寻找地下资源等。

【地震】 carthquake 大地发生的突然震动，俗称“地动”。广义的地震包括两大类；①由于自然作用产生的震动，即“天然地震”；②由于人为的原因造成的震动，即“人工地震”。一般所说的地震即指天然地震。全世界每年发生的天然地震中，人能感觉到的有五万余次，能造成严重灾害的在十次以上。引起地震的原因很多，其直接原因，一般认为主要是地球岩石圈内某些部分在力的作用下发生了破裂，从开始破裂处释放出能量（应变能），并有一部分能量以弹性波的形式在地球内传播，传到之处就震动起来。至于地球的岩石圈怎样受力破裂，即引起地震的根本原因，目前还是一个尚在探讨的问题。

【地震地质学】 seismo－geology 从地质学的角度研究地震问题的一门新学科。地质学认为：地震是一种地质现象，是现今正在进行的地壳运动激化的表现。地震的分布往往与活动构造带密切相关；探索地震与活动构造带及现代地应力场的关系，从而确定地震危险区，捕捉地震前兆，实现地震预报，是地震地质工作的主要目标。

【弹性回跳说】 elastic rebound hypothesis 是出现最早、应用最广的一种关于地震成因的假说。它是里德（H. F. Reid1911）在解释1906年美国加里福尼亚发生地震时，圣安德烈斯断层产生的水平移动量而提出的假说。他认为地震的发生，是由于地壳中发生了断裂错动；因为组成地壳的岩石具有弹性，在断裂发生时，原来发生了弹性变形的岩石回跳到未变形前的状态，释放出大量的能，造成了地震。这一假说虽能较好地解释地震的成因，但对于深达几百公里的地震无法解释，因过去认为在这样深的地方岩石已具有塑性，不会发生弹性回跳。板块构造说用岩石圈可以俯冲到这样深的地方作出了解释。



【岩浆冲击说】　magma impact hypothesis　关于地震成因的一种假说。认为由于岩浆向地壳中的薄弱部位冲击，使地壳破裂和发生运动，产生了地震。这可能是一部分地震的成因，然而大多数地震的纵波初动方向，表现为压缩和膨胀交替出现的四个象限，这与岩浆冲击所产生的反应不符。

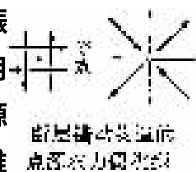
【相变说】　phase change hypothesis　关于地震成因的一种假说。认为由于岩石在一定的温度和压力下，发生了体积和密度的快速变化，对周围的岩石产生了快速的压力或张力，因而产生了地震。

【扩容说】　dilatancy hypothesis　近年来新出现的一种关于地震成因的假说。认为地震发生前，岩石受力达到一定程度就会出现许多细微的裂缝，使体积增大；如果压力进一步加大，地下水渗入并达到饱和，这时岩石即变得易于滑动，如压力继续增加就会发生断裂错动，产生地震。

【地球脉动】　Earth tremor　地球所具有的一种轻微的、比较规则的、周期性的连续振动。有的周期在一分钟以上，也有小到几十分之一秒的。振动幅度一般为几十分之一微米到几十微米，用精密仪器才能观测到。它一直不停地象人的脉博一样跳动着，故此得名。产生脉动的原因说法不一，有的认为与激浪冲击海岸有关，有的认为是由风暴引起的，以及其他原因。

【地球自由振动】　Earth free vibration　地球所具有的周期为几分钟到 1 小时的固有振动。一般认为是由大地震激起的，研究这种振动有助于了解地球的内部构造。

【地震机制】　earthquake mechanism　又称震源机制，指震源区在地震发生时的力学过程。目前还仅仅是推断性的解释。例如：断层说利用地震波纵波的初动方向的分布状况来推断震源机制，常把震源区划分为压缩区和膨胀区相间的四象限区。在许多情况下，它们之间可划分出两个正交的平面界面 < 称为节面），其中之一可解释为断层面。利用这种方法，对世界上不少大地震作出了比较合乎逻辑的解释。也有认为地震是由地下岩浆的冲击形成的，但其截面的形状应为锥形，则与根据地震波的初动方向所分析的结果不符。目前，研究地震机制的方法，往往采用断层错动的发震构造和点源、双力偶型等震源模型（如图）。工作时首先汇集各台站记录到的某个地震的资料，将初至波的质点振动方向和振幅等，分别标在震源参考球的乌尔夫网图上（对于区域台网的资料，可用平面图代替震源参考球），求出发震断层面的走向、倾向及倾角，以及震源附近主压应力、主张应力的方向等参数。再进一步利用其它模式（如一维破裂源、位错模型等）和资料，来求得断层的破裂方向、破裂速度与应力降等参数。研究震源机制，对于由前震报主震，或由主震资料预报强余震的分布，以及由地震资料研究构造带的应力分布状况，都是很有意义的。



【震源机制】　focal（earthquake）mechanism　即"地震机制"。

【地震事件】　seismic event　一次地震或一次由于爆炸原因产生的相似的瞬时地动。

【地震周期性】　earthquake periodicity　一个地区的地震，在强烈活动以后，总是要经过一段平静时期，才会再度活动起来，这种地震活跃期和平静期交替出现的特点，被称为地震的周期性。一般认为是在地震活动强烈、释放出大量能量以后，需要时间重新积累足够的能量，才能再使岩石产生一系列破裂，地震再次活动起来。一个地区如此，从全球地震活动来看，也是有周期性的。

【地震活动性】　seismic activity　指一个区域或地带有历史记载以来地震活动的程度。常用发生地震的次数（即频度）和强度来表示。

【地震活动图】　seismicity map　某一地区内在某一时期中地震活动的地理分布图。一般按震级、震源深度及震中表示于图上。近来有的是用地震时，小区域中单位面积、单位时间释放能量的平方根值分布来表示，故又称应变释放图。

【地震能】　seisinic energy　地震发生时释放出来的能量。它们绝大部分以机械能（岩石破裂和位移）和转换为热能的形式存在于震源区，少部分以地震波的形式向四外传播。地震能目前还不能直接测量，所测到的只是地震波的能量，因此也有人把地震波的能量称为"地震能"，并用以作为表示地震大小的标度。地震波的能量与地震的总能量的比例一般说并不是一个常数，但对于同一震源区来说，其比例可视为一个常数。

【地震力】　earthquake force seismic force　指由地震波传播时引起地面振动所产生的力。地震力作用于建筑物，当超过建筑物所能承受的极限时，即造成破坏。地震力愈大，造成的破坏也愈大。地震力具有方向性，有水平方向也有垂直方向，一般水平方向地震力的破坏作用更强烈。抗震的一个重要内容就是要针对可能发生的地震中地震力的大小，采取预防措施。

【孕震构造】　seismi structure　又称发震构造。一般指孕育较强地震的活动撕裂带，但在一定时期内并非孕震构造的任何部位都可能发生地震，而是那些适于地应力集中，岩石易于破裂的特殊部位，才较易发生地震，如活动断裂带的两端或发生曲折的部位；一条活动断裂带和另一条活动断裂交叉的地方等。

【构造活动性】　tectonic activity　指某一地区或地带在挽近地质时期内构造活动的程度。地震与构造活动性有密切关系，构造变动发生的时期越新，构造活动性越强，则发生地震的可能性越大。研究构造活动性对于划分地震区划等具有重要意义。

【活动构造带】　active tectonic belt　在地球历史近期还表现出活动性的地质构造带。这些活动性主要表现为地震、火山爆发、地壳的水平及垂直运动等。

【活动断层】　active fault　断裂两盘还在相对移动位置的断层。这种变动常是缓慢地进行，突然发生快速移动时则可产生地震。



左图：岩石受力发生形变，箭头表示受力作用方向，线条表示岩层压叠
右图：岩石断裂，产生地震，箭头表示地震波的传播方向

【断层传播】　fault propagation　又称断层扩展。地震时从震源开始破裂，沿一定方向发生断裂并错动位置到一定距离为止，这种断层活动称为断层传播。一般说来地震越大断层传播的距离越长，有达到数百公里的。在一些大地震中，还观测到断层传播速度每秒达三、四公里。

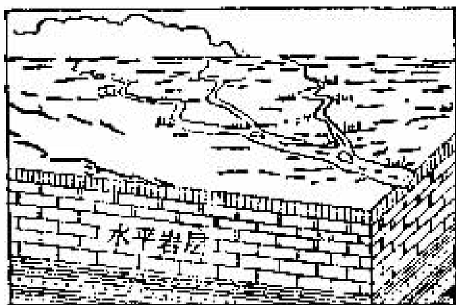
【天然地震】　natural earthquake　由于自然原因引起的地震。根据不同成因，一般分为构造地震、火山地震及其他天然扰动（如洞穴塌陷、山崩、大型滑坡、大块陨石堕落等）所引起的地震。

【人工地震】　man－made earthquake artificiai earthquake　由于人工爆炸（开矿、开山、地下核爆炸等）引起的地震。一般说来爆炸的能量愈大，产生的震动愈大，但同时还受到地质条件，如岩石性质的影响，在坚硬的岩石中爆炸，比在松软的土石层中影响要大些。一次百万吨级的氢弹在花岗岩中爆炸，所产生的地震效应大约相当于一个六级地震。

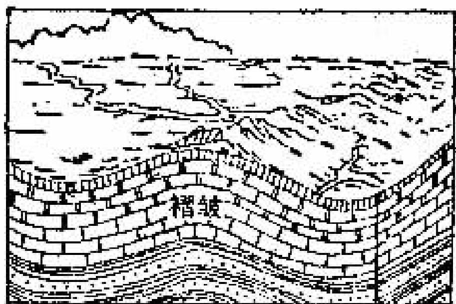
【构造地震】　tectonic earthquake　地球构造运动所引起的地震。一般是由地壳的岩石断裂或原有断裂发生错动所造成。这类地震为数最多，占全球天然地震的绝大部分，强度大，因而危害也最大。一般所说的地震大都为构造地震。

【断层地震】　fault earthquake　因地层断裂错动而产生的地震，即构造地震现已不常用此名词。

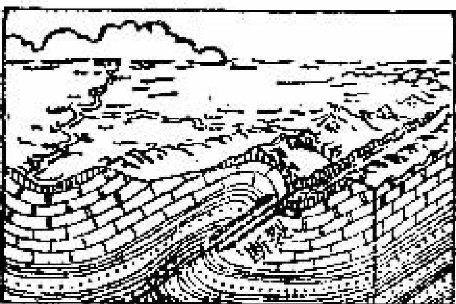
【陷落地震】 collapse earthquake earthquake due to collapse 曾经用来称呼由于地下岩洞塌陷引起的地震。一般发生在可溶性岩石分布地区，能量很小。



【水库地震】 earthquake due to reservoir filling 由于水库蓄水诱发的地震。水库蓄水引起地震的原因，可能是由于这些地区地质构造原来就有发生地震的潜在因素，蓄水后改变了地应力条件和介质性质，导致了地震的发生，我国广东省河源县新丰江水库 1959 年蓄水以来常有地震发生就是一例。水库地震一般不大，目前还没有超过 6. 5 级的，但由于它有时可能破坏水库，造成危害，因此需要重视。



【诱发地震】 induced earthquake 指人类活动而导致发生的地震。现已发现由于水库蓄水、油井注水、地下核试验等影响，可以导致一系列较小的地震连续发生。



构造地震

【冲击地震】 impact earthquake 由于受到突然冲击而产生的地震。洞穴塌陷、山上的土石崩落、地层滑动或陷落、矿井的坍塌以及陨石坠地等的冲击，都可以引起地震。

【火山地震】 volcanic earthquake 火山活动引起的地震。可以是火山爆发产生的震动；也可能是火山活动引起构造变动，造成地震；或者是构造变动引起火山喷发，同时发生地震。因此，火山地震与构造地震也有密切关系。这种地震为数不多，强度一般较小。

【A 型火山地震】 volcanio earthquake of A type 指火山及其附近所发生的震源深度为 1—10 公里的地震。它的发生与火山的喷发活动的直接关系虽然尚不明确，但与地下岩浆，气体状态的变化所产生的地应力分布的变化是有密切关系的。

【B 型火山地震】 volcanic earthquake of B type 指集中发生在活火山口附近狭小范围内，震源深度浅于 1 公里的浅源地震，称 B 型火山地震。由于震源较浅，面波极为明显，初动及 S 波则不明显。

【潜火山地震】 crypotovolcanic earthquake **指岩浆冲至接近地面的地带，但未能喷出时所产生的地震。**

【震源】 seismic focus，hypoeentre **地球内部发生地震时振动的发源地。通常指地震发生时，地下岩石最先开始破裂的部位。从微观来看，震源是首先发出地震波的地方；从宏观来看，震源是指地壳中大量释放地震能的部位。**



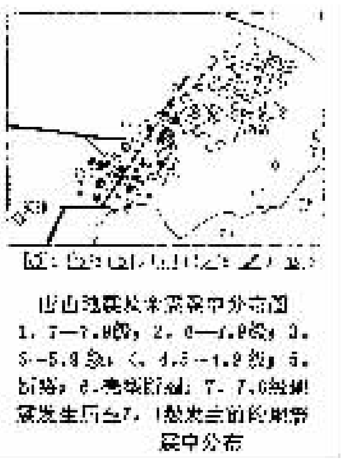
【人工震源】 artificial hypocentre，artificiai seismic source **人为因素引起的地震的发源地，如地下爆炸的场所。**

【震源区】 focal area，hypoentral region **同一地震序列的震中分布范围。它们的分布受地下发生地震的地质构造控制，如唐山大地震及其余震震中表现出密集于一狭长地带的特点，与地下的活动断裂带一致。**

【震源距】 focal distance，focal length **观测点到震源的距离。**

【震源深度】 focal depth，focus depth **指震源到地面的垂直距离（h）。震源深度在 70 公里以内的浅源地震占全球地震的百分之九十以上。迄今测到的最深震源深度为 720 公里。**

【震源体积】 focal volume，hypocentral volume **地震时能够释放出地震能量的岩石总体积。地震能量的大小不仅取决于震源体积的大小，而且取决于震源体积内单位体积所积累的应变能。**



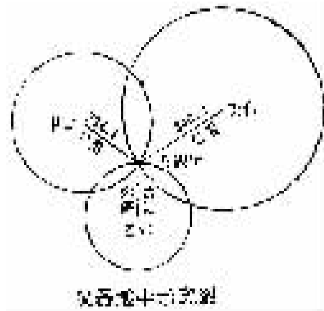
唐山地震及余震震中分布图
1. 7—7.8级；2. 6—6.9级；3. 5—5.9级；4. 4.5—4.9级；5. [illegible]；6. [illegible]；7. 7.0级以上[illegible]
[illegible]震中分布

【震中】 epicentre **原则上是指震源在地面上的垂直投影位置。有两种确定震中位置的方法：按地震破坏的程度确定震中位置，是把破坏最厉害的地方定为震中，称宏观震中；用仪器测定的震源在地面上的投影称为微观震中，又称仪器震中。由于震源区的物理状态和地震区的地质条件等因素的影响，地面上破坏最大的地点不一定正好位于震源的正上方，因而宏观震中不一定与微观震中重合。**

【宏观震中】 macroscopic epicentre 根据地震在地面造成的破坏情况确定的震中。为极震区的几何中心。

【微观震中】microscopic epicen－tre 又称仪器震中. 是根据地震仪所作记录求出的震中，常位于极震区的边缘，有时还在极震区之外。

【仪器震中】in strumental epicen－tre 即“微观震中”，因系根据地震仪观测记录算出的震中，故名。



【震中对点】 anticentre，anticentre of earthquake 又称震中对□点，即地球另一面与震中相对的一点。

【震中对瘭点】 anticentre 即“震中对点”。

【震中距】 epicentral distance 观察点到震中的地球球面距离称为这一点的震中距（△）。有时以长度来表示（公里数）；有时用它对应的地心张角度来表示，1°约等于 110 公里。根据震中距离大小，可将地震分为地方震（△≤100 公里）、近震（100 公里≤△≤1000 公里）和远震（△□1000 公里）。

【震中迁移】 epicentre shift，nigration of epicentre 也称地震迁移。在同一地震带内，一次强烈地震后，下次强烈地震的震中，总是要移到别的位置，并常有一定的方向性和次序，这种现象称震中迁移。这种移动是受地质构造控制的表现，因此它的迁移常与构造方向一致，是有规律可寻的，但也有一些地区的震中迁移现象并不明显。图中表示 1920 年甘肃省海原（现归宁夏）大地震以来震中迁移的情况。

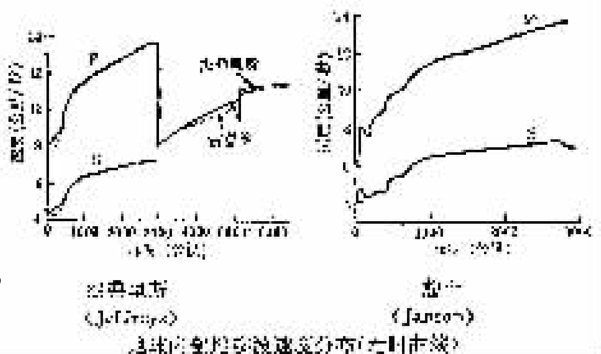


【地震参数】 seismological parameter 又称震源参数。指表示地震基本性质的数据，包

括地震的震中位置（用经纬度表示，经度 λ 纬度 φ、震源深度 h（常用公里表示）、发震时刻 O（常用国际标准时间或地方时间表示，我国用北京时间）和地霹能量 E（或地震震级 M）为地震的基本参数。

【震源参数】 focal shock parameter 即“地震参数”。

【地震波】 seismic wave 地震发生时产生的波动。它以弹性波的形式从震源向四面八方传播。由于地球内部物质不均一，地震波的传播途径是一条很复杂曲线，其传播速度与地球内部物质的密度和弹性有关，一般随深度的增加而加大。地震波常分为两大类：在地球内部传播的称为体波；沿地面（界面）传播的称为面波。体波按其介质质点的振动方向与波的传播方向关系又分为纵波和横波。面波又分为瑞雷波和拉夫波。详见“地球物理学”部分。



【走时】 travel－timee 地震波从震源传到观测点所经过的时间。地震纵波和横波传播的速度不同，同一距离传播时间也不同。传播时间的长短，还受到所经之处的物质组成情况的影响，准确地测出走时，对研究地震有重要意义。

【走时差】 travel－time difference 地震纵波和地震横波从震源传到观测点时间先后相差的数值（用分、秒计算）。观测点距离震源愈远，走时差愈大；在接近震源的地方相差很小直至难以分辨。走时差是测定震中位置等地震参数的重要资料。

【地震走时曲线】 travel－time curve 又称时距曲线。表示地震波传播的距离与传播所需要的时间之间的关系曲线。如果把它们以表格形式表示出来，称走时表。可以根据各个地震台的地震图资料，利用统计方法绘制出走时曲线。最早是由杰弗里斯（Jeffreys）和布伦（Bullen）作出了 P、S 波从表面震源到 700 公里深震源的各种走时曲线。称 J—B 走时表，目前仍在采用。

【地震走时表】 travel－tirae table 用表格形式表现的地震走时曲线。反映地震波传播的时间及在这段时间内经过的距离之间的关系，一般用地震波的走时、纵波与横波的走时差和震中距等数字来表示。

【影区】 shadow zone 地震波在地球内部传播时，由于地核的存在，使地震波发生折射和反射，地面一部分地区，记录不到直接到达的地震纵波和横波，这种地区称为影区或称阴影区。

【阴影带】 shadow zone 即“影区”。

【地震波衰减】 attenuation of seismic wave 地震波在传播过程中随着距离和深度的增加，能量不断消失，这种现象称为地震波衰减。体波的衰减速度大于面波。

【地震强度】 earthquake strength ❶指地震能量的大小，用震级来表示。❷指地震影响的大小，用烈度来表示。它不但和地震能量有关，而且和震中距离，震源深度、地质条件等因素有关，

【震级】 magnitude of earthquake，earthquake magnitude 表示地震本身大小的等级划分，与地震释放出来的能量多少相关。震级的标度最初是美国地震学家里克特（C. F. Richter）于1935年研究加里福尼亚地方性地震时提出的，规定以震中距100公里处“标准地震仪”（或称“安德生地震仪”，周期0. 8秒，放大倍数2800，阻尼系数0. 8）所记录的水平向最大振幅（单振幅，以微米计）的常用对数为该地震的震级。例如，水平向最大振幅为10毫米即10000微米时，其常用对数为4，此地震的震级即为4级；如为1微米，则该地震为零级。后来发展为远台及非标准地震仪记录经过换算也可用来确定震级。按照作为计算依据的地震记录的不同，又有面波震级（M_s），体波震级（M_B）、近震震圾（M_L）等不同类别。彼此之间也可以换算。由于地球的强度是有限的，所能积蓄的地震能量也是有限的，因此地震的震级也不会无限大，用里克特的测算办法计算，目前已知的最大地震还没有超过8. 9级的；最小的地震则已可用高倍率的微震仪测到 -3级，按震级的大小又可划分为超微震、微震、弱震（或称小震）、强震（或称中震）和大地震等。

【超微震】 ultramicroseisms 震级小于1的地震，这一类地震人们不能感觉只有用仪器才能测出。

【微震】 mioroseisms 震级大于1小于3的地震。这一类地震人们不能感觉，只有靠仪器才能测出。

【小震】 small seisms 又称弱震，即震级大于3小于5的地震。这类地震人们可以感觉，故也称有感地震，但一般不会造成破坏。

【中震】 middle seisms 也称强震，即震级大于5小于7的地震。这类地震可以造成不同程度的破坏。

【大地震】 great earthquake，major earthquake 一般将震级为七级及七级以上的地震称为大地震。它不是严格的科学概念，也有将八级以上的地震才称为大地震。

【面波震级】 surfgee wave magntiude 指根据面波计算出来的震级，以符号Ms表示，是通用的震级。我国规定以它为标准，国外报导的地震震级一般也为面波震级，常用M来表示，计算公式为：

$$Ms = \log\left(\frac{A}{T}\right)_{最大} + \sigma\ (\Delta) + C$$

式中，A 为面波水平方向最大地动位移（以微米计），T 为与 A 相应的周期（以秒计），σ（Δ）为面波震级量规函数，C 为观测台站的校正值。

【体波震级】 body wave magni－tude 根据体波计算出来的震级。由 B. Gutenberg 和 C. F. Richterl956 年提出，是以地动时体波（P 波、PP 波、S 波）波群的运动能量来表示地震规模大小的标准。常用 m 或 M_B，表示. 计算公式为 $M_B=\log(A/T)+Q(\Delta, h)+S$，式中 A 为地动波群的最大振幅的地动位移（单位微米）；$T_{(sec)}$ 为体波周期（以秒计），Q（Δ，h）为体波震级起算函数；S 为观测分站的校正值。

【里氏震级】 Richter scale 现在人们所使用的震级概念和计算的原理，是地震学家里克特（C. F. Richter）首先提出来的，故国际上称为里氏震级。

【近震震级】 near earthquake magnitude 震中距在 100—1000 公里范围内的地震叫近震，根据近震体波算出的震级称近震震级。常以 M_L 表示。计算公式是 $M_L=\log A_\mu+R(\Delta)$，式中 M_L 为用体波测定的近震震级，A 为水平方向的最大地动位移（微米），R（Δ）为震级量规函数。

【地震序列】 seismic sequence 发生在同一地质构造带上（广义的）或同一震源体内（狭义的）具有成因联系的一系列地震，称为地震序列。在一个地震序列中，如果有一次地震特别大，即称为主震。主震之前发生的地震称前震，主震以后发生的地震称余震。

【前震】 foreshock 一个地震序列中，发生在主震之前的地震，参见“地震序列”。

【主震】 main shock 一个地震序列中，能量最大的一次地震，参见“地震序列”。

【余震】 aftershock 一个地震序列中，发生在主震以后的地震。从总体来看，表现出逐渐减弱的趋势，参见“地震序列”。

【地震序列类型】 seismic sequence type 按照地震序列中地震能量的分布、大小地震的比例和地震的时间、空间活动特点等，将地震序列划分为若干类，称为地震序列类型。我国强震序列一般划分为三个基本类型：主震型、震群型和单发型（孤立型）。

【余震序列】 aftershock sequence 主震后发生的一系列余震称余震序列。可以长达数年，总的趋势是地震活动性逐渐减弱，但其间也有加强甚至很强烈的时候。研究余震序列，对预防余震可能造成的危害及认识地震机制和了解地球内部状况都有重要意义。

【单发型地震】 又称孤立型地震。前震、余震都很稀少，且与主震震级相差非常大的地震序列。整个序列的地震能量基本上通过主震一次释放出来。这类地震比较少见。

【震群型地震】 swarm－type earthquake 由多次震级相近的地震组成的地震序列，没有突出的主震。1966 年我国邢台地震即属此类。

【主震型地震】 main shock type 主震震级突出，有很多余震的地震序列。是一种最常见的地震序列类型，主震释放出的能量占全系列总能量的绝大部分。有的主震前有明显的前震活动，地震活动区较集中。近年来我国海城、唐山等地震均属此类型。图为海城主震及一部分余震震中分布图。



【地震群】 earthquake swarms 一大串程度不等的小地震，而且其中没有特别大的，也无增强和减弱的趋势，称为地震群或震群。

【浅源地震】 shallow－focus earthquake 震源深度在70公里以内的地震。它发震的频率最多，对人类的影响也最大，若以释放的能量多少来比较，百分之八十五是浅源地震。在大陆上，浅源地震占百分之九十五以上，因此地震灾害主要由浅源地震造成。

【中源地震】 intermediate－focusearthquake，intermediaie－focusshock 震源深度在70至300公里之间的地震。百分之九十以上的中源地震发生在环太平洋地震带上，一般不造成灾害。

【深源地震】 deep－focus earthquake 震源深度超过300公里的地震。大多分布在太平洋一带的深海沟附近，但又相隔有一段距离。1934年6月29日发生于印度尼西亚苏拉威西岛东边的6. 9级地震，震源深度达720公里，是已知震源最深的地震。深源地震即使震级很高，一般也不会造成灾害。

【海震】 seaquake 震中位于海洋的地震。可产生海啸，但很多时候并不产生海啸。由于海水不能传播横波，因此海震时在海面上盛受到的震动，仅是纵波的冲击，当冲击力量大到一定程度时，才能使船上的人有触礁的感觉。

【陆震】 continental earthquake 震中位于大陆的地震。因地震纵波与横波都传到地面，破坏性一般比同样大小的海震要强；加之多为浅源地震，陆地又为人类生活栖息的基地，因而震级不高也能造成灾害。

【地方震】 local earthquake 又称本地地震。震中与观测点相距不到110公里时，此地震就观测点而言，称为地方震。

【近震】 near earthquake 观测点与震中之间的距离小于1000公里，但大于110公里时，此地震就测点而言，称为近震。

【远震】　distant earthquake，teleseism　观测点与震中之间的距离超过 1000 公里时，此地震就观测点而言，称为远震。

【无感地震】　non－inductive earthquake，unfelt earthquake　指在震中区人虽不能感觉出来但在地震仪上有记录的地震。

【有感地震】　felt earthquake　指在震中区人能感觉出来的地震。

【破坏性地震】　destructive earthquake　在震中区能够造成破坏的地震，震中烈度在七度以上。一般震级达到五级的浅源地震即可造成破坏。

【地震烈度】　intensity，earthquake intensity，seismic intensity　地面及房屋建筑遭受地震影响破坏的程度。同一地震发生后，不同地区受地震影响的破坏程度不同，地震烈度也不同，受地震影响破坏越大的地区，地震烈度越高。判断烈度的大小，是根据人的感觉、家具及物品振动的情况、房屋及建筑物受破坏的程度以及地面出现的破坏现象等。影响地震烈度大小的有下列因素：①地震等级、②震源深度、③震中距离、④土壤和地质条件、⑤建筑物的性能、⑥震源机制、⑦地貌和地下水位等。例如，在其他条件相同的情况下，震级越高，烈度也越大。多数浅源地震的震中烈度与震级的关系如下表：

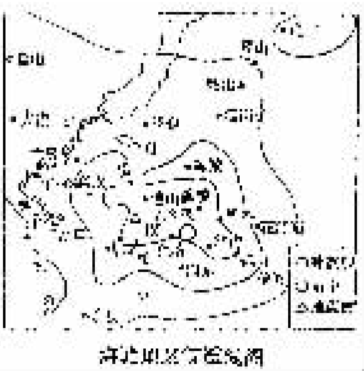
震级	2	3	4	5
震中烈度	Ⅰ—Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ—Ⅴ	Ⅵ—Ⅶ
震级	6	7	8	8—8．9
震中烈度	Ⅶ—Ⅷ	Ⅸ—Ⅹ	Ⅺ	Ⅻ

【地震烈度表】　earthquake intensity scale，seismic intensity scale　把人对地震的感觉、地面及地面上房屋器具、工程建筑等遭受地震影响和自然破坏的各种现象，按照不同程度划分等级，依次排列成表，称为“地震烈度表”，目前，世界上烈度表的种类很多，以十二度较普遍，此外尚有七度表（日本）和十度表等。我国是采用十二度表。

烈度	现　　象
Ⅰ度	人无感觉，仪器能记录到
Ⅱ度	个别完全静止中的人感觉到
Ⅲ度	室内少数人在完全静止中能感觉到。
Ⅳ度	室内大多数人感觉，室外少数人感觉；悬挂物振动，门窗有轻微响声。

烈度	现　　象
Ⅴ度	室内外多数人有感觉，梦中惊醒，家畜不宁，悬挂物明显摆动，少数液体从装满的器皿中溢出，门窗作响，尘土落下
Ⅵ度	很多人从室内跑出，行动不稳，器皿中液体剧烈动荡以至溅出，架上的书籍器皿翻倒堕落，房屋有轻微损坏以至部分损坏。
Ⅶ度	人从室内匆忙跑出，许多房屋损坏以至少数破坏，土中产生裂缝。
Ⅷ度	人很难站住，房屋损坏或破坏，工厂烟囱损坏，地面裂缝，喷出夹泥沙的水，常有滑坡、山崩。
Ⅸ度	许多房屋破坏，少数倾倒，工厂烟囱破坏，地裂缝多，绵延很长，很多滑坡、山崩，常有并泉干涸或新泉产生。
Ⅹ	许多房屋倾倒，工厂烟囱大都倒塌，地裂缝宽几十厘米，裂缝带可绵延数公里，个别情况下岩石中有裂缝，道路变形
Ⅺ	房屋普遍破坏，路基大段破坏，大量铁轨弯曲，地下管道完全不能使用，地面除许多裂缝外，大规模滑坡、山崩，地表产生相当大的垂直和水平断裂
Ⅻ	房屋及其他建筑物普遍破坏，山崩地裂，地形改观，由于滑坡山崩等影响，动植物遭受毁灭。

【同震线】 coseismal line **一次地震中，地震波同时到达的各点的联线。**



【等震线】 soselsmal line **同一地震具有相等烈度的各点的联线或不同烈度区的分界线。由等震线组成的图件称“等震线图”。等震线图在地震工作中用途很多：利用等震线图，可确定宏观震中和估计震源深度；据此可以了解一次地震中各地地面烈度的变化，确定宏观震中的位置、根据震中区的形状可推断产生地震的断层走向等。**

【绝对烈度】 absolute intensity **指用有绝对数值的物理量来表示的地震烈度。目前主要是用地震时地面在水平方向的最大加速度来表示。但实际上地面受到地震影响的程度，并不**

能简单地用水平加速度全部表示出来，因此如何准确地测定地震的绝对烈度，尚在探讨中。



【日本地震烈度表】　Japanese seismic intensity scale　日本根据本国情况制订的地震烈度表。在制订时除根据宏观地震现象外，还考虑了地震时地面的最大水平加速度。日本地震烈度表划分为从零度到七度的八个等级（如下表），和一般划分为十二个等级差别较大。

【地震烈度异常】　abnormal intensity　一般情况下，地震烈度应随震中距离的增加而渐减，但由于地质构造、土质、地形等因素的影响，有时在低烈度区中会出现高烈度点，或在高烈度区中出现低烈度点的异常现象，称为地震烈度异常。

【震中烈度】　epiceniral intensity　震中区的烈度。根据震中烈度可将地震分为无感地震、有感地震、破坏性地震。

烈度	名称	说　　明	加速度厘米/秒
0	无感觉	人无感觉，地震仪可以记录到	<0. 3
Ⅰ	微震	静止的人或对地震特别注意的人能感到有地震	0. 8—2. 5
Ⅱ	轻震	多数人可感到，屏风仅有轻微的震动	2. 5—8. 0
Ⅲ	弱震	房屋摇动，屏风卡卡响，电灯等垂吊物在摇动，容器内水面发生波动	2. 0—25. 0
Ⅳ	中震	房屋强烈摇动，放置不稳的花瓶等倾倒，器内水外溢，行人有感，人逃屋外	25. 0—80. 0
Ⅴ	强震	墙壁裂缝，墓碑、石灯笼倒塌，烟囱毁坏	30. 0—250
Ⅵ	烈震	房屋倒塌30%以下，山崩、地裂，多数人无法站立	250—400
Ⅶ	激震	房屋倒塌30%以上，山崩、地裂、有断层发生	>400

【地震频度】　seismie frequency　在单位时间内地震活动的次数。它是地震活动性的标志之一。各级地震每年的频度分别为：

地震震级（M）	地震频率（N）
>9	0
8．0—8．9	1
7．0—7．9	18
6．0—6．9	120
5．0—5．9	800
4．0—4．9	6200
3．0—3．9	49000
<3	4950000

通常是，震级每降一级，地震发生次数约增大八倍。

【地震效率】 seismic efficiency 一次地震中地震波放出的能量在整个应变能中所占的比例。

【地震加速度】 earthquake acceleration 地震时地面运动的加速度。可以作为确定烈度的依据。在日本地震烈度表中即包含有与每一烈度相当的地震加速度值。地震加速度值为 2.5—8 厘米/秒^2 时，多数人可以感到，达到 25—80 厘米/秒^2 时，房屋强烈摇动。

【地震效应】 earthquake effect 地震产生的影响。包括原生的影响，如地层断裂位移、地面隆起及下陷等地下岩石破裂所直接造成的影响；还有次生的影响，主要是地震波传播时地面振动所产生的影响，如房屋因振动而破坏倒塌、山崩、海啸等。一部分地震效应需用仪器才能观测到，称微观地震效应，不用仪器就能观察的称宏观地震效应。图为唐山地震造成的房屋倒塌等情况。



【宏观地震效应】 macroseismic cffect 指不用仪器就可以观察到的地震所产生的影响。

【微观地震效应】 microseismic effect 指需用仪器才能观测到的地震效应。

【地震前兆】 premonitory symptcms 地震的发生，一般是地壳中岩石长期受力逐渐变形直至破裂的结果。它有一个演变过程，濒临破裂之前，会产生许多相关的现象，预示地震将要到来，这些现象被称为地震前兆。目前已经发现的地震前兆有：地应力与地形的异常变化；微小地震的频繁出现；地表发生大面积升降和水平移动；断层的相对位移；地下水的突然涨落及其物理性质和化学成分的变化、地磁、地电、重力等出现异常、地声、地光的出现；生物表现反常；气象的异常变化等。

【宏观前兆】 macroscopic premonitory 地震前人的感觉器官能够直接察觉的一些震前

征兆。例如井水变混浊、冒泡、翻花、升温、变色、变味、陡涨、陡落；泉水突然枯竭或涌出；动物表现异常；天气骤冷或骤热，大风、暴雨、大雪；地下发出奇异的响声；天空出现奇特的亮光或彩云等，统称为宏观前兆。

【微观前兆】 microscopic premonitory 地震前人类不能感觉到的小的地震活动。如地壳形变，地面倾斜，海平面的升降，地下水化学成分的变化，地震波传播速度的变化，地应力、地磁、地电、地温和重力等地球物理场的变化等。须用仪器和长期监测才能察觉到的变化统称微观前兆。

【地震云】 seismic cloud 地震发生前出现的形象奇特的云彩。有人认为与地震有关，是地震的前兆。日本有较多的观测记录，是正在探索的一种自然现象。

【地光】 earthquake lightning，luminescence 由于地震活动而产生的发光现象，常在临近强烈地震发生时出现。有的为大面积笼罩地面，有的呈条带状的闪光，有的如火球成串升起。其颜色以白中发蓝似电焊火光者居多，红色、黄色及其他颜色的也有。


地光

【地声】 earthquake sound 地震时或临震前在地下发出的声响。常如闷雷声、载重车通过声、风声及金属碰撞声等等，自远而近，一般在震中区听到地声时，震动随之发生。

【地炮】 seismic bembing 地震区在强烈地震后出现的从地下喷出气体发出爆裂声的现象。它具有相当大的冲击力量，可以把地下的土块崩起，在夜晚出现时具有火光。1975 年 2 月 4 日我国辽南地震后的一段时期内在平原地区就出现了这种特殊现象。

【震后效应】 after effect 地震是地下的岩石破裂或沿原有断裂面发生位置错动。在一次大地震后，地下岩石的产状发生剧烈的变化，需要重新调整以达到新的平衡，这时还会继续产生一系列小的破裂和位移，地壳中的应力状态也继续在变化，因而在大地震后还会发生一系列余震；地下水及地形变化和其他地球物理场都还会有不同于平常的变化。这些变化有时和地震的前兆很相似，但反映的地震趋势相反，统称为震后效应，简称后效。

【地裂缝】 ground fissure 地震在地面上所造成的裂隙。大都发生在现代松散沉积物中，大小长短不一，常有规律地排列，有时密集成具有一定方向的裂隙带。在低洼地区沿这些裂隙带常有喷沙冒水的现象，持续相当长的时间，形成一连串小型沙丘或小型沙梁。这些裂隙的产生有的明显受地形控制，有的与构造活动有关。



【砂土液化现象】 liquefaction of fine sand layers **在强烈地震中，地下砂土层表现为液体性质的现象。可使地基软化，建筑物因而倒塌；大量砂土还可从地下如泉水涌出，在地面堆积成丘；另一方面则使地下某些部位空虚，地面因而沉陷。产生液化现象的原因，一般认为是当砂土层中发生振动时，振动使砂粒趋于紧密，砂粒间的地下水受到压缩，但水是不可压缩的，因而表现为水压力增大，即振动转换成了水的压力，此时由于重力作用而产生的垂直应力相应地减小，当水压力增大到使垂直应力等于零时，砂土层就完全表现为液体状态。这种现象多出现在河边、海滨含水的细砂层中。**

【地震海啸】 tsunami **由于地震而产生的海啸。一般都发生于深海沟一带，但这并不是这里发生地震就会出现海啸；还由于地震时海底地形有较大的起落升降，海水向突然变得低洼的地方涌去再返回海面，于是形成一种波长特别长的波浪，其波长一般达到** 100 **至** 1000 **公里；振动周期也很长，约为** 15 **分钟到** 1 **小时。在开阔的大洋中，这种波浪不明显，高度很小，但到接近海岸时，由于海底变浅，波浪受阻变高，能量集中，可以冲上陆地造成灾害。它的传播速度很快，随水深的增加而增加，有如下的关系式：**

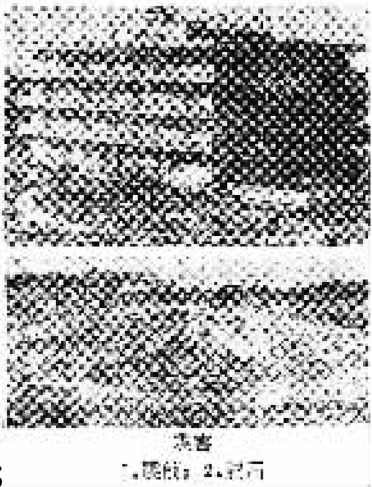


传播速度 $=\sqrt{\text{重力加速度}\times\text{海水深度}}$ **在太平洋中传播时，每小时可达** 700—800 **公里，浪高有的达到** 10 **米以上。因此在南美洲附近发生的地震海啸也可很快危及日本、夏威夷等地。日本沿海受海啸的影响有时竟把巨大的船只推向陆地达** 40—50 **米之远，甚至压倒了居民房屋，如图。**

【地震湖】 seismic lake **因地震影响而造成的湖泊。有三种类型：①由于地震引起山崩堵塞河道成湖；②由于地震引起溶洞等暗藏洞穴塌陷，蓄水成湖；③由于地震时地面形变，局部地区地势下降较多，形成洼地蓄水时成湖。图为** 1933 **年迭溪地震时发生山崩，崩落的山石堵塞了岷江形成的堰塞湖。**



【震害】　earthquake catastrophes　**又称地震灾害。即地震对人类造成的灾害。震害与烈度、震级有联系，但又有区别，主要着眼于地震对人民生命财产和工农业生产所能造成的破坏。现有人用建筑物的破坏程度作为“震害指数”来表示震害的程度。下图为非洲阿加迪尔地震后萨达大旅馆受到的破坏。**

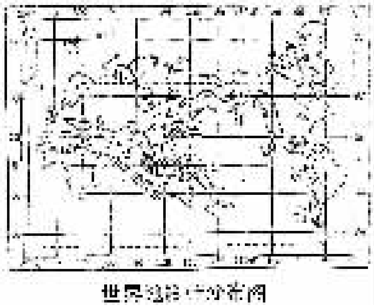

震害
1.震前；2.震后

【地震区划】　seisinic zoning，seismological zoning　**根据不同地区可能遭到的地震危险程度作出的划分。通常用最近若干年内可能发生的最大地震的烈度来表示可以据此采取相应的防震抗震措施。通过地震地质的研究及对这个地区历史上的地震活动进行科学分析，是目前进行地震区划的基本方法。**

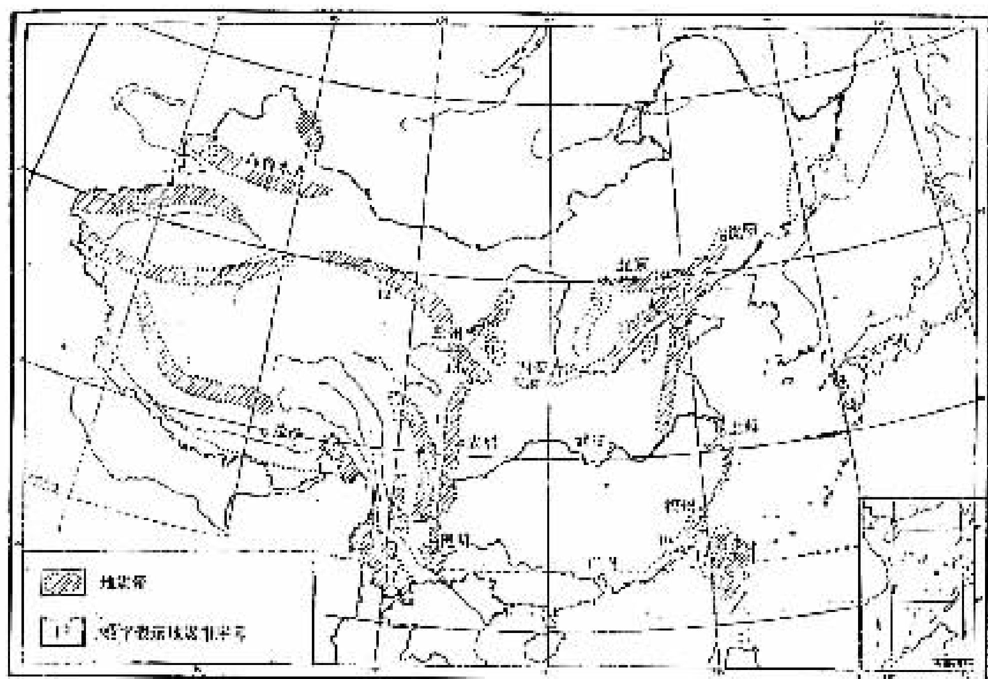
【地震期间】　earthquake ’ s period　**一个地区持续感受到地震的振动，没有长的间歇平静时间。这段时间即称地震期。**

【地震区】　seismic area，seismic region　**❶即地震带；❷指地震发生时受到重大影响的地区。**

【地震带】　seismic belt　**地震震中分布集中的地带。一般是活动性很强的地质构造带。从世界范围看，环太平洋一带和从印度尼西亚向北经缅甸、喜马拉雅山、中亚细亚到地中海是两个最显著的地震带，称“环太平洋地震带”和“喜马拉雅—地中海地震带”。近年来发现大洋中的海岭也是地震经常发生的地带，不过海岭上的地震强度较前两个地震带弱。我国地处全球性的两个大地震带之间，是一个多地震的国家。**


世界地震分布图

【中国地震分布图】　seismic belts map of China　**我国地震带的划分，由于不同学者对我国的地质构造的认识不完全一致，所以其具体划分亦略有出入。中国科学院地球物理研究所究划分为 22 个地震带，如图（一）。中国地质科学院地质力学所，根据我国地质构造特征，运用地质力学观点初步划分 20 个地震带，如图（二）。**



中国地震分布图（一）

1.郯城—庐江带，即从安徽庐江经山东郯城至东北一带；2.燕山带；3.山西带；4.渭河平原带；5.银川带；6.六盘山带；7.滇东带；8.西藏察隅带；9.西藏中部带；10.东南沿海带；11.河北平原带；12.河西走廊带；13.天水—兰州带；14.武都—马边带；15.康定—甘孜带；16.安宁河谷带；17.腾冲—澜沧带；18.台湾西部带；19.台湾东部带；20.滇西带；21.塔里木南缘带；22.南天山带；23.北天山带

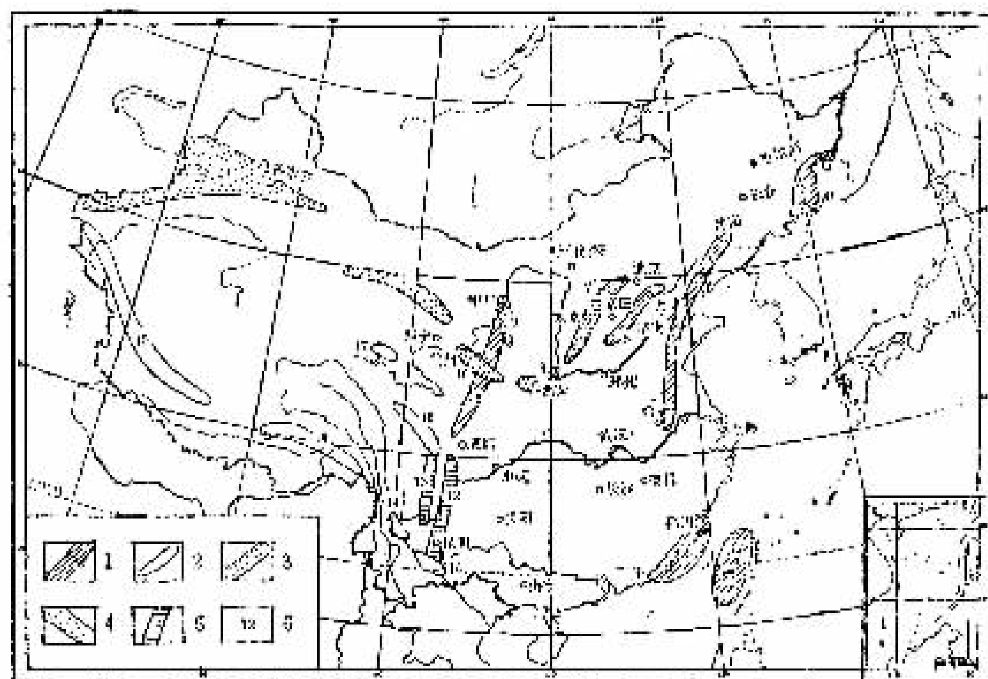
【无震区】 aseismic region **相对于地震区来说，地壳稳定，不易发生地震的地区。**

【有感地震区】 area（belt）of per ceptibility **在一次地震中，不用仪器观测而能感觉到地震的区域。**

【极震区】 meizosiesmal area **指一次地震中烈度最高的地区，即震中区。**

【震中区】 epicentral area **宏观震中附近最内圈的等震线所包围的地区称震中区，通常即指极震区。**

【地震宏观调查】 macroseismic investigation **在地震现场对人所能直接感觉到的地震现象，包括地震在地面所造成的破坏和影响所进行的实地调查。如调查建筑与工程的损坏、地质构造的活动、地貌地形的变化、井泉的变异、地裂和喷沙冒水、山崩和滑坡、湖潮与海啸、人的感觉与生物的反映等，均属地震宏观调查的范畴。根据地震宏观调查可以确定地震烈度、绘制等震线图、确定宏观震中位置等，对于了解地震的成因和各种建筑物的抗震性能具有重要意义。**



中国地震分布图（二）

1.台湾带；2.闽粤沿海带；3.东北深震带；4.营口—郯城—庐江带；5.河北平原带；6.海原—松潘—雅安带。以上六个地震带属新华夏构造体系。见图例1。7.山西带。8.渭河平原带；9.银川带；10.兰州—天水带；11.河西走廊带。以上五个地震带属祁吕贺“山”字型构造体系。即图例3。12.马边—巧家—通海带；13.冕宁—西昌—鱼鲊带。以上两个地震带属经向构造体系的川滇南北构造带。见图例5。14.腾冲—澜沧带；15.哀牢山带；16.炉霍—乾宁带；17.花石峡带；18.拉萨—察隅带；19.西藏西部带。以上六个地震带属于青藏滇缅印尼“歹”字型构造体系。即图例2。20.天山带。可能属于[illegible]字型构造体系。即图例4。图例6为地震带编号

【地震台】 seismic－station 又称地震台站或地震观测台等。装置有地震仪器专门从事观测记录地震现象的场所，并有为地震预报而设置的其它观测记震前兆的仪器。

【地动仪】 Chang’s seismoegraph 公元132年我国科学家张衡发明的世界上最早的观测地震的仪器。形似酒坛，用精铜制成，仪器中心设有一个“都柱”（中枢机械），四周装有八个按杠杆原理构制的机关，其外表装饰为龙形，每条龙口内含有一铜球，下面各有一蛤蟆张口承接。当某一方有地震发生时，由于地震波的冲击，立杆失去平衡，侧向地震波传来的方向，触发这一方向的机关，使龙口张启，龙口内的铜球落入蛤蟆口中，便测知这一方向发生了地震。


地动仪

【验震器】　seismoscope　是能够显示地震的发生但不能作出记录的仪器，我国汉代张衡所做的地动仪即属此类。

【地震计】　seismometer　能够记录地震，并有已知物理常数的地震仪。可以根据所作地震图计算地面运动的实际情况。一般又常将验震器称地震计。

【地震仪】　seismograph　用来记录地震时地面质点运动的位移、速度和加速度的各种仪器。通常使用的是记录地面质点位移的地震仪，一般由拾震器（摆）、放大器、记录器三部分组成。拾震器有水平的、垂直的两种，分别接受地震时地面的水平振动和垂直振动。仪器牢固地设置在地基上，地震时随地面一起振动，由于摆的重锤的惯性，则产生相对于其他部位的差异运动，由此反映出地面的振动。放大器用机械的、光学的或电子的方法将这种相对运动加以放大，随之用记录器的记录笔、照象或磁带等方式连续记录下来，在记录纸上留下一条锯齿状曲线，称为地震图或地震谱。记录器还附有时间讯号装置以确定地震波到达的时刻。地震仪类型繁多，灵敏度的范围也很宽。现代地震仪可分三类：短周期地震仪、长周期地震仪和宽频带地震仪等。按其放大倍数可分为万倍级、千倍级、十倍级和几倍级。现代化的精密地震仪可测到振幅仅百分之几微米的振动。

【地球物理场观测】　geophysical observation，gecphysical field ob－servation 利用各种仪器对地球各种物理场所进行的长期相对观测。根据近代观测研究，发现地震前地球的许多物理场（如地磁、地电、重力等）常有异常变化。因此观测这些异常变化是探索地震预报的重要途径之一。日前经常应用的有地磁测量、地电测量、重力测量等。

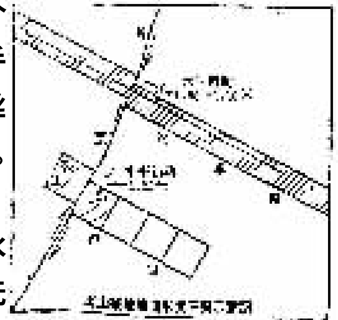
【地震图】　seismogram　地震仪的原始记录图。又称震波图、地震曲线图、地震谱、地震记录图等。是地震发生时地震仪中的记录器用记录笔、照像或磁带等方式将地震波连续记录下来，在记录纸上画出的锯齿状曲线。利用地震图可以确定地震的基本参数，研究各类震相的特征，揭示地震活动和地球的物理情况等。地震图的分析解释有下述多方面：基本震相辨认；地震基本参数的确定；地震活动的统计分析；震源力学情况的分析；震相运动学特征的研究以及新震相的研究等。

【震波图】 seismogram 即“地震图”。



【微震观测】 microseismic observation 对微小地震所进行的观测。一部分大地震发生前，该地区的局部地方先有一系列微小地震发生，利用各种手段观测这些微震的分布、频度和特征，分析其构造活动性，是地震预测的方法之一。

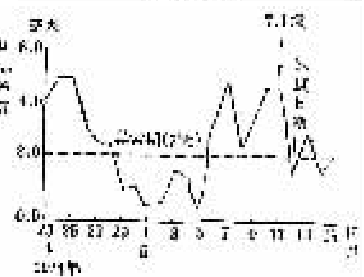
【地形变测量】 ground deformation measuremen 对一个地区地壳表面的相对变化进行的重复或连续观测。所采用的手段和仪器有：水准测量、三角测量、倾斜仪、伸缩仪、电阻丝应变仪、激光测距仪、测潮仪等。是对地震监测的一种手段。图示唐山地震后地形变情况。



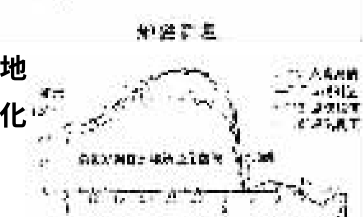


【无震地形变】 aseismic ground deformaticn 地面发生水平及垂直方向的位置移动，但并不产生震动，这种形变称为无震地形变；发生在断层两侧的称为无震断层位移。

【地磁测量】 magnetic measurement 利用各种磁力仪对地磁场变化进行的长期相对观测。地磁场变化的原因很复杂，地震发生前常有地磁异常出现，虽然相互间的关系还不十分清楚，但在实际应用中已可作为探索地震预报的方法之一，同时对发展地球科学也有积极的意义。图示1974年5月11日云南昭通地震前，从4月29日至5月5日地磁、日磁差值曲线图，据此所推算的发震日期与实际发震日期基本符合。

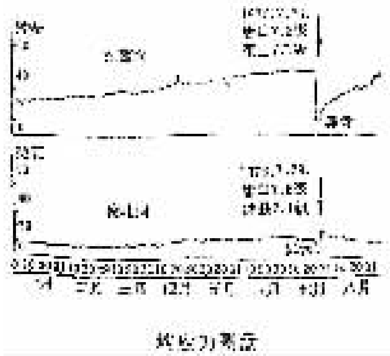


【地电测量】 geoelectrical survey 地下存在天然的弱电流，地壳两点间有电位差，称为自然电位。地电测量就是利用仪器对自然电位的变化所作的长期观测。在地震发生前常有自然电位差突然升降的异常现象，因此地电测量是预测地震的手段之一。图为1975年辽宁海城地震前后自然电场的变化曲线。





【地应力测量】 geostress survey 对地壳岩石内应力的大小和变化进行的实地测量。观测方法有多种，可分为绝对测量和相对测量两类：即用应力解除方法测得地应力的绝对值；还有不作应力的解除而观测其相对的变化量。地震是由于岩石受力破裂产生的，在地震前，震源区的地应力要增强，因此地应力测量是预测地震的重要方法之一。图为 1976 年唐山地震前后简易地应力仪观测到的地应力变化。反映了由地应力变化引起的元件电感变化曲线与地震的一种对应关系。

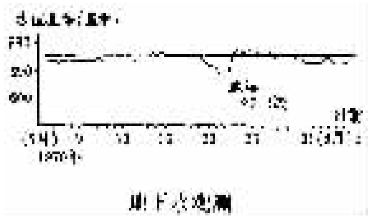


【应变分布图】 strain – release map 指地震时每一小区域内单位面积、单位时间中释放能量的平方根值分布图。

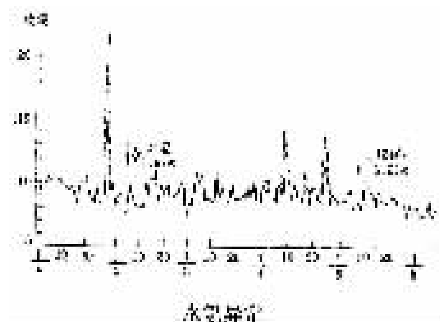
【断层位移测量】 fault displacement measurement 为确定一条断层现今是否仍有活动及其活动方式所进行的观测。通常是在断层两盘设置人工标志，使用测量学的方法或用电阻丝、连通管等各种机械的、电学的、光学的方法，长期连续地精密测量断层两侧的垂直位移和水平位移，来确定断层的活动情况。是对地震监测的一种手段。

【重力测量】 gravimetric survey，gravimeter survey 地震将要发生前，地壳岩石的形状和密度发生变化，从而引起重力异常。重力测量就是利用重力仪对地球重力场的变化所进行的连续观测，是预报地震的一种手段。

【地下水观测】 underground water observation 为进行地震预报，对地下水的水位升降、物理性质和化学性质等所进行的长期连续的观测。下图为 1970 年 5 月 25 日河北丰南县 5. 2 级地震前后，深井水位变化曲线。



【水氡异常】 radon anomaly　地下水中氡气含量的突然大幅度增加或减少。在多次大地震前已观测到这种现象，其原因可能是地应力的变化，引起从岩石中释放出氡气量的变化。水氡异常的观测是地震监测的一种手段。图中表示 1973 年 2 月 6 日四川炉霍 7.9 级大地震及松潘、马边等地临震前出现的水氡含量变化的异常曲线。



【生物异常观测】 observation of biogenic anoinaly　根据历史经验，地震前常有一些生物出现反常状态，引起生物反常的原因很多，但一部分反常现象确与地震即将发生有联系，对此进行观测分析，是预测地震的一种方法，称为生物异常观测。

【地震预报】 earthquake prediction　通过研究地震规律，观测地震前兆来预测预报地震发生的时间、地点和震级的工作称为地震预报。地震前兆的现象很多（参见地震前兆），但产生这些前兆现象的原因却很复杂，不能简单地把某种现象作为地震预报的根据，必须从地震、地质、地球物理、地球化学、天文气象等各方面进行精确的观测和深入的综合研究，揭示这些现象的本质和它们与地震的内在联系，从而寻找预报地震的可靠依据。目前作为地震预报手段的地震前兆观测有：地应力测量、地倾斜测量、地形变测量、断层位移测量、地下水观测、地球物理场观测、生物异常观测、微震观测、地声观测、地温观测以及地球自转速度不均匀性的地极移动、天文和气象异常的研究等。地震也和其他自然现象一样，有其自身的规律性，是可以认识和掌握的。1975 年 2 月 4 日我国辽宁省南部海城、营口一带，发生 7.3 级强烈地震，我国地震工作者事先作出了预报，说明地震是有可能预测的。

【地震预报三要素】 elements of earthquake prediction　什么地点将要发生地震？什么时间将要发生地震和这次地震的强度（震级）有多大？叫做地震预报的三要素。

【地震长期预报】 long－term pred－iction，long－range forecast　对若干年内某地可能发生地震所作的预报。

【地震中期预报】 medium－range fcrecast **对一、两年或几个月内某地将要发生地震作出的预报。**

【地震短期预报】 short－range forecast，short－term forecast **对某地几个月至几天内将要发生地震作出的预报。**

【临震预报】 impending earthqugke forecast **对某地在几天至几小时内将要发生地震作出的预报。**

【地震工程】 earthquake engineering **为了防御地震的突然袭击所采取的有关工程措施的总称。包括地震烈度区划的鉴定与划分；抗震建筑规范的正确制订与合理运用；结构设计与最佳周期的研究；建筑材料的选择和地震灾害与次生灾害的预防等。**

地球物理学

【地球物理学】 geophysics **应用物理学的理论和方法，研究各种地球物理场和地球的物理性质、结构、形态及其中所发生的各种物理过程的科学。狭义的地球物理学是研究地球固体部分的物理性质及其物理过程的科学，故又称固体地球物理学或大地物理学。它主要分为大地测量学、火山学、地震学、地电学、地磁学、地热学、重力学、大地构造物理学和应用地球物理学等几个分文。广义的地球物理学除研究地球固体部分外，还研究气象、水文、海洋、大气层和电离层的物理过程，有时还包括地球起源及其年龄的研究。近年来，地球物理学的研究范围进一步扩展到远离地球的高空层及日地之间的空间物理性质等。**

【地球椭球体】 Earth cllipsoid **绕椭圆的短轴或长轴而旋转的球体，称旋转椭球体，与地球的形状，大小近似的旋转椭球体叫作地球椭球体。地球椭球体的半短轴称短半径或极半径，以** b **表示；它的半长轴称长半径或赤道半径，以** α **表示。其扁率（**α**）的计算公式为：**

$\alpha = (\alpha - b) / \alpha$；

第一离心率 $e = \sqrt{(\alpha^2 - b^2)\ \alpha^2}$；

第二离心率 $e' = \sqrt{(\alpha^2 - b^2)\ \alpha^2}$

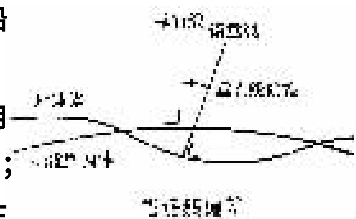
【旋转椭球体】 rotational ellipsoid **绕椭圆的短轴或长轴而旋转的球体，叫做旋转椭球体。观测结果表明大地水准面（**Geoid**）与旋转椭球体面非常接近，因此通常把地球近似地看成是旋转椭球体。在大地测量和重力测量的实践中，首先选择适当的旋转椭球体面，使其尽量地接近于大地水准面，再以此面作为参考面来确定大地水准面的起伏。根据** 1971 **年第** 15 **届国际大地测量和地球物理协会决议采用的数据，将地球近似地看作赤道半径（半长轴）为** 6378．160 **公里，极半径（半短轴）为** 6356．755 **公里的大地参考椭球体（**reference ellipsoid**）。**

【扁率】 flattening **地球旋转椭球体的参数。指旋转椭球体的长半径（或赤道半径）** α **与短半径（或极半径）** b **之差对长半径的比值，即** $\alpha = (\alpha - b) / \alpha$**。第** 15 **届国际大地测量和地球物理协会采用的数据为** $\frac{1}{298.25}$**，有人认为更精确的数据是** $\frac{1}{298.247167427}$ **（日本** 1976 **年理科年表）。**

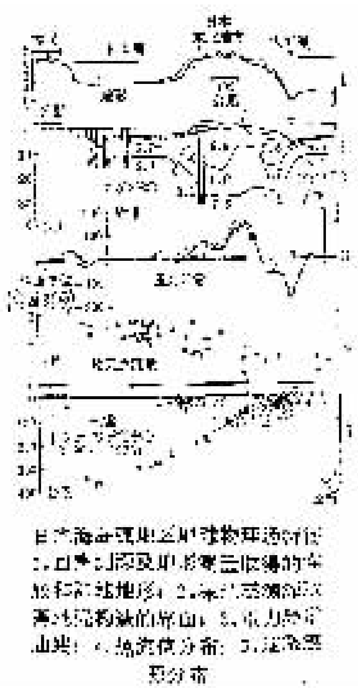
【椭率】 elliPticity **地球绕极轴的转动惯量（**c**）和绕赤道轴的转动惯量（**A**）之差对**

绕极轴的转动惯量（c）的比值$\frac{C-4}{C}$称椭率（H），约等于$\frac{1}{305.3}$，略小于地球扁率$\left(\frac{1}{298.25}\right)$。有人利用岁差常数求得地球的椭率$H=\frac{C-A}{C}=0.00327293\pm0.00000075$。

【铅垂线偏差】 plumb－line deriation 通常把地球的形状看成与旋转椭球体近似，因此其法线与铅垂线不一定相一致。这两条直线间的夹角称铅垂线偏差。



【弹性塑性体】 elasto－plastic body 物体在外力作用下产生变形，当外力消除后可完全恢复原状的性能叫做弹性；若消除外力后很少或完全不能恢复原状的性能叫做塑性。在一定的力学条件下（指外力的大小、作用时间和作用方式等条件），固体物质中往往既表现有弹性，又具有塑性，这样的物体叫做弹性塑性体，或简称弹塑性体。组成地壳的物质通常都具有这种性能。把地壳当作弹塑性体来研究，这对于探索地震成因是有一定意义的。



【地球物理场】 geophysical field 指具有一定地球物理效应的区域或空间。如地球内外存在的重力场、地磁场、地电场、地热场、地应力场等。它是地球物理学观测与研究的主要对象。在具有不同地质背景的地区，地球物理场的空间分布和显示的特征各异。如日本东北地方岛弧地区的横剖面所示（如图），不同地段显示的地球物理场特征截然不同。因之地球物理场的研究不但可以探讨地球内部的组成，而且可以探讨地球内部物质的特性；同时对地球的起源与演化、地震成因等基本理论问题的研究也具有重大的意义。此外对深部矿产资源的探测以及地震预报也起着日益重要的作用。

【地球质量】 Earth－mass 地球的质量是根据天文观测并利用万有引力定律推算出来的，约为5.976×10^{21}吨。此外，已知在不考虑地球自转影响时，地面上重力加速度为$g=G\frac{M}{R^2}$，将所测得的重力加速度g（如为981厘米/秒^2）代入上式，也可简单地计算出地球的质量M。式中：万有引力常数$G=6.67\times10^{-8}$厘米·克·秒制单位，地球平均半径$R=6.37\times10^{8}$厘米。

【地球密度】 Earth density 指地球质量与地球体积之比。地球各部分密度不同，占地球表面积约3/4的水的密度为1克/厘米^3，地球表层岩石的平均密度为2.7—2.9克/厘米^3。地球的平均密度为5.518克/厘米^3。地球内部物质应具有更大的密度，据地震波计算地球内部物质的密度是随深度而增加的（见〔地球结构〕条表1）；地壳密度为2.7—2.9克/厘米^3；地幔的密度为3.32—5.66克/厘米^3；地核的密度为9.71—13.0克/厘米^3；在大约984、2898、5154公里等深度处有不连续界面存在，往下密度升高直达地心为最大值。这也反映了地球内部物质成分和存在状态的不同。

【地球重力】 Earth gravity 指作用于一克质量的地球引力与地球自转产生的离心力的合力，用字母g表示。重力以自由落体的加速度或重力加速度来度量，在厘米·克·秒制中加速度的单位为伽，一伽等于1厘米/秒^2，即等于一千毫伽。地球内部的重力值g随深度而增加，至地核界面开始直线下降，直达地心为零。可由理论公式算出，即：$g=G\frac{m}{r^2}$，$m=4\pi\int_0^r r^2\rho dr$；G是万有引力常数；ρ是离地心r处的物质的密度；r为离地心的距离。重力在地球表面的分布决定于地球的形状及其内部质量的分布。地心引力与地表某处的质量成正比，与其到地心的距离平方成反比，在赤道最小，两极最大；地表离心力与其到地轴的距离和地球转动角速度的平方成正比，在赤道最大，两极最小。地球表面离心力的最大值只有地心引力的1/300左右。因而重力主要由地心引力来决定，并且由赤道向两极增大；在赤道附近标准重力为978.0318厘米/秒^2，纬度45°附近为980.612厘米/秒^2，极地附近为983.2177厘米/秒^2，平均重力值为980.665厘米/秒^2。根据目前的测地资料，考虑到地球表面的g值与地理纬度φ（不是地心纬度）的关系，现采用新的重力公式：$g=978.0318(1+0.0053024\sin^2 2\varphi-0.0000059\sin^2\varphi)$。可见，地球表面重力随纬度增加而增加，随高度增加而减少。重力或重力加速度的观测和研究，对探讨地球的形状及其内部质量的分布，对国防和宇宙航行等方面都具重大意义。可通过绝对重力测量及其值的分布来研究地球的形状，亦可通过相对重力测量及其变化来研究某一地区地壳内部的地质构造、矿产和物质成分。为了精确地测量地球的重力，目前开始利用人造地球卫星进行观测。

【地球内部压强】 地球内部单位面积上的压力。一般指水平面上的铅直压力，并认为是由上覆岩石的重量所引起的。根据$dp/dr=g\rho$，可以求出压力p的分布。式中g是重力加速度，r是深度，ρ是密度。上式表明深度愈大，压力愈大。所得数值，可绘出一条平滑的曲线。地下深度为10公里处的压力大约有3000大气压；35公里深度有10000大气压，坚硬的岩石在这个静压力下也要变软。在2900公里深处可达1，500，000大气压，地心达3，700，000大气压，在这样强大的压力下，物质的原子结构已完全破坏。上述公式只考虑了上覆岩石所引起的压力，而对水平侧压力的影响考虑不够，显然过于简单。实际上地球自转角

速度变化所产生的纬向和经向的水平压力不仅对水平方向有影响，而且对垂直方向也有影响。

【地电】　geoelectricity　又称地下电流、大地电流。指地球的地下自然电流。地电是一种不稳定电流，通常由电位差的变化来反映，其密度大小和方向随时都发生改变。一般来说，高电阻率地区不易吸引甚至排斥地电流通过，良导电岩块易于吸引并集中较大电流通过，产生地电场异常。陆地上电位变化范围一般为 5－600 毫伏/公里。受太阳黑子影响发生磁暴时，电位可达 1，000—10，000 毫伏/公里。由于太阳、月亮、大气电离层以及地球内部状态的变化，出现 11 年、27 日的周期变化和日常变化，有时发生扰动和电暴。地电流方向，在中纬度地区以南北向为主，早晚流向两极；赤道一带以东西向为主。电导率随深度增加而增大，在 60—100 公里和 400—700 公里深度有明显变化。地电流密度分布与地下矿产、地质构造等有密切关系，矿体能产生地电异常，最大可达 1 伏特。区域电场所产生的地电流一般接近 2 安倍/公里^2 的数量级，在高纬度地区则更大。根据大地电流异常的不同情况，可研究和解决与矿产、地质构造和地震等有关问题。

【地球磁性】　geomagnetism　简称地磁。指地球具有对罗盘磁针方向的影响和宇宙线的干扰等的性能。由于地球是一个球形磁铁，其磁力线在地球周围分布，形成一个偶极地磁场。确定一点的地磁场强度，通常采用磁偏角、磁倾角和水平分力等地磁三要素。磁偏角是指地理子午线与磁子午线间的夹角，由 0°至 ±180°，以指针为准，偏东为正，叫东偏角；偏西为负，叫西偏角。磁针与水平面间的夹角，称磁倾角（0°－±90°）。北半球以指北针为准，上仰为负，下倾为正。地磁力在水平面上的分力，称为水平分力或水平分向量。地磁场的强度和方向随地点、时间而异。通常把地球磁场分为两部分：来源于地球内部的称为地球基本磁场；来源于地球外部的称为地磁变化磁场。我国在公元前四世纪即已有世界上地磁最早的记录。宋朝沈括（公元 1081—1095 年）最早发现磁偏角，他在《梦溪笔谈》中说：“方家以磁石磨针锋则能指南，然常微偏东不全南也。”比 1492 年哥伦布第一次横渡大西洋时发现磁偏角要早 400 多年。这一发现在世界科学史上是一项重要贡献。研究地磁场在技术上应用最早、流行最广的是利用罗盘测定方向；地面和地下磁性探测也已有很长的历史；在区域地质调查、普查、勘探工作中磁法勘探广泛用于找矿、查明地质构造，以及地质填图等方面。

【地球放射性】 Earth radicactivity 指地球中具有能发出射线物质的特性。地球中的放射性物质主要有铀、锕和钍族以及 ^{40}K、$^{8}7Rb$ 等。铀、钍在地球中的平均浓度分别为 $n\times10^{-8}$ 和 $n\times10^{-7}$，总储量分别为，$n\times10^{14}$—$n\times10^{15}$ 吨，放射性元素的含量愈近地壳上部愈高。由于铀、钍的原子构造和亲石性，铀在地壳中（$4\times10^{-9g}/g$）较核心（0. $003\times10^{-6g}/g$）的含量高达 1300 倍。铀、钍、镭的含量随 SiO_2 和 K_2O 含量的增加而增高：在酸性岩中最高，超基性岩中最低。富集铀的沉积岩都与碳质、沥青质、有机质、磷质等有关。变质岩中含铀、钍量一般介于沉积岩与火成岩之间。水圈和生物圈也有放射性同位素分布，并互相联系，构成一个放射性循环系统，对地球放射性的研究具有很重要的意义。依据放射性蜕变的放热速率可研究地热、岩浆、火山及地壳运动问题；运用放射性蜕变产生的稳定同位素含量、比值、丰度和绝对量，可测定地球岩石、陨石、月岩和宇宙物质的年龄，以及宇宙射线的暴露年龄等，借以研究地球及天体演化以及有用矿产和地壳物质的来源。

【地热】 geotherm 又称地下热，是存在于地球内部的热。地球是一个巨大的热库，估计仅地球表面每年通过热传导扩散到空间的热量就有 2×10^{20} 卡，相当现代人类每年消耗总能量的 10 倍以上，地球内部的总热能量约为地球上全部煤炭储量的一亿七千万倍。地球表层的热量主要来自太阳辐射热，热量大小随纬度高低、海陆分布、季节变化、昼夜更替、植被程度而异。然而它的影响深度很小，平均为 15 米左右，称为太阳辐射热带、又称外热带或可变温带。这一层以下，为温度常年不变层，称常温层。常温层以下几十公里的地壳，热量主要来自地球内部，称内热带或增温层。其温度随深度而变化，称为地热梯度、地温梯度或地热增温率，通常以每深 100 米温度升高的度数（℃/100 米）表示。地热梯度的倒数，称地热增温级或地温陡度，是指地温每升高一度所增加的深度，以米/℃表示。根据统计，平均深度增加 100 米地温增高 3℃，但各地增温率不同，且由上向下逐渐变小。地壳底部温度约为 900°—1000℃，地幔下部和地核温度约为 2000°—6000℃之间。接近平均地热增温率的地区，称正常增温区或地热区，地热增温率明显提高的地区称地热异常区。地热的来源有多种假说，主要认为是由地下放射性元素蜕变放热及地幔热流通过基岩传播而来，其次是地球转动能转变、重力分异、化学反应和结晶热等。此外，在火山活动地带，地温较高，其热源主要来自与火山、温泉活动有关的岩浆。我国有丰富的地热资源，大部分可供直接利用，而且利用已有悠久历史。早在 2000 多年前的东汉，张衡（公元 78—139 年）在《温泉碑》中载：“有病厉兮，温泉治焉”，即利用温泉治病。从 1970 年起，广东丰顺、河北怀来，北京，天津和西藏等地，利用地热发电、医疗、采暖、生活用水、工农业用水和从中提取矿产等。同时研究地球热状态和热历史，对认识地球的发展、演化和地壳运动也有十分重要的科学意义。

【地温】　geotemperature　表示地下冷热的程度称为地温或地球的温度，“即地热”。

【地热增温率】　geothermic degree，geothermsl gradient　又称地热梯度。地下温度随深度的增加而增高的变化值，通常以℃/m或℃/100m表示。

【地热增温级】　geothermic depth　又称地温深度，是地热梯度的倒数。指地温每升高一度（C）所增加的深度，以米/℃表示。

【地热异常区】　geothermal anomalous area　地热增温率大于平均地热增温率而有明显提高的地区，称地热异常区。

【壳下流】　subcrustal current　又称地球内部物质的热对流。指地壳下面地幔物质的缓慢对流。一般认为这种热对流是由放射性元素衰变引起的，并且认为可能是影响地壳运动的基本因素。

【重力场】　gravitational field　指地球表面上重力位分布。它由地球的引力场和地球自转产生的离心力场两部分组成，可以在地面上直接观测。地球外部空间的重力场就是地球的引力场，可以通过人造卫星轨道参数的变化来确定。假如选择一个旋转椭球体，使其总质量、扁度、旋转轴和旋转角速度与地球一样，而其赤道半径等于地球的平均赤道半径，其表面为重力位水准面，则从理论上可以计算出这个假想地球（表面与其外部空间）所产生的重力场。这种重力场称为正常重力场。地球重力场和正常重力场的差值称为地球的异常（重力）场。根据异常场可以研究地球的形状，确定大地水准面的高度和垂线偏差，研究地壳和上地幔的结构并为找矿勘探服务。随着绝对重力测量精度的提高，现已发现重力场随时间的推移而变化，但是，迄今尚不清楚这种变化究竟是全球性的，还是局部性的。观测地球重力场的长期变化对于研究地球内部的物质迁移、地壳运动具有重要的意义。

【正常重力场】　normal gravitational field　设地球为旋转椭球体，从理论上求得其表面与其外部空间所产生的重力场，称正常重力场。国际通用的计算公式是，$g=978.0318(1+0.0053024\sin^2\varphi-0.0000059\sin^2 2\varphi)$ gal。式中 φ 是计算点的地理纬度。详见“重力场”

【重力异常场】　anomalies of gravity field　观测重力场和正常重力场的差值，称为重力异常场。详见“重力场”。

【绝对重力值】　absolute gravity value　地球表面上任意一点的绝对重力值，是该点单位质量的物体受到整个地球质量的引力与地球自转在该点所产生的惯性离心力的合力。它在数值上等于该点的重力加速度值，在克·厘米·秒制中单位为厘米/秒^2，称作伽（gal），然而实用中多采用 10^{-3} 伽或 10^{-9} 伽作为单位——分别称作毫伽（mgal）或微伽（μga1）。

【绝对重力测量】 absolute gravity measurement 绝对重力值的测定过程叫做绝对重力测量。也就是直接测出现测点的重力加速度值。绝对重力值的准确测定，无论对于地球重力场的基本理论研究，地质勘探、卫星导航及军事方面的应用，都具有重要的价值。但是，由于绝对重力值的测量精度要求极高，从而对测量的要求也严格得多。近年来，主要是根据物体自由下落过程中，下落距离（s）和时间（t）与重力加速度之间的关系：$S=V_o t+\frac{1}{2}gt^2$（V_o 是物体下落的初速度）来进行绝对重力测量。在地球物理工作中，往往采用振摆仪进行绝对重力测量。

【相对重力值】 relative gravity value 指通过相对重力测量，得到的同一时刻地表两点上重力的相对差值。在地震预报的固体潮的研究工作中，有时也把同一地点、两个不同时刻的重力的相对差值，称作相对重力值。详见“相对重力测量”。

【相对重力测量】 relative gravity measurement 一般是指测定地球表面上各点之间重力值的相对差值。测量之前，先选择一个参考点，称作基点，假想此点重力值为零，而后测定其它各点相对于基点的重力差值。这样测定的结果，称作各点的相对重力值。为研究地球形状，地质勘探、大地测量以及火箭和卫星飞行轨道而开展的重力测量工作，主要都是进行这种相对重力测量。在地震预报和固体潮的研究工作中，则采用固定在一点，连续测定此点重力值随时间的变化，也属于相对重力测量范围。

【自由空间异常】 free air anomaly 指经自由空间校正后的重力观测值与相应参考椭球体面上的正常重力值之差。有时也称法依异常。当地表 M 点的重力观测值为 g（M），该点相对于大地水准面的高度为 h（米），与 M 点对应的旋转椭球体上的正常重力值为 γ_o 时，M 点的自由空间异常 Δgf（M）$=g$（M）$+0.3086$（毫伽/米）$\times h$（米）$-\gamma_o$。

【自由空间校正】 free air correction 重力测量中的一种高程校正。重力测量是在地球的自然表面上进行的，为了能比较重力测量的结果，应把地球自然表面上的重力观测值换算到大地水准面上去。为此，必须进行重力观测值的校正。如果把地球自然表面和大地水准面之间的物质看成是空气，则这种校正称为自由空间校正。当测点的海拔高程不太大（例如小于 1 公里），通常有公式：$\delta g_{自}=0.3086h$ 毫伽，式中 h 为观测点与校正点之间高差，以米为单位。

【布格异常】 Bouguer anomaly 重力观测值经自由空间校正和布格校正后与相应的参考椭球体面上的正常重力值之差称为布格异常。地球上 M 点的布格异常 Δgb（M）$=g$（M）$+0.3086h$（毫伽）$+\Delta g''i$（M）$-0.0418\rho h$（毫伽）$-\gamma_o$。式中 g（M）为 M 点重力观测值，h 为 M 点相对于大地水准面的高度（米）；ρ 为岩层的密度（克/厘米^3）；γ_o 为 M 点相对应的地球椭球体面上的正常重力值；$\Delta g''i$（M）为 M 点的局部地形校正，一般可从地形图

及查表求得。布格异常与莫霍面的起伏有关，利用实际测量算得的布格异常，可以推断相应地区地下莫霍面的起伏。

【布格校正】 Bouguer correction **指在重力测量中，考虑观测点与大地水准面间物质引力影响所作的校正。布格校正一般由中间层（观测点至大地水准面间存在着假想的无限大的平行岩层）校正和局部地形校正两部分组成。**

【中间层校正】 stone slab correction **布格校正的一个组成部分。指重力值经过地形校正后，观测点之下与校正点（例如相应的大地水准面上一点）之上还存在着水平的中间层质量，要排除这一层对校正点上重力值的影响就需要进行中间层校正** $\delta g_{层}$**。校正后位于校正点的重力值相当于该点周围平坦而且其上方无“质量”情形下的重力值。通常总是把中间层简化为无限的平板层，有** $\delta g_{层} = -0.0418D_o h$ **毫伽，式中** h **为观测点与相应的校正点的高程差（米）；**D_o **为中间层物质平均密度；负号表明中间层的质量对校正点重力值的作用是负的。如果中间层较厚，可分为若干个密度均匀的水平层，采用分层求和的办法得到** $\delta g_{层} = -0.0418\sum_{i=1}^{n} D_i h_i$ **毫伽，**n **为层数；**D_i **和** h_i **分别为第** i **层的平均密度和层厚（米）。**

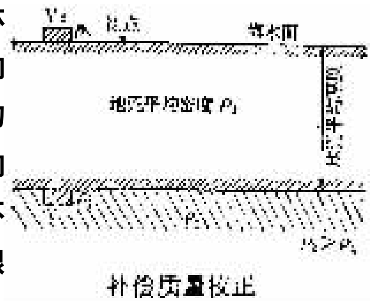
【地形校正】 terrain correcticn **❶布格校正、重力均衡校正的一个组成部分。重力测量中，每个测点上为消除地形起伏观测产生的重力影响所进行的校正。❷由地形负载所引起的对地震数据进行的校正。重力测量中经过地形校正（**δgt**），校正后的重力值就相当于观测点周围完全是平坦地形的重力值。如果解释的区域较大，成果精度要求较高时，地形校正则要考虑到地球的曲率影响。目前一般采用量板或电子计算机进行地形校正。**

【重力均衡异常】 isostasy anomaly **重力观测值经自由空间校正和均衡校正后，与相应的参考椭球体面上的正常重力值之差称重力均衡异常。**$\Delta gu(M) = g(M) + 0.3086h$ (mgal) $+ \Delta gt(M) + \Delta gk(M) - \gamma_o$**，式中** g（M）**为** M **点重力观测值；**Δgt（M）**为** M **点的地形校正；**Δgk（M）**为** M **点的补偿校正；**γ_o **为** M **点相应的旋转椭球体面上的正常重力值。**

【重力均衡校正】 isostatic reduction，isostatic correction **指对重力测量资料的一种校正，它包括地形校正和补偿校正两个部分。重力值中考虑全球地形质量对观测点产生的重力影响所作的校正，称地形校正；考虑与地形质量相对应的补偿质量影响所作的校正，称补偿校正。**

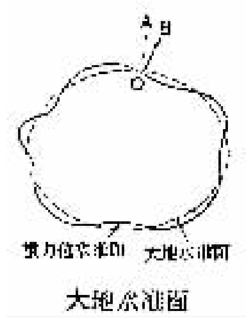
【补偿质量】 compensation mass **根据均衡假说，大陆和海洋象柱体一样分别浮于下面的岩浆面上。按普拉特和海福特（**Pratt－Hayford**）的假说，这是一个平滑的等压力面，它与海水面的距离称均衡深度（目前认为是** 96 **公里），而山越高则柱体的均衡密度愈小；海越深则其柱体的均衡密度愈大，这时将均衡深度下的柱体体积乘以地壳平均密度与它们各自的**

柱体均衡密度之差所得之积，称为补偿质量。另一种假说（如爱黎和海斯卡宁 AiryHeis-kanen）认为大陆和海洋对应的柱体按不同深度浮在半粘性的岩浆上，各柱体密度相同，故山愈高陷入岩浆的柱体深度愈大，海愈深则其柱体深度愈小，于是将岩浆密度与柱体密度之差乘以柱体在海平面上（或下）体积所得之积，称为补偿质量。这两种假说得到的补偿质量不尽相同，但它们的作用相仿，而且与地形质量对重力测点的影响恰好相反。以爱黎—海斯卡宁假说为例作一说明，如图所示。设高出海平面的地形体积为 V，则山根部分的体积也为 V，它们对测点的质量影响分别为 ρ_1V 和（$\rho_1-\rho_2$）V。所谓校正就是消除其对测点的影响。显然，假如只是消除海平面上地形质量 ρ_1V 的影响（即扣除它对测点重力值的影响）而不消除山根的影响是不正确的。因此在消除地形质量影响的同时，还要消除山根（或反山根）部分补偿质量的影响。图中，补偿质量的影响是负的，即（$\rho_1-\rho_2$，V 的影响；但在校正时，由于校正地形质量影响时相当于扣掉一块物质，所以在校正补偿质量影响时相当于加上一块物质，有人就将加上的这部分物质质量称为补偿质量，图中是（$\rho_2-\rho_1$）V。也有人认为（$\rho_1-\rho_1$）V 是补偿质量，实际上前者是从“校正”的角度出发，而后者是就其“影响”而言的。应当指出，补偿质量的地形质量的影响总是相反的。假如地壳果真是均衡的，则经过均衡校正后将消除影响，然而，如太平洋中的某些岛屿以及喜马拉雅山地区经过均衡校正后发现仍然存在某种影响，故而认为那些岛屿下面没有山根，而喜马拉雅山下的地壳也不均衡。因此通过对补偿质量的研究，对于了解地壳物质的运动趋势和地壳成因是有意义的。


补偿质量校正

【地形质量】　terrain mass　重力均衡校正时，把均衡单元当作柱体来处理，因此如果将测点所在的“柱体上底面”看作水平面，就必须考虑其周围地形起伏对该点重力测量值的影响。计算这种影响时，把高于它（测点）的那部分体积（或低于它的那部分体积）乘以地壳平均密度（或周围地下岩石的平均密度）之积，称为地形质量。应当注意，无论是地形高于测点的剩余质量，还是地形低于测点的亏损质量，对于测点重力测量值的影响是相同的，因此都称之为地形质量。

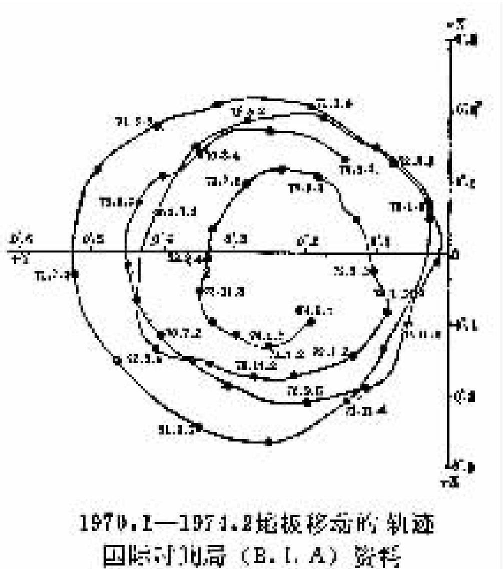
【大地水准面】　geoid　地球的重力位是地球的引力位和地球自转而产生的惯性离心力位的和。重力位的等值面称重力位水准面，而与平均海平面重合的重力位水准面称大地水准面。图示地球大地水准面与重力位水准面的关系。



大地水准面

【纬度变化】 latitude variatien 以恒星为标准来测量地面的纬度时，发现地球上某一点的纬度是在不断变化的，这种现象称为纬度变化。引起纬度变化的主要原因是地极移动，实际上往往是从测量到的全球性纬度变化来推断地极移动的；另一个原因是与局部地区地方性因素有关，目前对这一方面还缺乏深入的研究。纬度变化一般不超过半弧秒。

【极移】 polar wobble，polar wandering 指地极在地面的移动。其运动方式有三种：一是周期运动，北极反时针方向运动，南极顺时针方向运动。极移主要又有两种：①周期约为12个月，振幅约0″1，沿着一长轴约4米的椭圆运动。这种运动与地球上的洋流，大气环流等大规模季节性变化有关；②周期约为14个月，振幅约为0″2，沿着半径约7米的圆周运动，又称张德勒运动，其周期称张德勒周期。这种运动与地球内部物质的运动有天，有人发现，在近60年间，张德勒运动的幅度，呈40年左右的周期变化，即1894年和1935年为最小，1910年和1954年达极大。二是长期漂移，据国际纬度站1900年以来，观测资料，得出地极存在着大小约为0″003/年，方向沿着西经81．5°的线性漂移。极移幅度最大不超过0″4，在24平方米范围内移动。由于极移，地球各地的纬度，经度和离心力发生颤动式变化，影响地壳运动。由于地球内部的不稳定性，极移轨迹不是平滑的螺旋曲线，常有突然转折。三是缓慢的长期极移，基本上是沿一径圈向一相对比较固定的方向移动，其速度约为10厘米/年。



1970.1—1974.2地极移动的轨迹
国际时间局（B.I.A）资料

【长期极移】 secular polar wandering 地极移动的一种分量。二十世纪以来纬度观测资料表明，北极以每年0″00367（相当于113毫米）的平均速率沿着西经81．5°的方向移动。关于长期极移的原因目前尚有争议，有人认为，可以用地壳相对于其下面粘性物质层的滑动来

解释。

【张德勒运动】 Chandler wobble，Chandler wandering 地极移动的一种方式。其移动周期约为 14 个月，振幅约为 0″2 沿圆周的移动，这种移动就叫做张德勒运动。

【张德勒周期】 Chandler period 地极移动时，极点沿着圆周移动。张德勒认为地球不是一个完全刚体，而具有一定的弹性，因此，由于地球的变形极点移动一周所需的时间较长（约 433 天），这种周期称张德勒周期。

【张德勒分量】 Chandler component 地极移动的一种分量。1918 年张德勒（Chadler）从纬度观测资料中分析出一种 1．2 年（433 天）的周期分量，故名。张德勒周期与欧拉（Euler）周期的差别是欧拉把地球假想为一个刚体，张德勒考虑到地球具有一定的弹性，而不是一个完全的刚体。张德勒分量的轨迹近于圆，振幅变化范围约为 0″04—0″30，周期值在 1．2 年附近摆动。简言之，张德勒分量是极点在 433 天中沿圆周移动一周的地极移动。

【周年分量】 annual component 地极移动的一种分量。它的轨迹是半长轴为 0″093，半短轴为 0″076 的椭圆。现在一般认为这是由于冰雪的形成和融化，气团的季节移动等气象原因所造成的。

【欧拉周期】 Euler ’ s period 一个刚性椭球体（即其运动过程中内部质量分布不变或形状不变）的自转轴如果与其自身的中心惯量椭球短轴（假如质量分布均匀时，就是椭球本身几何对称轴的短轴）不重合，则能计算出自转轴绕椭球短轴转动的周期。这种运动叫自由章动，这种周期叫欧拉周期。对地球而言，欧拉周期约为 305 天。

【地球受迫章动】 forced nutaticn of the Earth 指地球受太阳与月球的强迫力的作用而引起地球自转轴的一种摆动。由于太阳和月亮的引力对地球的运动有显著的影响，而地球的赤道面和黄道面（地球绕太阳公转的轨道平面）与月球轨道平面都不相重合，所以地球自转轴绕着公转轴以 25700 年左右的周期作缓慢旋进。太阳与月球有时在地球的赤道面以南，有时又在赤道面之北，所以引力方向也在不断改变，太阳每年通过赤道面两次，月球每月通过赤道面两次。这种引力变化的影响，使地球自转轴处于长期的旋进中，在它的平均位置上附加了一种短周期的摆动，这种摆动叫地球的受迫章动。其主要部分的周期是 18．6 年。

【地球自由章动】 free nukation of tie Earth 地球自转轴的摆动，除受日、月引力变化的影响外，还由于地球自转的主动量矩方向（俗称自转轴方向）与地球的中心惯量椭球的短轴（或称形状轴）不相重合，因而其自转轴在地球内部以地球的质心为顶点，沿着一个张角约 1 秒的锥面绕短轴转动。这种转动称为自由章动。若把地球看做刚体，则这种转动的周期约为 305 天，称为欧拉周期。然而，地球并不是一个完全刚体，不仅形状轴绕自转轴转动时转动惯量要变化，而且形状轴本身在地球上也不是固定不变的，所以能观测到的转动周期约为 433 天，即所谓张德勒周期。一般将张德勒周期称为地球的自由章动周期或欧拉周期。

【潮汐摩擦】　tidal friction 地球水体受日月引力而发生潮汐。月球质量虽然比太阳质量小得多，但离地球近，对地球的引力比太阳大。由于浅海区海岸对潮水的摩擦阻力作用，潮水上升要滞后一段时间，于是潮汐凸出部分受日月引力牵制，产生同地球自转方向相反的力矩，对地球自转起“刹车”作用，使地球自转速度逐渐减慢。这种阻力叫做潮汐摩擦。它所带来的后果有：①日的变长，约每百年为千分之一点七秒；②月的变长，地球自转变慢，其角动量必减小，但不消失，而使月球绕地球公转的角动量增加，即月球轨道增大，公转周期增长，月的时间变长。

【固体潮】　Earth tide　又称陆潮。地球的固体部分，当受到月球、太阳等天体的引力时，固态的地壳甚至更深的部分也会发生如同海水潮汐一样起潮，这种现象称固体潮。一般潮高只有二、三十厘米，因此不易被人们察觉，但对地球自转速度长期减慢是有影响的。

【拉夫数】　Love’s number　地球在起潮力的作用下发生弹性形变，形变后的地球由于密度及其外形的变化使本身重力位变化，这种变化称为附加起潮力位。为了利用固体潮现象来计算地球内部的一些性质，拉夫（Love）引进 h、k、l 三个参数，一般称为拉夫数。其中 h 是固体潮高与相应点上平衡潮高的比值，即如果 u 代表原生起潮力位，g 代表该处的重力观测值，则 $hU_{表面}/g$ 表示地表面的升高量；由于物质的重新分布而在位移表面上引起的附加起潮力位是 kU，所以 k 是地面附加起潮力位与原生起潮力位的比值：l 是固体地球表面在起潮力作用下的水平位移和平衡潮相应的水平位移的比值，即若 θ 为余纬角，λ 为东经时，相应的水平位移分量是：

$$\frac{l}{g}\cdot\frac{\partial U}{\partial \theta}与\frac{1}{g}\cdot\frac{\partial U}{\partial \lambda}。$$

拉夫数是无量纲参数，它们简洁地描述了地球的某些弹性性质。关于这些数值的测定，属于弹性问题，资料的来源很广。用这些参数列方程的最大优点是，使方程能适应我们对于地球弹性问题认识的深化和完善。凯尔文（Kelvin）曾证明，对一个密度为 ρ，半径为 r，不可压缩的刚性系数为 μ 的均匀球体有：

$$h=\frac{5}{2(1+\mu)},\ k=\frac{3}{2(1+\mu)}$$

$$\iota=\frac{3}{4(1+\mu)},\ \mu=\frac{19}{2}\cdot\frac{\tilde{\mu}}{\rho gr}$$

竹内（1950）依据地震和其他资料求出，地球内部的密度和弹性性质的分布，并对布伦（Bullen）提出的两个模型，进行了比较详细的计算，结果是：

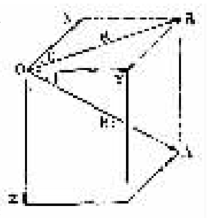
$k_T=0.290$ $h_T=0.587$ $\iota_T=0.068+k_T=0.281$ $h_T=0.610$ $\iota_T=0.082$确定拉夫数的方法还有其他途径，但不同途径得到的结果却不能直接比较。

【志田数】　Shida’s number　研究地球在起潮力作用下发生弹性形变时，常用拉夫数 h、k、ι 作为参数进行讨论。由于 ι 是日本人志田所定义的，所以又称志田数。它是固体地球表面在起潮力作用下的水平位移和平衡潮相应的水平位移的比值。假定 θ 为余纬角，λ 为

东经时，相应的水平位移分量是：$\frac{l}{g}\cdot\frac{\partial U}{\partial \theta}$与$\frac{l}{g}\cdot\frac{1}{\sin\theta}\cdot\frac{\partial U}{\partial \lambda}$。式中 U 是原生起潮力位，参数 l 的数值大致在百分之几的范围内，是拉夫数中数值最小的一个参数。

【地磁场】 geomagnetic field 对磁针或运动电荷有作用力的空间称为磁场。地球所具有的磁场称地磁场。地磁场比较微弱，在其最强的两极处，强度也不过 0.65 奥斯特左右。它近似于一个偶极子场（或均匀磁化球体的磁场）。地磁场绝大部分来源于地球内部，一小部分来源于外部空间的各种电流体系。地磁场分为稳定磁场和变化磁场两部分。稳定磁场除去一小部分（约 6%）为尚未查明的外源磁场外，绝大部分为内源磁场。内源磁场又可看作为偶极子磁场（或均匀磁化球体的磁场）、剩余磁场与异常磁场之和。偶极子磁场与剩余磁场之和称为基本磁场。地球的基本磁场是很稳定的，但也有长期而缓慢的变化。变化磁场起源于地球外部空间的各种电流体系，与太阳活动的强弱有密切关系，有时变化是很激烈的。地磁场可用不同坐标系内的分量表示，这些分量称为地磁要素。

【地磁要素】 geomagnetic element 表示地磁场方向和大小的物理量。地磁场可用不同坐标系内的分量表示，这些分量称地磁要素，共有七个，即附图所示：OXY 为水平面，OX 指地理北向，OY 指地理东向，OZ 垂直向下。在某一地点 O 点的七个要素是：①地磁场总强度 H_T，②磁倾角 I；③磁偏角 D；④水平分量 H；⑤垂直分量 z；⑥北向分量 X，⑦东向分量 Y。H_T（或 T）、I，D、H、Z、X、Y 都叫做地磁要素。确定某一地点的地球磁场情况需要三个要素，通常用的是磁偏角、磁倾角和水平分量。从这三个要素可以求得总磁场强度及其他要素；其相互关系见附图及公式。任何一个要素的数值都是逐时逐年不断地在改变的。



地磁要素

$$H_T=\sqrt{H^2+Z^2}$$

$$H=\sqrt{X^2+Y^2}$$

$$X=H\ \mathrm{coc}\ D$$

$$Y=H\sin D$$

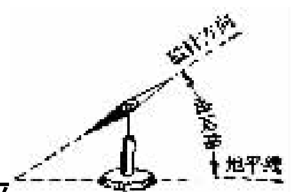
$$Z=H\tan I$$

$$H_T=H\sec I$$

$$=Z\ \mathrm{cst}\ I$$

$$\mathrm{tg}\ D=\frac{Y}{X}$$

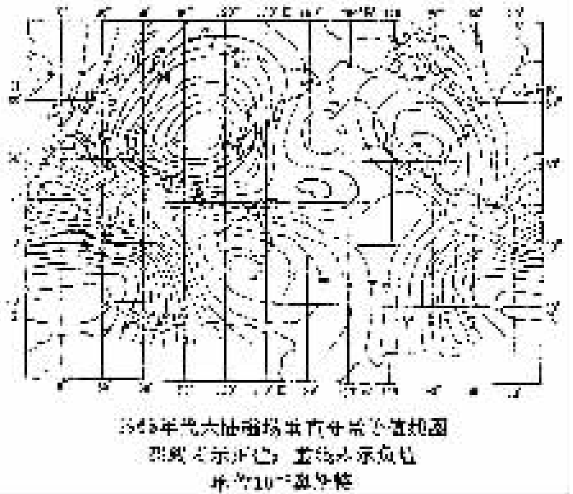
【磁倾角】 magnetic inclination，magnetic dip 指磁针与水平面（地平线）间的夹角。



磁倾角

【磁偏角】　magnetic declination　地理子午线与磁子午线间的夹角。夹角范围为 0°—±180°，以地理子午线为准，磁针偏东为正，称东偏角；偏西为负，称西偏角。磁偏角的大小因地理位置不同而异。

【地球偶极子磁场】　dipole geomagnetic field　把地磁场近似地看作由磁偶极子产生的场，称作地球偶极子磁场。根据地磁场测量数据的分析结果，可粗略地将地球看成一个均匀磁化球体。按理论计算得知一个均匀磁化球体的外磁场与一个位于球心



的磁偶极子所产生的球外磁场相同，因此为了分析的方便，常用地球偶极子磁场来粗略地模拟地磁场。据 1970 年测算的结果，偶极子的磁矩为 M＝7. 98×10²5 电磁单位。地磁北极位于 φ_o＝81°5N，λ_o＝86°8W；地磁南极在 φ_1＝75°1S，λ_1＝119°3E。有人把地球偶极子磁场称为地心偶极子场或均匀磁化场。

【非偶极子磁场】　non—dipole mag－netie field　从观测的地球磁场中减去偶板子磁场，剩下的磁场称为非偶极子磁场。

【地心偶极子场】　dipole geomag－netic field 即“地球偶极子磁场”。

【剩余磁场】　residual geomagnetic field　将地磁场的观测值减去地球偶极子磁场后的剩余部分，叫做剩余磁场。剩余磁场在广大地区内出现，由于它的分布与大陆关系密切（见图），故又称大陆磁场。例如东亚大陆磁场分布于整个亚洲和欧洲的一部分；非洲大陆磁场分布于整个非洲和一部分大西洋上。剩余磁场的成因可能主要与地球内部构造的横向不均匀性有关。一般认为，在地幔和地核边界附近存在着物质对流运动，形成涡电流，从而产生剩余磁场。

【大陆磁场】　continental magnetic field　即“剩余磁场”。

【地球变化磁场】　magnetic field of　指起源于地球外部空间并叠加在基本磁场上的各种短周期变化磁场。它们的强度与基本磁场相比是很微小的，周期与形态也很复杂。地球的变化磁场可分为两大类：①来源于电离层中的各种电流体系，如（太阳）日变化（S_q）、太阴日变化（L）和年变化（Av）等。

它们的变化较有规律，且一直存在，称地磁场的平静变化；②来源于太阳辐射的粒子流及电离层外部空间的各种短暂电流体系，如干扰太阳日变化（S_D）、短周期变化一脉动（P）、非周期变化（D_{st}），湾扰（B）、钩扰（C_r）和不规则变化（D_i）等。它们往往是突然发生的，故称地磁场的干扰变化（磁扰）。

【地球基本磁场】 fundamental mag－netic field of the Earth 地球偶极子磁场与剩余磁场都比较稳定，并且只有长期缓慢的变化，从而构成了地磁场的主要部分，故称地球的基本磁场。它比磁异常和地球的变化磁场的强度大很多。

【地磁场等值线图】 isomagnetic chart 在地图上将地磁场某一要素相同数值各点所连接起来的平滑曲线图，即为该要素的等值线图。如总强度等值线图、垂直强度等值线图及等偏线图等。等值线图可按不同需要以不同比例尺绘制，如全球性的等值线图、区域性的等值线图等；也有不同类型的等值线图，如剩余磁场等值线图，区域异常等值线图等；等值线图上的数值是指同一时刻的数值，因此必须将不同时间观测的结果换算到同一时间上。某个年代的世界地磁图，即指这一年七月一日零点的数值。

【磁子午线】 magnetic meridian 指通过地面一点并包含地磁南北两极的平面，称为该点的地磁子午面。地磁子午面与地球表面的交线，称为该点的地磁子午线。地磁子午线与地理子午线不相重合，两者的交角，即磁偏角。磁偏角的大小因地理位置不同而有差异。

【地磁赤道】 geomagnetic equator 地球表面磁倾角为零的各点的连线。在这一线上地磁力的水平分力等于地磁力本身。由地磁赤道向两极，磁倾角逐渐增大，由0°增至90°。它与地球地理赤道不相重合。

【地球磁极】 magnetic poles of Earth 又称地磁极、地球主磁极。指地球上除某些地磁异常区外，在南北极附近各有一个磁倾角为90°或水平分力为零的点，这两个点就是地球磁极。它们的位置并不固定而经常缓慢地移动，称磁极移动。地球磁极中吸引磁针指北极的叫地球磁北极，另一极称地球磁南极。1961年，磁北极位于74°54′N和101°W，磁南极位于70°S和148°E；1970年，磁北极位于76°N和101°W，磁南极位于66°S和140°E。

【地磁场长期变化】 secular variation of geomagnetic field 指地磁场各种要素年均值的逐年变化。其定义为：在两个年代 t_1 与 t_2，某地磁要素F的年均值 F_1 与 F_2 的差值与年数之比 $\frac{\Delta F}{\Delta t}=\frac{F_2-F_1}{t_2-t_1}$，叫做该要素在 $t=\frac{t_2+t_1}{2}$ 年代的长期变化。许多连续观测的地磁台上，都发现各地磁要素的年均值有缓慢而明显的年变化。不仅这些要素的数值有变化，而且方向也有变化；反映出地磁场的长期变化不是个别台站的现象，而是全球性的。它既包括了均匀磁化场（地球偶极子磁场）的变化，也包含了剩余磁场的变化。看来，其起源主要应在地球内部。由于长期变化的中心都在剩余磁场图上 $Z=0$ 的等值线附近，表明剩余磁场的变化可能是长期变化的主要因素。由于长期变化的中心还集中在地震活动带附近，因此，弄清地磁场长期变化与地震的关系，对于地震预报是很有意义的。

【地磁静日变化（S_q）】 geomagnetic variation on quiet day 指地磁场在一个太阳日内没有受到干扰的平静变化。它决定于地方太阳时，并以一个太阳日为周期。各地磁要素日变化的一般规律是白天变化大，夜间变化小。地磁赤道以北地区，偏角与垂直分量在早晨有一个极大值，中午有一个极小值，地磁赤道以南地区则情况恰恰相反。它们的变化幅度在磁纬±30°处最大。水平分量在午前有一个极小值，午后有一个极大值，但南北半球在磁纬±30°的地区各发生位相的反向转换。水平分量的变化幅度在赤道上最大；变化幅度还随季节而异，一般夏季大，冬季小；但变化的形态没有显著的差别。现在认为日变化磁场是电离层中电流体系本身和它在地球内部感应电流二者所产生的，所以日变化的规律也反映了电离层中电流体系的分布情况。由地球内部感应电流所产生的日变化磁场与地下岩层的电阻率有关：电阻率大，则感应电流小，磁场小；电阻率小，则感应电流大，磁场大。在要发生地震的地区，因地应力的变化引起了岩层电阻率的变化，从而影响了日变化磁场的正常变化。所以仔细分析地震地区日变化磁场的变化形态，是进行地震预报的一项参考数据。

【地磁脉动】 geomagnetic micropulsations 指地磁场的各种短周期和小振幅的变化。其周期范围从0.2秒到600秒，振幅范围从百分之几伽马（1伽马为十万分之一奥斯特的磁场强度）到几伽马。地磁脉动可分两大类：①规则型或稳定型脉动，为正弦型或近似正弦型，其振幅差不多相等，持续时间可达数小时；②不规则型或衰减型，其振幅逐渐衰减，类似于阻尼振荡，可持续几分钟到几十分钟。由于地磁脉动的周期很短，其作用不能深入地内，因而只在地壳上层产生感应电流。因此研究地磁脉动可以帮助了解地壳上层的电导率分布。形成地磁脉动的电流体系目前尚不十分清楚。

【地磁活动性】 geomagnetic activity 指地磁场的干扰变化的程度。由于地磁场的干扰变化往往是突然发生的，所以探讨地磁场活动性的规律，对于通讯及军事上有很大的意义。又因地磁场的干扰变化与太阳表面辐射出来的带电粒子流有密切的关系，因此，研究地磁活动性可以间接地研究太阳活动的规律以及地球周围空间磁场的变化规律。现在也有人试图从地磁场活动性的研究进行地震预报。

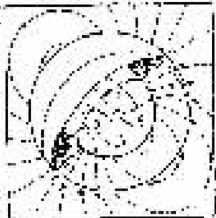
【磁暴】 magnetic storm 地球磁场各要素发生的强烈扰动。它能在瞬间波及全球，持续达几小时至几天。它是由太阳活动所引起的，当太阳喷射大量带电微粒进入地球大气层时，引起电离层扰动，同时引起地磁场的强度和方向发生急剧而不规则的变化。磁暴发生时，两极地区扰动强度最大，常伴有极光出现。由于磁暴所引起的电离层扰动，使正常通讯所用的无线电波不能折回地面；情况严重时，短波无线电通讯甚至完全中断，罗盘磁针的指向也受到影响。

【磁变仪】 geomagnetic variolmeter 是一种连续记录地磁场变化的仪器。磁变仪只能记录磁场的变化，不能记录它的绝对值。所以安装磁变仪的地磁台大多配备有绝对测量仪器，以定出磁变仪的基线值。磁变仪一般分为记录磁偏角的、垂直分量的和水平分量的三种。正常磁变仪的格值（仪器灵敏度的倒数）一般为 2—5 伽马/毫米和 1 分/毫米，记录滚筒转速为 15—20 毫米/小时。记录方式一般为光记录。

【震磁效应】 seismo－magnetic effect 由于某些物质有压磁效应或磁致伸缩现象，从而，认为不仅大地震发生后会在局部地区出现地磁场的变化，而且在大地震发生前，由于物质遭受不同的挤压或不同的温度影响，也会使物质的磁性发生变化并反映为局部地磁场异常变化。因此，利用这种变化有可能预测大地震。还有人认为地震的孕育、发生和发展与局部地磁场的变化是有联系的，并将这种联系统称为震磁效应。为了利用震磁效应必须消除外空电流体系变化对地磁场的影响，目前大多利用两个或两个以上地磁台（按不同的磁经或磁纬选取）资料相减的办法，来提取震磁效应的“信息”，进行分析预报地震。

【压磁效应】 piezomagnetic effect 指岩石或矿物在挤压应力的作用下，其磁化率或剩余磁化强度发生变化的现象。以此可以了解地壳岩石受力情况及其变化。

【发电机学说】 dynamo theory 是解释地球磁场成因的一种假说。假说认为地球外地核中的导电流体介质存在热对流。若最初由于某种原因存在地球偶极子磁场，则导电流体在磁场中运动时就产生感应电场，跟一般的发电机工作原理相仿，故称发电机假说。导电流体的运动所产生的磁场被用来解释一些地磁场现象。地球之发电机结构可用如图表示。


地球发电机结构
1.导电体流动的运动
2.磁力线

【地电场】 geoelectrical field 主要指地表及地球内部存在的电场。它主要由大地电场和自然电场两部分组成。地电场的强度与地下矿物资源分布、岩石受力状况有关，因此对找矿及预报地震具有重要意义。

【自然电场】 natural eleciric field **是地电场的主要组成部分。它由各种岩石的接触电位差，金属矿物的氧化还原电势、地下水与河流流动产生的过滤电势等组成。这类电场的分布范围较小，强度在几十毫伏/公里到 1 伏/公里之间，矿区及山坡丘陵地带表现得较为强烈。**

【大地电场】 teiluric electricityfield **指由电离层 E 层（高约 100 公里）中电流体系感应所产生的电场，是地电场的主要组成部分。大地电场强度在地面上随时间、地点小时甚至更短的周期；幅度一般以毫伏/公里计算。陆地平均场强为 20 毫伏/公里，海洋为 0. 4 毫伏/公里，中纬度地区不超过 10 毫伏/公里，南北极可达 1—10 伏/公里。当极光出现时，大地电场变化剧烈。**

【地热场】 geothermal field **指地表与地球内部的热分布。太阳对地球热辐射的影响，仅及地表以下三米左右的地方，所以、地球内部的热分布，包括温度分布和热流分布主要由地球内部的热源（富集在地幔上部的放射性物质蜕变与地下物质受巨大挤压而释放的热能）分布所决定。局部地区的火山带、温泉、地热异常区（又称热库）的分布则与地质构造、地壳运动的不均衡性有关。地热场的成因及变化规律与地球的起源学说有关，因此，地热场的研究有助于了解地球的演化历史。此外，地热场的研究，对地震成因、火山活动的研究与能源利用及医疗等应用方面具有重要的意义，因而日益为人们所重视。**

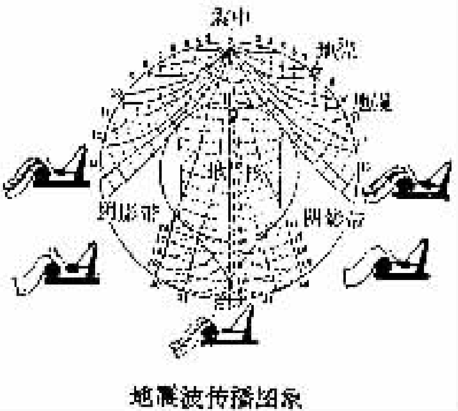
【化学分异】 chemical differentiation **是解释地球分层现象的一种假说。它认为地球内部由于物质分异作用而呈一定状态的分布，在地球处于熔融状态时，地核是亲铁元素（**Fe、Co、Ni **等）集中带；地幔是亲铜元素（**Cu、Zn、Sb **等）集中带；地壳是亲石元素（**Si、Mg、cn、Ba **等）集中带；大气圈是亲气元素（**He、Ar、N **等）集中带，因而形成地球的圈层结构。**

【原子集合分异】 atomic aggregation differentiaticn **是解释地球分层现象的一种假说。它认为地球内部物质由于原子集合作用而呈一定状态的分布。根据热力学相变理论与高温高压实验结果，推断地球内部物质在摄氏几百度至几千度，压强在数万至一百多万个大气压的条件下，在不同深度（恰好对应于某些物质相变所需要的高温高压条件）上产生相变。由于物质原子壳层上电子的重新分布，因而形成不同的物质。这样的圈层结构与根据地震波资料所推断的密度分布大体吻合。**

【重力分异】 gravitationl differentiation **是解释地球分层现象的一种假说。它认为地球内部的物质在重力作用下呈一定状态的分布，密度较小的物质上升，密度较大的物质下沉。这种按密度大小上升、下沉的过程称为重力分异，它发生在地球演化的全部过程中。因此，地球内部物质的密度由外向内依次增大，排列成许多同心圈层。**

【地震场】　seismic field　地震时，地震波传播所及的空间范围，地震所产生的能量在地球内部的空间分布，称为地震场。

【地震波】　seismic wave　地震时从震源处释放出来的部分能量以弹性波的形式向周围传播，称地震波。地震波分两大类型：一类能在地球内部传播的称为体波；另一类只能沿地面（界面）传播的称为面波。体波又包括纵波和横波两大类：纵波传播时，介质质点的振动方向与波的传播方向一致，使介质质点之间发生更替的张弛和压缩，一疏一密相间出现，所以又叫疏密波或压缩波，通常记作 P 波；横波传播时，介质质点的振动方向与波的传播方向互相垂直，介质体积不变，形状发生切变，所以又叫切变波，通常记作 S 波。纵波比横波的传播速度快，在大多数岩石中，纵波的传播速度为横波的$\sqrt{3}$倍。由于地球是层状构造，各层物理性质亦不同，地震波在地球内传播时，遇到不均质界面便发生折射和反射：P 波入射可以产生反射和折射 P 波与 S 波；S 波入射可以产生反射和折射 P 波与 S 波。按照地壳、地幔，地核包括内核的地球构造模型，地震体波的传播图象如图所示。面波通常记为 L 波，其能量集中在界面附近，振幅在地表面（或界面）以下随深度迅速衰减，传播速度比体波慢，在一般情况下，随面波的周期（频率或波长）而变化。面波又分为瑞雷波和拉夫波两种。



地震波传播图象

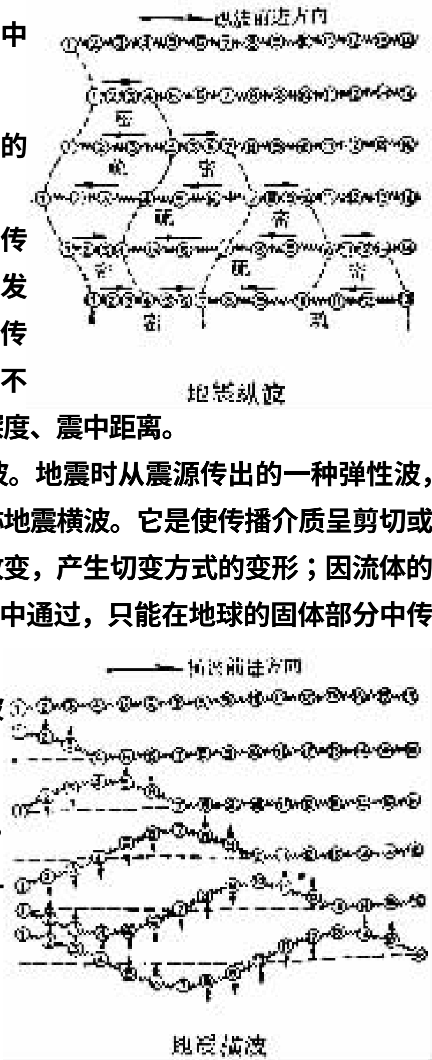
【地震射线】　seismic ray　地震波传播的途径，开始从震源传出时呈放射状向各个方向传播。地震射线的方向在从一种介质传到另一种介质时，会发生折射或反射。

【地震波初动方向】　direction of first motion of seismic wave　指地震波到达地面时，地表质点的最初振动方向。利用初动方向可估计震中方位，推断震源机制等。

【地震震相】　seismic phase　不同性质的地震波在地震图上的表现形象。由于地震波的性质不同（如 P 波和 S 波），或者性质相同但传播路径不同（如 P 直达波和由 S 波反射后形成的 F 波—SP 波）在地震图上的表现也不同，即其震相不同。各种震相常用它们出现的开始点来识别，基本震相有 P〔原生纵波〕、S〔原生横波〕、LQ〔拉夫（LOVE）波〕、LR〔瑞雷（Rayleigh）波〕等几种。震相特征反映运动学特征（震相走时和速度）和动力学特征（震幅、周期、位相、能量等）。震相特征一般受震源机制、传播路径、震级大小、仪器性能、台基结构等因素影响。

【体波】　body wave　指地震时从震源传出并能在地球内部向各方向传播的弹性波，它包括地震纵波和地震横波。

【地震纵波】　longitudinal wave　又称 P 波、胀缩波。指地震时从震源传出的一种弹性波。传播它的介质质点振动方向和波的传播方向一致，故称地震纵波。纵波传播时，介质的密度会加密和变疏，体积的大小发生变化，但形态不改变，在未固定形状的介质中也能通过，即地震纵波在地球内部的各部分都能传播。纵波的传播速度比横波快，因此地震纵波总是最先到达观测点，故又称初至波（primary wave），有的取它的第一个字母，缩写而称 P 波。纵波传播速度的计算公式为：$V_p=\sqrt{\frac{\lambda+2\mu}{\rho}}$；式中 λ 和 μ 为与介质弹性性质有关的拉梅常数；ρ 为密度。



地震纵波

地震横波

【P 波】　primary wave，P wave　“地震纵波”的别称。

【初至波】　preliminary wave　由于各种地震波的传播速度不同，传播到观测点的时间也就有先后。地震发生后，地震观测者最先接收到的波称初至波。因纵波传播速度最快，观测者一般总是首先接收到纵波。根据不同的波速和它们传播到观察站的时差等，可推算震源深度、震中距离。

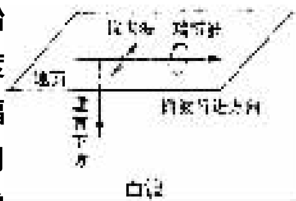
【地震横波】　transverse wave　又称剪切波，S 波。地震时从震源传出的一种弹性波，传播它的介质质点振动方向与波的前进方向垂直，故称地震横波。它是使传播介质呈剪切或状态的波。横波经过时；介质的体积不变，但形状要改变，产生切变方式的变形；因流体的刚性模量等于 0，故不能在没有固定形状的液体和气体中通过，只能在地球的固体部分中传播。横波的传播速

度比纵波慢，总是在纵波之后到达观测点，横波传播速度的计算公式为：

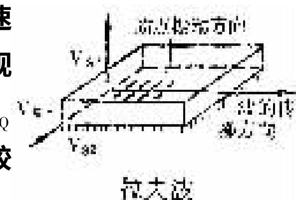
$V_s=\sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$；式中 μ 为介质的刚性模量，ρ 为密度。在地震观测中，通常根据纵波与横波到达的时差，估计观测台站到震中的距离。

【S 波】　secondary wave，S－wave 即地震横波。因其速度较慢，是在纵波之后到达观测点，英语又称 Secndary wave 故常取它的第一个字母缩写称为 S 波。

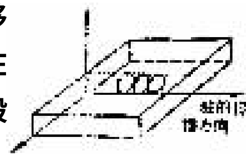
【面波】　surface wave　指地震波在界面附近次生的一种只沿着地表附近传播的波。在垂直于界面的方向上，面波的振幅随深度按指数规律迅速衰减，但在水平方向上，随距离的增加，面波振幅的衰减比体波缓慢。一般说来，面波的速度比体波的速度小，而周期却比体波长，因此，在远震记录图上，往往面波比较明显。通常所谓的面波是体波传到地面时激发而产生的拉夫波和瑞雷波。



【拉夫波】　Love wave　是拉夫（A. E. H. Love）根据理论计算而发现的一种面波，或译乐甫波、勒夫波。它是因地震横波传到具有成层构造的地面附近时，陷在层中使地面产生的横向波动，如蛇行前进。波传播时，介质质点的振动方向在界面附近，且与波的传播方向垂直（如图）。通常在半无限空间上有覆盖层，且层中的横波速度 V_{S1} 小于半无限介质中的横波速度 V_{S2} 时，可以在层的表面上观测到拉夫波。如拉夫波波速为 V_Q，则一般有这样的关系：$V_S < V_Q < V_{S2}$。拉夫波的振幅随着深度的增加作不均匀的衰减。当表层较薄时，会观测到相当强的拉夫波。



【瑞雷波】　Rayleigh wave　1885 年瑞雷（L. J. W. S. Rayleigh）在计算弹性半空间中的地震波时，发现一种只存在于半空间表面附近的波，故名。有人把它解释为平面纵波与平面横波沿地表传播时相互叠加的结果。瑞雷波引起介质质点振动的轨迹为入射面内的逆进椭圆（如图）。在地表上其质点的最大水平位移大致为最大的垂直位移的 0.68 倍。瑞雷波波速 V_R 比横波波速 V_S 小，即 $V_R < V_s$。所以它在地震记录图上往往在横波后面出现。瑞雷波在三分向记录图上，一般最大水平分量比最大垂直分量早到，大约有 $\frac{\pi}{2}$ 的位相差（即四分之一个周期）。这种波在震中附近不存在，而是发生在一定距离以外。



瑞雷波
点线构成的垂直面为入射面
椭圆及箭头表示质点振动的轨迹及运动方向

【地幔波】 mantle wave，mantlesurface wave 又称地幔面波。是一种波及地幔深部的长周期面波，波长多在两千公里以上，周期往往有8—10分钟之久，据认为几乎整个地幔参与了这种震动，故称地幔波。

【空气波】 air waves 地震激发发生的声音的脉冲。在发生地方震时，通过空气的传播有时可听到象远处闷雷似的声响。仪器测量表明这种声音与第一个P波同时到达，周期长达数分乃至数小时的声，即空气波。它也可由于大地震、火山爆发以及大气层中核爆炸等所激发。

【尾波】 coda 地方震的尾波（coda waves of a local earthquake）的简称。在地方震记录图上，常在体波和面波后面出现一串持续的振动，人们把这一部分称为尾波。据认为尾波是由于波在地壳上地幔侧向不均匀体界面上散射所造成的。目前已开始利用尾波研究侧向不均匀细结构，甚至进行地震预报。

【埃里相】 Airy phases 与频散曲线中群速度的极大或极小值相对应的周期的波称为埃里相。理论上计算表明，埃里相应是面波波列中振幅最大的震相，因为它的衰减比一般的瑞雷波和勒夫波慢。由于理论计算时应用著名的埃里函数，故通称埃里相。

【转换波】 converted waves 地震波非垂直入射到间断面上时，P波变成S波，或S波变成P波统称为转换波。由于他们在地震图上与P波或S波的到时相距甚远，因此可用来确定地球内部间断面的位置。

【克莱列波】 Crary waves 在南、北极浮冰块上观测到的一系列频率几乎相同的正弦波波列。它们是水平相速度接近于冰中压缩波波速的多次反射SV波。

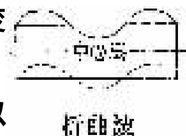
【深震震相（$_pP$，$_pS$，$_sP$，$_sS$）】 depthphases（$_pP$，$_pS$，$_sP$，$_sS$） 符号$_sP$表示从震源向上发出S波，在地表反射后变成向下传播的P波，在远震记录图上出现的震相$_pP$，$_pS$和$_sS$有类似的意义。地震学家利用这些震相来测定震源深度。

【地震矩】 seismic moment 是标志地震大小的物理量。数值相当于地震错距与断层面上错动面积和切变模量三者的连乘积。在近代地震波频谱分析中。它与频谱的低频极限成正比。目前由于用震级来量度地震大小时产生种种不便，因此逐渐用地震矩描写构造地震的大小。严格地说，地震矩也是对地震大小的一种近似的描写。现在有人采用张量方法来表示地震矩。

【绕射P波】 diffracted P 从地表附近的震源所发出的P波射线掠过地核后，将在震中距103°处出现。按几何光学计算，在震中距大于103°后，理论上将不可能出现直达P波；然而即使至少到130°，仍能观测到P波，尤其是长周期的P波。我们称这些波为绕着地核边缘的绕射波。

【折曲波】 flexural waves 在真空中无限大的薄板中的一种简正型波，并且波动从板的中心层呈反对称形式。自然界中这种波出现于浮冰中。对于长周期的折曲波，由于重力场

在周期方程中起主要作用，故而它们类似于水中的重力波。下图表示板的上下表面在折曲波传播时，质点运动的图象以板的中心层为反对称，而整个板呈“折曲”变形。



折曲波

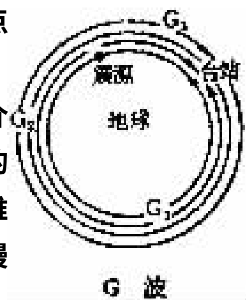
【凝冻波】 frozen waves 在大地震的震中区，有时在墙上、堤坝上以及类似的建筑物上留下波纹的痕迹称为凝冻波。这些凝冻波是由于波峰处地表裂缝的张裂，有时伴随着喷水冒沙而造成的。

【重力波】 gravitywaves 在松散的沉积物的表面层中，具有很低的横波波速的简正型波列，在长周期情形下可以明显地受到重力的影响。它与流体层中的重力波近似。所谓大震震中区中看到的具有大振幅、长周期特征的“可见波”就被认为是重力波。

【地滚波】 ground roll 爆破地震学中常用的一个术语，是指爆炸产生的面波。其特征是波速低、频率低、振幅大，并且在松散物质组成的表面层，叠加在高速岩石上的低速沉积岩附近的区域里出现。因而地滚波通常是由瑞雷波组成的。

【导波】 guided waves 岩层上、下界面中的全反射和射线弯曲形成的波叫做导波。SO-FAR 通道中的声波——海洋中的一个低速通道波就是这种导波。由于在几百赫兹频率下声音的吸收系数十分小，所以声音很容易穿过海水。如果把地球表面作为波导的顶部，则瑞雷波、拉夫波以及它们的高阶振型就是导波。

【G 波】 C－wave 是长周期拉夫波的别称。主要是地球内部拉夫波的周期从 40 到 300 秒之间，群速度几乎是常数（4. 4km/sec）。G 波在某种意义上是为了纪念对地震学作出杰出贡献的 Gutenberg 而命名的。G 波约每 2. 5 小时绕地球一周。一个大地震发生后，我们可以按地震图上的到时看到一系列 G 波 G_1、G_2、……，G_n 等。奇数的下角注是指 G 波沿着震中到台站方向的传播，偶数的下角注是沿反方向并经过震中的对□点到达台站方向的传播。



G 波

【首波】 head wave 上下两个半空间中如果存在着波速不同的介质且界面是密接的，则在低速介质中的震源产生地震波后首先观测到的地震波称首波。首波沿界面传播并在低速介质的半空间中具有扩张的锥面状的波阵面。为此，有时也把首波称作圆锥波。常见的首波是在地幔顶部传播的 P_n。

【不均匀平面波】inhomogeneousplane wave 指等振幅面与等相面（或称波阵面）不重合的平面波。其波速低于正常的平面波波速。面波就是不均匀的平面波。在粘弹性介质中的平面波往往也是不均匀的。

【漏能型】 leaking modes　**一般在层状半空间中的简正型波，具有截止频率。若低于此频率，波的相速度将大于半空间中 P 波或 S 波波速，而且能量漏向半空间。漏能型波的振幅随深度成指数衰减。典型的漏能型波就是 PL 波。参见“PL 波”。**

【PL 波】 PL－waves　**当震中距小于 30°左右时，在地震图上 P 波和 S 波之间有一组周期为 30—50 秒的长周期波。它不仅有正常频散（即周期越大的波到达得越早），而且质点振动呈椭圆运动，这种波称 PL 波。一般认为这是地壳地幔波导中的漏能型波。观测表明，PL 波的出现与否跟地壳上地幔结构有关，因此有人开始利用 PL 波来研究大陆架和地壳上地幔结构。**

【耦合 S 波的 PL 波】 shear－coupledPL－waves　**是震中距到 80°的记录图上出现在 S 波后面的一串长周期波列。一般认为是 s 波与 PL 波的耦合，也有人观测到 PL 与 S5 和 SSS 波的耦合。**

【史东雷波】 Stoneley wave **又称斯通利面波。两弹性介质平界面附近传播并具有最大振幅的界面波。史东雷波主要发生在固—液界面上。但当同—固介质中界面两侧横波速度几乎一样时，在固—固介质的界面上也会出现史东雷波。**

【T 相】 T－phase　**T 表示第三种（即在 P 波与 S 波后）波。主要在岛上或海边的台站上接收到，并且地震波主要通过海洋途径传来台站。当地震波在海洋中传播时，波速为水中声速，也许是 SOEAlR 通道中的波速，所以比 S 波和 P 波迟到。**

【WKBJ 近似】 WKBJ approximarion　**是目前在地震学、无线电电波传播及声学等学科中广泛应用的一种近似方法。WKBJ 是著名的数学物理学家 Wentzel，Kramers，Brillouin　和杰弗里斯（Jeffreys）名字的缩写。主要应用于研究波速随球体径向变化时的波动方程近似解。由于它本质上是通过近似方法，简化求解一些二阶变系数常微分方程，如：**

$$\frac{d^2y}{dx^2}+\omega^2\,[S(x)]^2y=0,$$

所以也可用来求得某些特殊函数（如勒让德 Legendre 函数）的渐近近似展开，使一些地球物理问题通过电子计算机得到顺利解决。

【全波理论】 full wave theory　**是目前地震学中逐渐受人注意的一种理论。其宗旨是在推断震源机制、地下介质结构时必须与观测到的地震图密切联系，充分地利用地震图上的信息。当存在高速层时，WKBJ 方法不再适用。在数学上利用 20 世纪五十年代美国数学家兰格（Langer）等人对微分方程渐近近似的研究成果，可以研究波传播中的隧道效应、焦散效应和扭转点等现象并给出定量结果。**

【波的频散】 dispersion of wave　**又称波散。指波速与频率有关的现象。这里，波的传播速度是指波的相速度，即同位相面（如波阵面）的传播速度。例如表示单色平面波的方程式：**$X=A\cos\omega\left(t\ \frac{X}{\upsilon}\right)$**。式中 υ 是相速度，即在介质中相同周相振动点的轨迹所形成的面的移**

动的速度。由于频散，例如拉夫波，在记录图上就会出现一系列正弦型波列（或称波包），每个波列的运动速度称群速度。群速度可由波列通过的路程与其振幅的走时之比来确定。对于波长为 λ、相速度为 υ 的波列，由它与其邻近波长和相速的波所组成的波列的群速度为 $U = V - \lambda \frac{dV}{d\lambda}$。由于$\frac{dV}{d\lambda}$可正可负，所以群速度可小于也可大于相速度。当$\frac{dV}{d\lambda}=0$ 时，即不同波长的波具有相同的相速度时，群速度与相速度相同，也就不存在波散了。

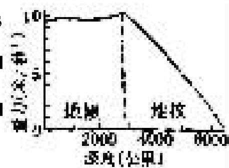
【波的相速度】 phase velocity of wave 指波的同位相面（如波阵面）的传播速度。即在介质中有相同周相振动点的轨迹所形成面的移动速度，参见“波的频散”。

【波的群速度】 group velocity of wave 指波在传播中每个波列的运动速度。它实际上代表了波动过程中能量传播的速度。详见“波的频散”。

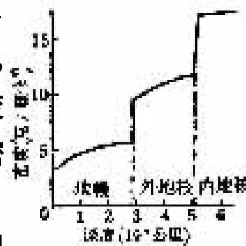
【波速异常】 velocity anomaly of waves 传播地震波的地下介质，受到拉伸或挤压时，会使通过它的地震波的传播速度发生变化，这种变化简称波速异常。实践证明，大地震发生前，往往在孕震区附近出现波速异常，因此，利用测震分析，从波速异常去推断大地震的发生时间、地点和强度，是一种值得重视的手段。然而，波速异常一般很小，往往不大于 10%，从而，要求测震工作有准确的“时间服务”，即计时误差不能太大。

【频散曲线】 dispersion curve 表示频散波的周期或波长与波速关系的曲线。横坐标表示波的周期或频率，纵坐标表示群速度或相速度，连接的曲线称频散曲线。

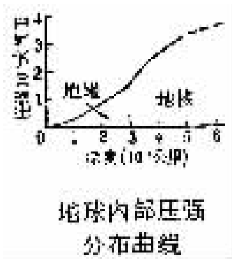
【地球内部重力分布曲线】 gravity distribution curve in the Earth's interior 表示重力在地球内部的分布随深度而变化的曲线。重力的这种分布与地球内部物质密度的分布有密切联系，地球内部密度分布有各种不同的模型。图中所示的重力随深度变化的曲线，是根据布拉德（Bu-lard）所做的密度分布假定得出来的。图中可见，从地表向下，重力值大体随深度而增大，但至地核界面（2898 公里）便开始直线下降，到地心其值则降为零。



【地球内部密度分布曲线】density distribution curve in the Earth's interior 表示地球内部密度的分布随深度而变化的曲线。从图中可见，密度在地球内部有几次跃变，其深度恰好与地震波传播速度发生跃变的深度一致。地壳中岩石的平均密度约 2.90 克/厘米^3，上地幔中的密度约从 3.32 克/厘米^3 上升到 4.49 克/厘米^3，下地幔中的密度从 4.60 克/厘米^3 上升到 5.68 克/厘米^3。在地核内从 2898 公里到 5154 公里的深度范围内，密度从 9.71 克/厘米^3 上升到 11.76 克/厘米^3，称外地核；从 5154 公里到地心，称内地核，密度从 16.8 克/厘米^3 上升到 17.2 克/厘米^3。

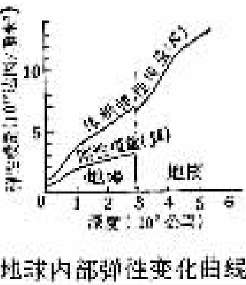


【地球内部压强分布曲线】 pressurc distribution curve in the Earth's interior **表示地球内部压强的分布随深度变化的规律（如图）。压强随深度的增加而增大，在地心约是 3.5×10^6 个大气压，相当于核爆炸时冲击波所具有的压强数值。迄今在实现这样巨大而又持久的压强条件。地球内部的压强分布对于研究地球内部物质的状态和性质是十分重要的。**



地球内部压强分布曲线

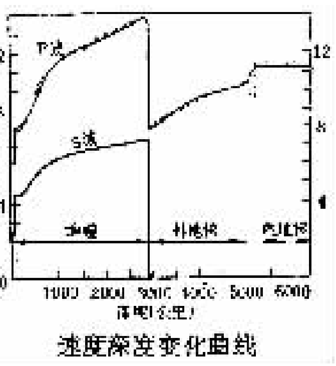
【地球内部弹性变化曲线】 variation of elastic parameters in the Earth's interior **表示地球内部弹性模量的分布随深度变化的规律（如图）。一般用切变模量或刚性模量（μ）和体积弹性模理（κ）表示地球内部物质的弹性特征。在地壳和地幔的最上层，切变模量（μ）随压强的增加而增大，切变模量与深度变化的关系目前还不大清楚。体积弹性模量（κ）除与物质有关外，还与压强有关，当压强从 1 增大到 1500 个大气压左右时，κ 值的增大比较迅速；但当压强进一步增大时，κ 值的增大速率反而变小，这种情况可能与温度上升有关。**



地球内部弹性变化曲线

【速度深度变化曲线】 velocity distribution curve in the Earth **表示地震波传播速度随深度而变化的曲线（如图）。**

图中实线是 B，古登保（B. Gugenberg）的速度深度变化曲线，虚线是杰弗里斯（Jeffreys）提供的速度深度变化曲线。从图中可见，地震波传播速度在地表以下的各个深度上并不相同，且有明显的跃变。根据速度与介质密度、以及介质弹性性质的关系，推断波速的跃变是与物质性质突变相联系的。因此，利用地震波资料，可以把地球内部分成几个圈层，定出圈层界面的深度和各层厚度，进而建立地球分层模型。



速度深度变化曲线

古 地 磁 学

【古地磁学】 paleomagnetism 是研究地质时期地球磁场的性质，变化及其与地球发展过程中各种现象之间关系的学科。它的研究内容和应用范围主要包括三个方面：①地磁学方面，是通过对各个地质年代古地磁资料的研究，了解地磁场的演变历史和规律，为地磁场起源的理论和长期变化的机制提供资料依据，②岩石磁学方面，研究岩石和矿物在地磁场中的各种磁化过程、剩余磁化强度的特征和它们与地磁场、岩石结构和所处的外界条件（如温度、压力等）的关系，以及岩石和矿物的磁稳定性，从而为古地磁学的研究和磁法勘探成果的解释提供理论依据；③在地质学上应用方面的研究，通过对不同地质年代岩石磁性的研究，可进行地层对比，尤其对缺少化石的沉积岩和火成岩具有更重要的意义。通过同一时代的地层各部分岩石剩余磁化强度方向的对比，可以探讨岩石的构造变动情况，为解决某些地质构造问题提供论据。此外，地质年代中地磁极运动的资料，对研究气候带的变迁、纬度的变化等古气候、古地理问题具有重要的意义。古地磁学是本世纪五十年代以来新兴的一门学科，发展较快。近几年来，根据海洋磁测和古地磁场倒转资料对海底扩张的研究，有力地推动了板块构造学说的发展，从而引起了对古地磁学的普遍重视。

【古地磁】 paleomagnetism 相对现代地磁而言。特指过去地史时期中的地磁。

【古地磁地层学】 pale omagneticstratigraphy 又称磁性地层学（ma－gnetostratigraphy），是古地磁学的一门分支学科。系根据古地磁学的原理和研究方法划分和对比地层，并研究地层形成条件的学科。通常古地磁地层学采用的方法有古地磁极法，古地磁极性法；古地磁参数比较法等。

【磁性地层学】 magnetostraigra－phy 即“古地磁地层学”。

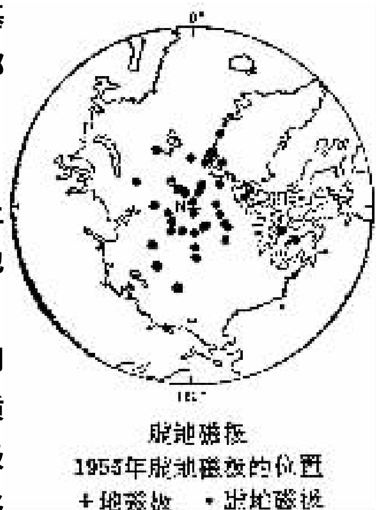
【岩石磁学】 rock magnetism 自然界的矿物按照磁学特性，可以分为铁磁性的、顺磁性的和逆磁性的矿物，研究岩石和矿物磁学性质的学科称岩石磁学。它与古地磁学具有十分密切的联系。岩石和矿物磁性的获得与它们所含的铁磁性成分及外界磁场有关。岩石磁性的研究对磁法勘探和对地壳物质组成的研究都具有重要意义。

【考古地磁学】 archaeomagnetism 古地磁学的一个分支。是利用史前时期和有史以来各时期的文物，如陶瓷、砖石等烧结时获得的热剩磁化强度，研究古代地磁场长期变化的同时通过对文物的热剩余磁化强度的研究，确定文物的时代。因此，它与考古发掘工作有较密切联系，故称考古地磁学。

【地磁极】 gecmagnetic pole，terrestrial magnetic pole **又称地球磁极。地球是一个大磁体，从地磁测量中发现在地理南北极附近各有一个磁极（实际上是两个小区域），在这两个区域内，地磁场强度、矢量方向与地表垂直，即磁倾角等于 90°，或地磁场水平分量强度等于 0，这样定义的磁极又称倾角极。位于地理北极附近（约 76°N，101°W）的磁极是北地磁极（极性是 S），位于地理南极附近（约 60°S，140°W）的磁极是南地磁极（极性是 N）。它们的位置既不对称也不固定，而是在缓慢地变动。另外根据地球是均匀磁化球的概念而定义的地磁极，是指均匀磁化地球的磁轴与地面的交点，即位于地理北极附近（79°N，70°W）的交点是地磁北极，位于地理南极附近（70°S，110°E）的交点是地磁南极。它们的位置南北对称，同时随磁轴的变化在缓慢地变动。在某些地磁现象的观测中，常用到地磁经、纬度的概念，其坐标就是以上述定义的地磁极做极点的。**

【倾角极】 dip pole **即“地磁极”。**

【古地磁极】 paleomagnetic pole **指通过测量某一地质年代岩石的剩余磁化强度的方向求得该地质年代的地磁极位置。测定时所用的一套岩石定向标本，数量及时间的分布上应有一定的代表性。如果岩石标本在时间的分布上代表的阶段小于 10^3 年，则从地质时间尺度来看，它们的磁化强度方向只能反映瞬时的地磁场方向，据此定出的磁极称虚地磁极。但也有人把古地磁极就叫做虚地磁极，以区别于实测的现代地磁极。在求古地磁极时假定地磁场在地质时期也具有偶极子场的形式，同时地磁极也象近期一样，在地理极周围不断变化，所以在大于 10^3 年的一段时间里所求得的古地磁极平均位置基本上代表了这一时期古地磁极的位置。上述假定已得到部分证实。**

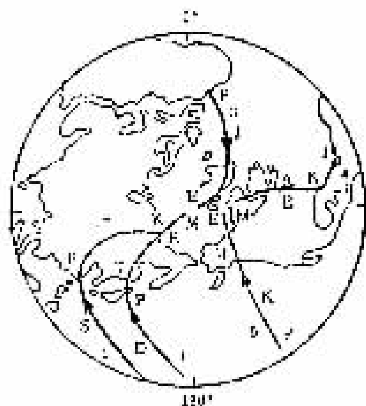


虚地磁极
1955年虚地磁极的位置
+ 地磁极　• 虚地磁极

【虚地磁极】 virtual（imaginary）geomagnetic pole **测定古地滋极时所用的一套岩石定向标本，在时间分布上所代表的阶段小于 10^3 年时，定出的地磁极称虚地磁极。也有人把古地磁极叫虚地磁极。**

【古地磁极移动】 paleomagneticpolar wandering **利用同一大陆块上的古地磁资料定出的古地磁极，在不同地质年代处于不同的地理位置，这种位置的变动叫做古地磁极移动，把这些磁极位置按年代顺序连成的曲线叫做磁极移动曲线。不同大陆的古地磁资料连成的磁极移动曲线不同，说明在地质时期中各大陆块之间发生了相对运动。**

【磁极移动曲线】 curve of magne－licpolar wandering 指将过去不同时期地磁极移动的位置，按时间顺序连成的曲线。详见“‘古地磁极移动”。



古地磁极移动轨迹
1.欧洲；2.北美；3.澳大利亚；4.印度；5.非洲
D.泥盆纪；P.二叠纪；T.三叠纪；S.志留纪；J.侏罗纪；K.白垩纪；E.始新世；M.中新世

【地磁子午圈】 aeomagnetic meridian 地球表面上通过地磁北极和地磁南极的无数大圆称地磁子午圈。人们规定通过地理北极的地磁于午圈为起始地磁子午圈（地磁经度是0），通过地球表面上任意一点的地磁子午圈和起始地磁子午圈之间的夹角即为该点的地磁经度。地面上任何一点的位置可以用地磁经度和地磁纬度（或地磁余纬）来确定。

【起始地磁子午圈】 prime geomag 指地球表面上通过地磁北极和地磁南极，同时又通过地理北极的地磁大圆，称为起始地磁子午圈，它的地磁经度为0°。

【地磁经度】 geomagnetic longitude 地磁坐标之一。指地球上各地的地磁子午线与起始地磁子午线的丧角。参见“起始地磁子午圈”。

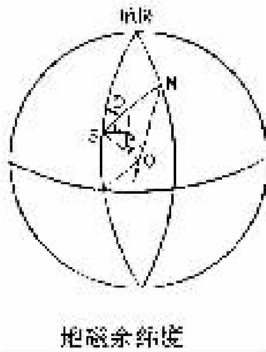
【地磁纬度】 geomagnetic latitude 是仿照地理经、纬度建立的一种地磁坐标系。以地表上磁倾角为零的各点的连线作为地磁赤道，为地磁的0纬度线。从0纬度线到地磁南北两极沿地磁子午圈按相等弧长各分为90分度，即为地磁纬度。地表上某点与地磁0纬度线间的夹角即为该点的地磁纬度。在北半球的即为地磁北纬；南半球的则为地磁南纬。它与地磁余纬度互成余角，即地磁纬度＝90°～地磁余纬。

【地磁余纬度】 geomangetic cclati－tude 地球表面上任意一点沿地磁于午圈到临近的一个地磁极之间的角距离，即通过该点的地球半径与均匀磁化轴之间的夹角，叫做该点的地磁余纬度。它与地磁纬度互成余角，即余纬度＝90°－纬度。在研究某些地磁问题时，常用地磁余纬度和地磁经度作为地面上一点的坐标。地面上一点的地磁余纬度P与该点的磁倾角I有如下关系：

$$\mathrm{cotp}=\frac{1}{2}\mathrm{tanI}。$$

因此，测定一点的磁倾角便可定出该点的地磁余纬度。图中N为地磁极（均匀磁化轴与地表交点），角P为S点的地磁余纬度。D为S点的磁偏角；I为S点的磁倾角。

【均匀磁化轴】homogeneous magnetization axis　**为了近似地描述地球的磁场，将地球等效地看做是一个均匀磁化的球体。以此均匀磁化球体的轴来代表地球的磁轴，称均匀磁化轴。它与地球表面的两个交点，定义为地球的地磁两极。**



地磁余纬度

【轴向地心磁偶极子假说】the hypothesis of axial geocentric dipole　**是描述地磁场的一个假说。分析地磁观测资料，认为地磁场的主要部分与一个均匀磁化球体的磁场近似，可把它等效地看做一个位于地心的磁偶极子的磁场。因为在**10^3**年时间以上取平均值时，磁偶极子的方向与地球转动轴一致，因此有人提出地磁场在几千年内的平均状态是一个轴向地心磁偶极子磁场。这个假说不仅被现代地磁观测资料所证实，而且根据古地磁资料所给出的上新世以来的地磁极位置与地理极位置的一致性，也证实了它的真实性。但是这个假说并不能解释所有的地磁现象，如极性倒转等。**

【古地磁场】palaeomagnetic field　**相对现代地磁场而言，特指过去地史时期中地球的磁场。**

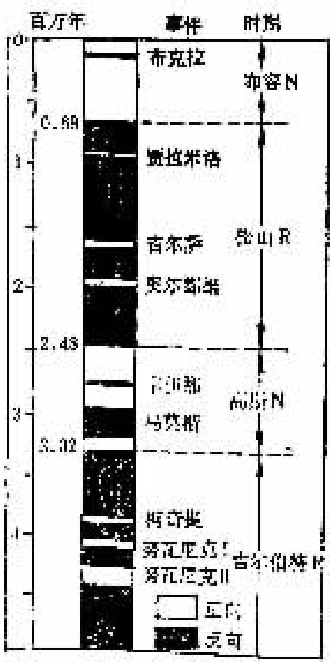
【地磁场倒转假说】the hypothesis of reversals of geomagnetic field　**地磁场倒转现象最初是在岩石剩余磁性测量中发现的。在解释这种现象时有人提出，岩石磁化方向与现在地磁场方向相反，可能是由于岩石形成时的地磁场方向与现在的地磁场方向相反的缘故，由于当时还不能完全肯定，所以叫做地磁场倒转假说。近年来大量的古地磁资料证明，在地磁场历史中，地球磁场的方向确曾多次发生倒转。根据电磁流体力学的地磁场成因假说，或其他地球物理过程的推测，只要形成地磁场的某种因素发生变化，造成某种不稳定，这种倒转的发生是完全可能的。此外，在天文观测中也曾多次发现不少星体的磁场经常发生周期性的极性倒转现象。地磁场倒转现象的发现和证实，对探索地磁场成因极为重要。目前对倒转的详细机制尚在探讨中。**

【地磁场倒转】reversal of geomagnetic field　**指地球磁场的方向发生**180°**的改变，也就是地磁两极的极性发生的倒转现象。目前对倒转的详细机制尚在探讨中。参见“地磁倒转假说”。**

【正向场】normal field　在研究地史时期中地磁场的极性变化时，一般规定：凡与现代地磁场的分布方向相同（极性相同）的，为正向场；凡与现代地磁的分布方向相反（极性相反）的，称为反向场（reversed rield）。

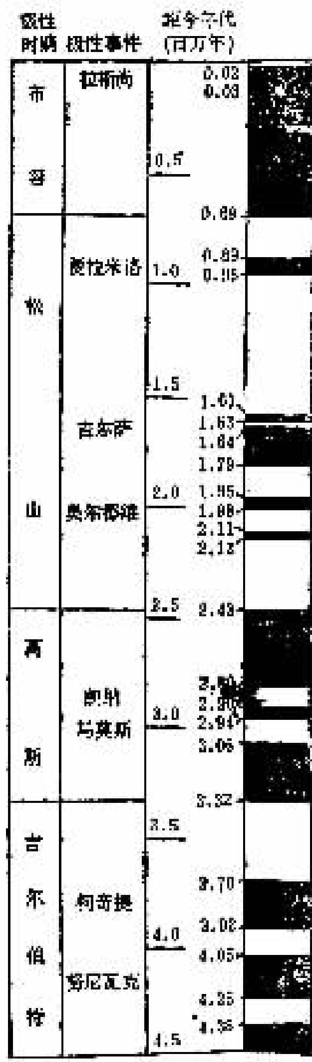
【倒转场】reversed field　又称反向场，是地史时期中与现代地磁场的分布方向相反（极性相反）的地磁场。

【反向场】reversed field 即“倒转场”。



1
地磁极性时间表
1. 据A. 考克斯，
2. 据C. S. 格罗姆

【地磁极性时间表】geomagnetic polarity scale　又称古地磁年代表，是根据地球磁场倒转具有全球性和同时性的特点，结合所研究岩石的同位素年龄测定数据，编制过去地磁场极性倒转的时间序列。目前已比较确切而系统地编出了过去450万年以来的地磁极性时间表。它包括四个极性期，自老而新有吉尔伯特反向期、高斯正向期、松山反向期及布容正向期。在表中每一个大的正向或反向时期中，极性还有一些持续时间较短的倒转，叫做“倒转事件”。利用地磁极性时间表，可以根据磁异常带的分布状况，确定岩石的年龄和对比地层。近年利用地磁极性时间表研究海上磁条带异常论证海底扩张，受到普遍的重视。图（1）为A. 考克斯（A. Cox）1969年制定的，得到第24届国际地质学会地层学委员会下设的地磁极性时间表小组委员会推荐，作为公认的标准使用。图（2）为C. S. 格罗姆（C. S. Grommé）于1971年在A. 考克斯年表的基础上修订而成的。两表的区别为，对松山倒转期中极性事件的划分上存在着不同的看法。



2

【古地磁年代表】palecmagnetic chronological scale **即“地磁极性时间表”。**

【极性期】polarity epcch **又称极性时期。指在整个地球磁场历史的一个时间阶段中，地磁场的方向以正向或者反向占主导的极性方向的时期。每个极性期，常以在地磁学研究领域中有贡献的学者的名字而命名，如布容正向极性期、松山反向极性期等。**

【极性时期】polarity epoch **即“极性期”。**

【极性事件】polarity events **又称倒转事件。指地史时期地磁场极性倒转变化中时间短暂的变化，一次持续的时间只有**10^4—10^5 **年左右，在地磁年表中的松山倒转期就包括有贾拉米洛、吉尔萨、奥尔都维等极性事件。**

【倒转事件】reversal events **即“极性事件”。**

【吉尔伯特倒转期】Gilbert roversed epoch **又称吉尔伯特反向期。在地磁场极性变化的历史中，由距今**332 **万年上溯到**450 **万年这一段时期中，地磁场以反向极性为主，定为反向极性期。并以对地磁学有过重大贡献的英国科学家吉尔伯特（**Gilbert**）的名字来命名，故称吉尔伯特倒转期。**

【吉尔伯特反向期】Gilbert reversed epoch **即“吉尔伯特倒转期”。**

【高斯正向期】Gauss normal epoch **又称高斯正常期。指在地磁场极性变化的历史中，由距今**243 **万年上溯到前**332 **万年这一段时期中，地磁场以正向极性为主，定为正向极性期。并以对地磁学有过重大贡献的德国科学家高斯（**Gauss**）的名字来命名，故称高斯正向期。**

【高斯正常期】Gauss normal epoch **即“高斯正向期”。**

【松山倒转期】Matsuyama reversed epoch **又称松山反向期。指在地磁场极性变化的历史中，由距今**69 **万年上溯到前**243 **万年这一段时期中，地磁场以反向极性为主，定为反向极性期。并以对地磁学有过重大贡献的日本科学家松山（**Matsuyama**）的名字来命名，故称松山倒转期。**

【松山反向期】Matsuyama reversed epoch **即“松山倒转期”。**

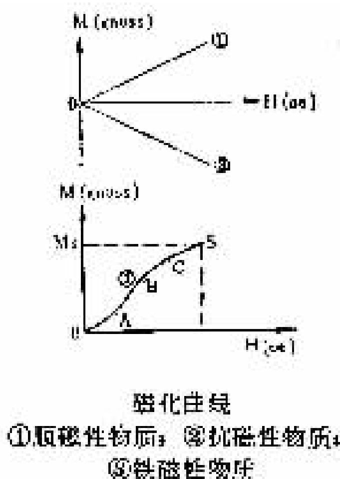
【布容正向期】Brunhes normal **又称布容正常期。指在地磁场极性变化的历史中，由现在上溯到前**69 **万年这一段时期中，地磁场以正向极性为主，定为正向极性期。并以对地磁学有过重大贡献的法国科学家布容（**Brunhes**）的名字来命名，故称布容正向期。一般认为是中更新世以来的时期。**

【布容正常期】Brunhes normal epoch　即“布容正向期”。

【磁化】magnetization，magnetized 外磁场把铁磁物质中经自发磁化形成的各磁畴的磁矩，从不同方向转到磁场方向或接近磁场方向，因而对外显示磁性的过程，称为磁化。

【磁化强度】magnetizarian　指反映物质磁化状态（磁化方向和程度）的物理量。它具有一定的大小和方向。其定义是单位体积内各个磁畴、磁矩的矢量和。如果在铁磁物质内取一宏观体积元 ΔV，在这个体积内包含大量的磁畴。当此物质被磁化后，用 $\sum m_{畴}$ 代表 ΔV 内所有磁矩的矢量和，测磁化强度矢量可表为：$m=\frac{\sum m_{畴}}{\Delta V}$

【磁化曲线】magnetization curve　是表示磁化强度与磁场关系的曲线。抗磁性物质和顺磁性物质的磁化曲线呈直线性关系；铁磁性物质的磁化曲线则具有很复杂的形状（如图）。显然，铁磁性物质的磁化强度从起始时就很快地增加，然后达到饱和。这一饱和值 m_s 随温度的升高而下降，一定的物质当超过某一定温度 T_c（居里点）时，所有铁磁性完全消失，此时铁磁体便转变为顺磁体，其磁化曲线便成为直线性。



磁化曲线
①顺磁性物质；②抗磁性物质；
③铁磁性物质

【反向磁化】revensed magnetization　在古地磁研究中，已经发现，无论是沉积岩系还是火山岩系中，都普遍存在着与产地的现代地磁场的方向几乎完全相反的天然剩余磁化强度。而且地质剖面的一定层位上极性方向互相交替地变化。它的磁轴方向接近于现代地磁场方向，指向北方的称正向磁化，指向南方的称反向磁化。岩石反向磁化的起因有两种假说：一种叫自发反向假说，认为将所有的反向磁化都应使用引起岩石为地磁场反向磁化的物理、化学过程来解释；另一种叫地磁场倒转假说，认为反向磁化是在岩石形成时的地磁场具有与现代地磁场相反方向的结果。从现代观点看来，局部发生自发反向是可能的，但同一时代全球规模发生磁化反向是难以理解的。理论上地球可以自身产生地磁场倒转，根据古地磁资料推

断，在地质年代中已发生过多次倒转。

【磁稳定性】magnetic stability　岩石能够保持原生剩余磁化强度的程度。岩石的原生剩余磁化强度，在地质年代中经历各种作用（热、磁、机械力的作用及化学变化等）后，它的数值将发生不同程度的变化。数值变化小的说明它的磁稳定性强，数值变化大的说明它的磁稳定性弱。只有磁稳定性强的岩石才适用于古地磁研究。鉴定岩石磁稳定性，有野外方法和实验室方法，前者是通过检查方位变动后的岩层或岩块各部位的剩余磁化强度在空间的取向来确定。如果剩余磁化强度的空间取向与岩石变动的方向一致时，则说明岩石的磁稳定性强。这是一种定性的方法，不能准确地、定量地鉴定岩石的磁稳定性。实验室鉴定，是使岩石标本经受一些人为的影响后，根据它的磁化强度的变化程度，确定它的磁稳定性。

【永久磁性】permanent magnetism　某些材料制成的磁性体，经外磁场磁化再除去外磁场后，还能对外界产生较强的恒定磁场，称永久磁场。这种无外磁场的磁性体所具有的磁性称永久磁性。

【剩余磁性】remanent magnetism　铁磁性物质受到外磁场的作用而磁化成为一个磁体。当把这个外磁场去掉以后，整个磁体的磁化强度并不完全消失，而是继续保留一部分，这部分保留下来的磁化强度叫做剩余磁化强度。物质通过这样的过程获得的磁性叫做剩余磁性。

【天然剩余磁性】natural – remanent magnetism　指岩石和矿物生成以来所具有的磁性。详见“岩石磁学”，英文缩写为 NRM。

【热剩余磁性】thermoremanent，magnetism　火成岩生成过程中磁性矿物冷却到居里温度以下时所获得的磁性，在古地磁学中称热剩余磁性，英文缩写为 TRM。

【原生剩余磁性】primary remanent magnetism　岩石中含有的铁磁性矿物，其生成过程中获得的剩余磁性称原生剩余磁性。岩石原生剩余磁性的方向反映了岩石生成时期的地磁场方向，它是古地磁学研究的基本依据之一。

【化石磁性】fossil magnetism　岩石的原生剩余磁性与古生物化石一样可以用来确定或对比地层的年代，因此，也有人把岩石的原生剩余磁性称化石磁性。

【磁粘滞衰减】magnetic viscositv decay　实验证明，铁磁体在磁场里滞留的时间和磁场消失后所经过的时间，对正常剩余磁化强度会产生非常重要的影响，特别是在弱磁化磁场的情形下更为显著。岩石在一定的温度和一定的磁场中磁化时，它的磁化强度随着磁场作用时间的延长而增加（与时间的对数成正比）。在磁场中长期滞留后产生的剩余磁化强度，称粘滞剩余磁化强度；如果岩石得到初始磁化，则在磁场消失后，磁化强度随时间的推移而衰减（也和时间的对数成正比）。这两种现象统称磁粘滞效应，而后者又称磁粘滞衰减。因为任何岩石在漫长的地质时期中都或多或少地受到粘滞剩磁的影响，故它在古地磁研究中必须考虑。Neel 曾提出热骚动作用可越过磁畴势量的理论，用以解释岩石的磁粘滞现象。

【天然剩余磁化强度】natural re manent magnetization（NRM） 矿物和岩石都有不同程度的磁性，这种磁性是在自然过程中获得的，称天然剩余磁化强度。它是由原生磁化强度与次生磁化强度组成。某些情况下，原生剩余磁性是岩石形成时获得的磁性，它的磁轴沿着当时的地磁场方向。通过天然剩余磁性的研究，可以确定古代地磁场的方向和强度。天然剩余磁化强度有：热剩磁、沉积剩磁、化学剩磁、粘滞剩磁、等温剩磁、无滞剩磁、压剩磁、冲击剩磁等。

【等温剩余磁化强度】isothermal remanent magnetization 岩石（或其他磁性材料）在外磁场作用下的磁化强度，是表示岩石磁化程度的物理量。如果在岩石获得磁化的整个过程中温度保持不变，这种磁化过程就叫等温磁化过程。在等温磁化过程中获得的剩余磁化强度称等温剩余磁化强度（IRM）。

【粘滞剩余磁化强度】viscous re manent magnetization 岩石（或其他磁性材料）在外磁场作用下磁化时，在一定条件下磁化强度随外磁场作用时间的持续而不断增大，这种效应叫做磁粘滞效应，由于作用时间延长所增加的剩余磁化强度的物理量，叫做粘滞剩余磁化强度（VRM）。磁粘滞效应的另一个内容是，当岩石获得剩磁后，它的剩余磁化强度将随时间而衰，减这种作用称磁粘滞衰减。磁粘滞效应在古地磁研究中应特别注意，磁粘滞衰减会使岩石原生剩余磁化强度减弱，而次生的粘滞剩磁又做为一种干扰因素叠加在原生剩磁上，从而改变岩石剩磁的方向。但另一方面也可根据岩石原生剩磁的粘滞衰减程度，研究岩石年龄。

【饱和磁化强度】saturation magnetization 是铁磁性物质的一个特性。铁磁性物质在外磁场作用下磁化，开始时，随着外磁场强度的逐渐增加，物质的磁化强度也不断增大；当外磁场增加到一定强度以后，物质的磁化强度便停止增加而保持在一个稳定的数值上，这时物质达到了饱和磁化状态。这个稳定的磁化强度数值就叫做这个物质的饱和磁化强度。不同种类的铁磁性物质，饱和磁化强度的数值也不同。

【碎屑沉积剩余磁化强度】detrital remanent magnetization 沉积岩在沉积过程中，其中铁磁性矿物碎屑沿着当时地磁场的方向，作定向排列。当沉积物固结成岩后，这种定向排列就会保留下来。成岩矿物所保留的剩余磁化强度的物理量，就叫做碎屑沉积剩余磁化强度（DRM）。利用沉积岩进行古地磁研究时，碎屑沉积的剩余磁化强度是一个主要依据。

【非磁滞剩余磁化强度】anhysteretic remanent magnetization 铁磁体在交变磁场退磁的过程中，同时受到一个恒定外磁场的作用，在交变磁场的振幅缓慢而连续地减小至 0 时，铁磁体所获得的磁化强度，叫做非磁滞剩余磁化强度（ARM）。在古地磁研究中，特别是在交变磁场退磁的稳定性试验中，它是一种干扰因素。

【化学剩余磁化强度】chemical remanent magnetization（CRM） 又称结晶剩余磁化强度。一个无磁性的矿物，由于它的化学成分或结晶状况起了变化，成为磁性矿物，再受磁场作用后获得剩余磁性，称化学剩余磁性。它在古地磁中常被视为干扰因素。表示剩余磁化强度的物理量，称为化学剩余磁化强度。另一方面，当铁磁体从溶液里结晶或再结晶时，也会产生化学剩余磁性，许多变质岩和沉积岩都可能具有结晶剩余磁性。Neel 曾提出热剩余的单畴（Single domain）理论来解释岩石的结晶剩磁。

【结晶剩余磁化强度】crystallization remanent magnetization 即“化学剩余磁化强度”。

【磁清洗】magnetic cleaning 又称退磁。岩石的天然剩余磁性通常是由原生剩余磁性和次生剩余磁性，如等温剩余磁性、粘滞剩余磁性等组成。它们在古地磁的研究中是一种干扰因素。由于它们的磁稳定性一般较原生剩余磁性弱，所以可通过一定的处理将不稳定成分除掉。这种处理过程称磁清洗。用外加磁场（恒定的或交变的）的方法处理时叫做磁法磁清洗，或简称磁清洗：用加热或低温方法处理时叫做热法磁清洗，简称热清洗；用化学方法处理时叫做化学磁清洗。磁清洗在古地磁工作中是一项重要的步骤，它直接影响测定成果的可靠性。因此，磁清洗技术的改进，也是古地磁研究的内容之一。

【退磁】demagnetization 即“磁清洗”。

【磁法磁清洗】magnetical cleaning 古地磁研究中用外加磁场（恒定的或交变的）的方法处理岩石磁性中的不稳定成分（干扰因素）的过程，称磁法磁清洗。

【热法磁清洗】thermal magnetic cleaning 古地磁研究中用加热或低温方法处理岩石磁性中的不稳定成分（干扰因素）的过程，称热法磁清洗。

【化学磁清洗】chemical magnetic cleaning 古地磁研究中用化学方法处理岩石磁性中的不稳定成分（干扰因素）的过程，称化学磁清洗。

【居里点】Curie pcint 又称居里温度。是铁磁性物质的一个重要特性参量。铁磁性物质有各种特性，如磁畴（铁磁性物质内自发饱和磁化的小区域）结构；磁滞现象（磁化强度的变化落后于外磁场的变化）；有剩余磁化强度和饱和磁化强度等。当温度上升到某一温度时，铁磁性物质的这些特性全都消失，而呈现顺磁性，这个温度叫居里点或居里温度。不同的铁磁性物质的居里温度不同：如铁是

769℃，镍是358℃，钴是1131℃等。岩石的居里点实际上是所含的铁磁性造岩矿物的居里点。如果一种岩石包含多种铁磁性矿物时，它就具有几个居里点。因此，通过测定岩石的居里点，可以分析岩石所含铁磁性造岩矿物的种类和成分。

【居里温度】 Curie temperature　即“居里点”。

宇宙地学

【宇宙地学】　研究宇宙中各种自然过程相互联系的一门学科。这是随着宇航事业的发展而兴起的一门新学科。苏联西多莱柯认为，宇宙地学的研究目的是解释与地球有关的自然科学的各种过程的规律性，发现它们之间相互联系和相互制约的关系。它的研究方法是综合了各种天文和宇航新技术，以及由此取得的资料来研究地球上大气圈、生物圈、岩石圈和水圈中发生的各种过程及其形成机制，把宇宙中发生的现象和地球上的现象互相论证，统一为一个整体。根据研究对象不同，宇宙地学又可细分为下面四个分支学科：①研究岩石圈的宇宙地质学；②研究大气圈的宇宙气象学；③研究水圈的宇宙水文学；④研究生物圈的宇宙生物学。

【宇宙地质学】space geology　是研究宇宙因素与各种地质现象关系的学科。它应包括天体地质学和天文地质学两大部分。目前对这一术语的涵义的认识存在很大分歧：一部分学者（主要在美国）把宇宙地质学当作天体地质学的同义词；另一部分学者（主要在苏联）把它当作遥感地质学的同义词，即用卫星图象研究地球构造的一门学科。苏联学者西多莱柯（1980）提出的宇宙地质学的涵义比上述两种认识的涵义都要广泛得多，参见“宇宙地学”。

【天体地质学】astrogeology　又称地外地质学，是应用地质学、地球化学和地球物理学的原理和方法，研究地球以外的各种天体，主要是研究太阳系中的凝聚体和气体的性质、成因和历史。此词原系利西维奇于 1877 年首次提出，作为天文学的分支学科；现在认为是介于地质学和天文学的边缘学科，并属地质学的一门分支学科。研究内容主要有：①对其它星体（火星、月球等）进行遥感观测和现场勘查；②研究来自天外的标本（如陨石、玻陨石等）或带回地球的样品（如月岩样）的化学组成、矿物形成和变化史；③研究太空地质作用在现在和过去对星体的影响（如陨石冲击、太阳能辐射、潮汐作用等），首先是研究陨石，其次是利用望远镜光谱学；④研究各天体的地质演变历史。在六十年代、七十年代，天体地质学的涵义更为广泛。随着对行星研究的进展，又有了月球地质学、行星地质学、小行星地质学、陨石学等分科。

【天文地质学】astrogeology　应用天文学的研究方法、观测资料和研究成果，来探讨和解释地球上各种地质现象的成因和演化规律性的学科。天文地质学所研究的内容十分广泛，是一门包括了天文、地质两大学科在内的高度综合性的边缘学

科。天文地质学的基本任务是：①研究各种天文因素对地球地质发展的影响；②研究岩石圈与各种宇宙物理场（引力、电磁波、微粒流等）的相互作用及后者对地球深部和生物圈、大气圈、水圈的影响；③深入研究地球的起源和早期演化规律。有人把天文地质学归于天体地质学的一个组成部分，但两者的研究对象不同，目的任务亦有很大区别，故将天文地质独立成为一个学科是必要的。

【天文地球动力学】 astrogeodynamics 用天文学方法研究地球的各种运动状态及其力学机制的一门学科。它是天文学与地学（包括地质、构造、地震、地质力学、地球物理、地球化学等学科）相互渗透发展起来的一门新兴的边缘学科。它所研究的运动包括地球的自转和公转运动，以及地球的大气圈、水圈、地壳、地球内部的物质运动。其机制涉及到地球内部的物性、结构、运动、相互作用，地磁场和重力场的结构、变化；大气圈和水圈的物质运动等。天文地球动力学不仅具有基础理论研究方面的重大意义，而且具有很大的实用价值。诸如地球自转速度与极移的研究，地块变形和地块、岩块运动、板块运动和断层位移、地下矿藏和能源分布等方面都具有重要的实用价值。天文地球动力学研究的课题包括有：地球自转速度变化的规律和机制，极移的规律和机制，地块、岩块、板块运动及其推动力，固体潮参数的确定，地球重力场及其变化以及地球内部结构对地球运动的影响等方面。

【空间天文学】 space astronomy 在高层大气和大气外层空间进行天文观测研究的一门学科。按观测波段，它又派生出红外天文学、紫外天文学、X 射线天文学、γ 射线天文学等分支。空间天文学最大的优越性就在于它彻底摆脱了地球大气这一天然屏障，将天文学推进到了全波天文学研究的新阶段。当前能够将波长 10^{8} 厘米到 10^{-13} 厘米范围内的各类天体辐射来的信息，全面加以研究。空间天文学最初是从研究地球辐射环境和外层空间静态结构开始的。继之发展为探索太阳和行星际空间以及银河系、河外辐射源。空间探测技术的飞速发展，使空间天文学取得了一系列重大成就：首先探测发现了地球周围的范爱伦辐射带，由此导致了对地球磁层的发现；其次，对太阳风、行星际磁场方面的探测也已取得很大成就；对月球的详细研究，已经单独发展成一门叫做月球地质学的分支；此外对金星、火星、木星、土星的直接探测或近距离探测，也有一系列的重大发现。空间天文学的发展正在促使整个天文学的面貌日新月异，是一门值得重视的发展中的新学科。

【宇宙化学】 cosmochemlstry 研究宇宙间元素的成因、分布和丰度的科学。是研究与地球（及行星）的自然环境很不相同的特殊环境——超高（低）温、压、密和辐射等异常场——下进行的化学反应过程和因果关系。这门科学是通过对陨石、恒星和星际物的光谱研究而相应发展起来的新兴学科。其具体任务主要是研究宇宙元素（包括核素）的丰度、核合成的条件和过程、轻元素的成因、宇宙线对

天体的照射作用和效应等等，从而为探讨行星和陨石的起源与演化打基础。

【宇宙生物化学】cosmobiochemistry 研究星际有机分子的来源、关系和分布的科学。在已发现的53种星际分子中大部分是有机分子。1978年发现的第47个星际分子叫氰基辛炔（HC_9N），由11个原子组成的有机分子，分子量达123。研究这些复杂的星际有机分子的宇宙生物化学过程的学科，称宇宙生物化学。这是一门新兴的边缘学科。

【天体生物学】astrobiology 天文学的一个分支学科。是研究和确定地球以外的天体上生物存在的学科。研究天体上是否存在生命现象，首先要研究天体上是否具备类似地球上生命存在的必要条件。这些条件是：①必要的组成物质；即能够合成有机物的碳，氢、氧、氮等元素；②适宜的温度；③水；④大气；⑤足够的演化时间。宇宙中存在着为数众多的各种天体，具备生命存在必要条件的天体是有的。六十年代以来，已经发现数十种星际有机分子，包括氨基酸这种有机物质。尽管目前尚未发现地球以外的“第一个生命”，但并不排除存在生命的可能性。

【宇宙学】cosmology 又称宇宙论，是天文学的一门分支学科。以无限之宇宙作为一个统一整体，根据天文观测资料用物理学原理进行探讨。主要研究内容有：物质的空间分布、运动和互相作用；宇宙物质能量的转换；宇宙空间的几何特性。在认识宇宙过程中有唯心论和唯物论的斗争，近代科学的宇宙概念是：物质世界来自物质本身，物质在不断变化和转化，空间是无限的。因此应有科学的哲学思想指导。广义的宇宙学还包括宇宙进化论的内容。宇宙学最初在希腊时代只是研究地球，后来研究行星运动，发明望远镜后，宇宙学家才开始研究银河系构造，然后再研究附近星系的运动。今天的宇宙学侧重于对物质受万有引力作用下的时空理论的探讨。

【宇宙论】cosmclogy 即“宇宙学”。

【宇宙】universe，cosmos 宇是空间概念，宙是时间概念。宇宙是空间和时间的统一，即空间物质分布和变化发展的总称。宇宙是普遍的、永恒的、运动着的物质世界。早在战国时代，晋国尸佼（约公元前390—前330年）在《尸子》一书中说：“上下四方曰宇，往古来今曰宙”；汉代张衡（公元78—139年）说：“宇之表无极，宙之端无穷。”都说宇宙在空间上无边，在时间上无穷。地球和日、月、星、辰所散布和演化的无限太空的物质世界称之为宇宙。现代天文学的成就证明，地球只是太阳系的一员，太阳不过是一个普通的恒星，银河系和河外星系组成总星系。总星系虽然十分庞大，然而在宇宙中它却是极为渺小的，所以宇宙在空间上是无限的。宇宙空间的恒星和星云等天体从形成到消亡，都在无限序列中演化着，永无止境，因此宇宙在时间上是无限的。宇宙是多样而又统一的：它的多样性在于物

质表现形态的多样；它的统一性在于其物质性。随着天文望远镜的逐渐改进和加大，以及观测技术的提高，宇宙的观测范围将日益扩大。这个范围已远远超出我们太阳系所属的银河系，而包括数以十亿计的其他星系，称为河外星系。每个星系包含着数以百亿、万亿计的恒星。目前，能观测到的最远的天体离我们约 100 亿光年。人类对宇宙的构造和发展的认识正在日益加深。

【宇宙时】cosmic time　又称宇宙标准时或普通时，是整个宇宙范围内都适用的统一时间。它以演化着的宇宙本身作为时钟，用来计量宇宙范围内的时间。利用某些具有单调递减性质的宇宙标量场（例如用微波背景辐射温度）就能够确定宇宙时。有了确定的宇宙时，就可以研究宇宙空间的大尺度结构。

【宇宙年龄】cosmic age　实际上指具体的不同范围的“宇宙”空间形成至今的年龄。计算宇宙年龄的方法，大致有三种：①根据“宇宙膨胀理论”进行逆运算，得出的结果为 50—250 亿年；②计算银河系各个星体的年龄，以其最大者代之，求得宇宙年龄为 80—180 亿年；③计算星体中最古老的放射性元素的年龄，求得元素的年龄下限为 60 亿年，再以此组成银河系演化模型，得出的宇宙上限年龄为 200 亿年。至于宇宙是开放的还是封闭的，取决于宇宙中的物质平均密度。根据近期观测的结果，认为宇宙是相当大的开放式。最近，芝加哥大学卡兹纳等人，以新的资料为依据再次进行研究，在一般相对论的标准宇宙模型的前提下，得出宇宙的年龄为 135—155 亿年。

【宇宙膨胀】expansion of the universe　指某些学者根据广义相对论演绎结果对宇宙的一种看法。他们根据光谱线向红端（即波长较长的一端）的推移，主张宇宙象气球那样在膨胀。在天文学中，红移一般指河外星系谱线里观测到的这种现象。河外星系愈远，红移的量愈大、根据广义相对论，在强引力场中光谱线有红移。如果红移的原因是多普勒效应，则距离每增加 100 万光年时，河外星系离开观测者的速度约增加 16 公里/秒，表示光源在离开观测者。有些天文学者便据此认为宇宙在膨胀。但红移的真正物理过程尚不清楚，至今众说纷云：有人认为红移现象是因光子在遥远的传播路程中能量消耗，因而频率变小，谱线向红端位移；有人认为星系红移是时空的一种特性，不能简单认为是多普勒效应，而得出宇宙膨胀的结论，有人认为即使红移是多普勒效应，也只能说明银河系所在的总星系目前在膨胀，而不能认为宇宙在膨胀，两者不能混淆起来，因为宇宙是无限的，谈不上膨胀或缩小。

【红移】red shift　指光谱线向红端（波长较长的一端）的位移。在天文学中，红移一般是指河外星系谱线里观测到的这种现象。河外星系愈远，红移量愈大。若把这种红移现象解释为多普勒效应，则表示光源在离开观测者，距离每增加 100 万

光年时，河外星系离开观测者的速度约增加 16 公里/秒。根据广义相对论，在强引力场中光谱线也有红移。哈勃得出星系的红移与星系到我们的距离成正比关系，这种关系一般称为哈勃（Hubble）定律。有些人用多普勒效应来解释，认为这是宇宙膨胀的证据. 但是，哈勃定律和宇宙膨胀论中有一个极限距离，其观测范围不会超过 2×10^{10}光年。在这个观测极限距离处，星系的退离速度接近光速，在这个极限距离之外，就不会再有任何星系。然而这与实际情况是不符合的，近年来观测到一些红移量非常大的所谓类星体，其相应的距离就在上述极限距离之外，也观测到一些互相靠近的星系，其红移有的就接近相应的极限值。因此红移现象是不能完全用多普勒效应来解释的。这一现象产生的原因是近几十年来天体物理学和物理学探索的重要课题之一。

【多普勒效应】Doppler effect　广义地说，当一波源（光波或声波）与观测者发生相对运动，此波源发出的波，其波长（或频率）相对于观测者就有所改变，这种现象就称多普勒效应。我们观测的恒星都是一颗颗发光天体，因此当它们远离我们或者向我们接近时，它的光谱线也会发生位移变化。远离我们的星，它的光谱谱线的波长比正常情况下对应的波长要长，即谱线向红端移动，称红移；反之，向我们接近的星，其谱线则向紫端位移。这些位移变化现象由多普勒首先发现，故称多普勒（Doppler）效应。

【哈勃定律】Hubble’s law　哈勃在解释红移现象时提出的定律。哈勃认为，红移由多普勒效应引起，它表明河外星系在迅速离开我们时，光的频率变小，波长变长，因而光谱线向红端移动，就象一列火车在离开我们时，它的气笛音调总是因为频率变小、声波变长而降低一样。哈勃还据此建立了一个公式：$V=Hr$，这里 V 是星系的退离速度，r 是星系离开地球的距离，H 是比例常数，即哈勃常数。

【3°K 微波辐射】3°Kbackgrcund radiation　过去一般认为，宇宙中除天体或星际云可辐射能量外，广阔的星系际空间如果是空虚的，则不可能有能量辐射，温度只能是绝对零度（摄氏零下 273 度）。1965 年，在 4080 兆赫频率处，发现有绝对温度三度半（误差可能有一度）的无线电辐射；天体和天体系统所在的周围环境也有能量辐射。进一步的观测表明，在天空的各个方向上都有绝对温度二点七度，强度近似相等的微波辐射，称为 3°K 微波辐射。它证明了宇宙空间不空，无处不充满物质及其能量，根本不存在没有物质和能量的绝对空间。

【宇宙线】cosmic rays　来自宇宙空间的具有很高能量的辐射线。其速度接近光速，且有高穿透性，叫原生宇宙线（primary cosmic ray），大致由质子（90%）、α 粒子（9%）和重核（1%）组成。若直接照射到天体表面，可深达表层 1 米以下有辐射影响。原生宇宙线碰到行星大气层，与大气质点碰撞形成次生粒子（中子、介子、超子等）组成的次生宇宙线（secondary cosmic ray），其能量减小，穿透性很强。宇宙线的来源尚在探索之中，推测来自星体（如超新星）的猛烈爆炸，或者来自星系核心，或者来自某些恒星。宇宙线的能量是按其质量和速度来计量的，通常用电子伏（eV）来表示；1 电子伏等于电子在 1 伏特电压下加速所获得的

能量。在室温下空气分子的能量为0．1电子伏，X光机的粒子能量约10，000电子伏；用于核物理的加速器中最快粒子可达1000亿电子伏（10^{11} eV）；而有些宇宙线的能量可高达10^{19}电子伏，一般都在10^{14}电子伏以上。太阳耀斑和射电爆发射出的是低能宇宙线，具有11年周期变化的特点，这可称为太阳宇宙线。宇宙线是带电荷粒子，可以影响地磁场，亦影响气候，对生物有很大影响，原生宇宙线甚至可以破坏人的脑细胞。有人认为过去每经历几亿年宇宙线强度就有一次大变化，恐龙的绝灭可能是宇宙线事件的结果。

【宇宙辐射】cosmic radiation　行星表层或陨石等天体受到外界空间宇宙线粒子的轰击，称为宇宙辐射。原生宇宙线几乎被地球高层大气完全吸收，而与大气粒子相互作用转化成次生宇宙线。辐射到地球表面上的大多是次生宇宙线，能量比原生宇宙线小。宇宙辐射是天然背景辐射的一部分，与大气作用时将产生许多种放射性同位素。

【辐射深度】radiative depth　指天体表面受宇宙射线照射的深度。银河系宇宙线大部分是高能质子（>1亿电子伏），辐射深度大（大于1厘米）；太阳宇宙线绝大部分是低能质子（<1亿电子伏），辐射深度小（小于1/厘米）。因此，用于计算岩石暴露年龄的样品，必须取一厘米以上深的样品进行分析。样品的辐射深度随热中子流与^{3}He或^{126}Xe的比值增大而加深；样品的辐射深度还与（^{38}Kr/^{83}Kr）、（^{38}Ar/^{21}Xe）、^{3}He/^{21}Ne等裂变稀有气体的比值成反比关系。据此可以估计陨石和月岩样品的相对埋藏深度。

【粒子径迹】particle track　指带电粒子对绝缘的固体物质的辐射损伤痕迹。陨石、行星和月球样品中的粒子径迹，是由宇宙射线粒子、太阳辐射粒子和裂变反冲核生成的。在岩石表面的几毫米内，主要是由太阳辐射粒子形成的粒子径迹；随着深度的增加，则太阳辐射作用迅速减小，而银河宇宙射线的作用则是迅速加强；当深度大于一厘米时，太阳粒子的影响就微不足道了。因此，取天体最表层的样品来进行对太阳粒子径迹的研究，可以估计该天体岩石的侵蚀速度。取天体表面一厘米以下的样品，对银河系宇宙射线粒子径迹进行的研究，可以确定它的暴露年龄。

【裂变稀有气体】fiasion rare gas　指裂变成因的稀有气体。银河系宇宙线是一种高能粒子，它作用于天体物质上发生核反应，并产生次级高能粒子（1亿电子伏以上）和次级中子（1亿电子伏以下），进一步引起核反应，这些核反应使靶元素裂变，产生稀有气体和放射性核类。裂变稀有气体的浓度与靶元素的含量、样品的辐射深度、暴露时间的长短有密切的关系。裂变产物Ne主要来自靶元素Na和Mg，其次来自Al和Si；裂变成因的Ar与靶元素ca，Ti，Fe有关，裂变的Kr主要由Sr、Y和Zr所引起，裂变Xe的产生则主要与Ba和轻稀土等靶核有关。裂变稀有气体的丰度、随样品的深度增大而减小，样品暴露时间愈长，裂变稀有气体丰度亦愈大。

【α粒子反冲径迹】α－particle rccoil track　简称α反冲径迹（α－reocitrack）。

云母中含有铀、钍等杂质时，随着铀、钍衰变时与 α 粒子伴生的反冲核在云母中造成辐射损伤的径迹。这种径迹与裂变径迹相似，但却小得多，而数量则多得多。可以根据径迹密度及样品的铀、钍含量来测定该矿物年龄。

【α 反冲径迹】α – recoil track 即“ α 粒子反冲径迹”。

【辐射损伤】radiative damage　存在于矿物晶格里的放射性元素的核衰变，放出裂变粒子或 α 粒子，在穿过晶格时对晶格的损伤。放射性元素的浓度越大，对周围物质的破坏也越大。这些粒子的损伤路径便留下破坏痕迹，如裂变径迹、α 粒子反冲径迹等，这种径迹可以用蚀刻方法及显微观察测量出来。常常用于确定矿物的年龄，如裂变径迹测年。来自宇宙线高能带电粒子的照射也同样对岩石物质产生辐射损伤。

【核径迹】nuclear track　是一种辐射损伤的痕迹。绝缘的固体物质在适当的温度条件下，都能将辐射损伤保存下来以供研究。由裂变产出的径迹叫裂变径迹，由带电粒子产生的径迹叫粒子径迹，统称为核径迹。辐射损伤的原因，既可能是内部放射性元素的衰变，也可能是外部高能带电粒子的照射。大多数月球物质样品，都可以在其中找到核径迹的记载。利用样品中的裂变径迹可以测出样品中矿物的裂变径迹年龄；通过对样品中的太阳粒子径迹的研究，可以估计月岩的侵蚀速度。对银河系宇宙线粒子径迹的研究可以确定月岩的暴露年龄。

【裂变径迹】fission track　在含有 ^{238}U 或 ^{244}Pu 等杂质的矿物或玻璃中，由 ^{238}U 等的自发裂变而造成的辐射损伤的径迹，称裂变径迹。在产状上和形式上与 α 粒子反冲径迹相似，但要长得多而数量则少得多。裂变径迹密度可用蚀刻方法并放在显微镜下鉴定来确定。裂变径迹长度都在 13μ 以上（宇宙线粒子径迹长度 $<$ 13μ）。裂变径迹的研究成果可供计算行星及其它天体（陨石、月球等）的凝固年代，可以了解铀在岩石中的分布情况，从而提供一部分天体热历史和岩浆分异作用的资料。

【裂变径迹测年】fission – track dating　又称自发裂变径迹测年。是用测定自发裂变径迹密度与感生裂变径迹的比率的方法，以年为单位来计算年龄。这种测年法对云母、玻陨石、陨石测定的效果最好，也用于测定试样中的含铀量及其分布状况。

【自发裂变径迹测年】spontaneous fission – track dating　即“裂变径迹测年”。

【暴露年龄】exposure age　各种天体表面的物质暴露于宇宙空间的时间。常用的方法是 ^{3}He、^{21}Ne、^{38}Ar、^{83}K 和 ^{126}Xe 等裂变稀有气体的含量来计算暴露年龄（t）。计算公式为：$t = \frac{X_c}{P_s \cdot s}$，式中 X_c 为裂变稀有气体浓度，s 为靶元素的百分含量，P_s

为对靶元素的产率。由于月面物质中的稀有气体组分包含有捕获稀有气体、放射成因的气体和裂变成因的气体，因此必须将这些组分扣除，才能得到裂变的稀有气体的含量和同位素的比值。

【宇宙成因放射性同位素】cosmogenic radioisotope 原生宇宙线和次生宇宙线与大气粒子或天体表面相互作用而生成的同位素，称宇宙成因放射性同位素，以便与人工核武器试验所产生的放射性同位素相区别。这些同位素的半衰期从几分钟到几百万年的都有。可以用于天气，气象、地质等方面的研究。例如 C 的同位素 C^{14} 就是宇宙线与大气中 N 原子反应，使 N^{14} 失去一个质子形成的，半衰期约 5600 年，它是测定第四纪年龄的有用元素。

【宇宙线簇射】cosmic – ray shower 由云室（cloudchamber）检测到许多定向光电离粒子同时出现，并成束向下射出的现象，称宇宙线簇射。

【宇宙剥蚀作用】cosmic erosion 宇宙空间固体物质受到行星（或卫星）引力以超高速碰撞行星（或卫星）表面，形成陨击坑等、冲击波与岩石相互作用使裸露岩石逐渐凌削破碎成碎屑尘土，整个岩石崩解。这种作用在内行星和大卫星上均在不断发生。

【宇宙尘】cosmic dnst 遨游在行星际空间或其它宇宙空间中的极细的固体颗粒叫宇宙尘。这些宇宙尘一旦进入地球（或其它行星）大气层并到达地面时，其主要性质却保持不变的最小颗粒，直径一般在 10—20μ 之间，常在海底沉积物中或在极地冰层内发现。估计堆积率为 1 千至 1 百万吨/年。宇宙尘的成分和构造都与陨石相似，一般认为可代表宇宙原始成分。

【宇宙丰度】cosmic abundance 用宇宙空间各天体（总星系、星系、行星系、星际物质）所含元素（及同位素）与 Si，对比的值或在整体中所占的百分比来表示该元素或同位素的相对量，叫宇宙丰度，是描述天体性质的一种重要的物理量。

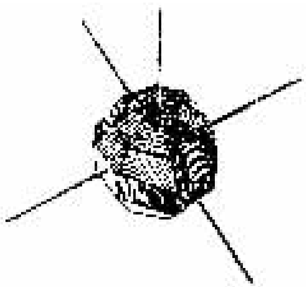
【人造地球卫星】 artificial Earth´s satellite 人工发射到宇宙空间绕地球旋转的物体。只要火箭速度达到 7.9—11.2 公里/秒，则火箭及其运载物体就可成为人

我国人造地球卫星表

编号	发射日期	近地点（公里）	远地点（公里）	倾角（度）	周期（分）	卫星重量（公斤）	备注
1.	1970 年 4 月 24 日	439	2348	68.5	114	173	
2.	1971 年 3 月 3 日	266	1826	69.9	106	221	
3.	1975 年 7 月 26 日	186	464	69.0	91		

编号	发射日期	近地点（公里）	远地点（公里）	倾角（度）	周期（分）	卫星重量（公斤）	备注
4.	1975年11月26日	173	483	63.0	91		1975年12月2日回收
5.	1975年12月26日	190	373	69.0	90		
6.	1976年8月30日	199	2157	69.2	109		
7.	1976年12月7日	172	479	59.5	91		1976年12月10日回收
8.	1978年1月26日	159	482	57.0	91		回收

造地球卫星。它可用于探测地球外层空间、测地、气象等科学研究以及通讯、军事侦察、资源勘察等方面。1970年4月24日到1978年1月26日我国先后成功地发射了8颗人造地球卫星，其数据见表。我国于1981年9月19日又发射了三颗人造地球卫星，以后又陆续多次发射了人造地球卫星。


我国第一颗人造卫星

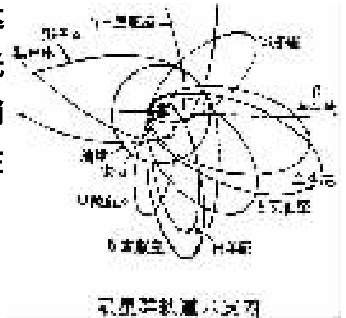
【宇宙飞船】spacecraft　指航行于宇宙空间的飞行器。当它获得的速度超过第一宇宙速度，就能够环绕地球运行（叫卫星式宇宙飞船）；超过第二宇宙速度，就能够环绕太阳运行；超过第三宙宇速度，就能够飞向其他恒星。宇宙飞船主要由飞行员座舱（即与外界隔离的密封舱）、舱内环境调节系统、通信装置、电源和降落设备等组成。宇宙飞船依靠运载火箭起飞；起飞后，当飞船达到预定速度时，即行脱离运载火箭，而依靠惯性飞完几乎全部航程。

陨　石　学

【陨石学】meteoritics　研究与大气发生摩擦而燃烧的陨星和未烧完而落到地面的陨石的科学。陨石学主要研究内容是陨石的成分、分类和年龄。根据陨星和陨石的研究可以直接而准确地了解宇宙物质状况，也可以间接推测地球内部的物质状况。

【陨星体】meteoroid　漫游在行星际空间的无数宇宙固体物质，它们有可能被行星或卫星吸引而成为陨星体。一般认为，陨星体是由彗星核部的冰蒸发后残余的固体物质沿轨道散布所形成，或是绕日运行的小行星破碎的产物。

【陨星】meteor　中国古代称贼星或奔星。是陨星体在行近行星或共它大星体时，在行星引力下以高速度（10—70 公里/秒）进入大气层，通常在 145—110 公里高空便与大气发生明显摩擦而燃烧发光，温度可达 2000—3000℃。这种燃烧发光的星体叫陨星，所生的光显现呈一条亮线叫流星。陨星在下落途中燃烧气化而消耗，一般在 80 公里高空即行耗尽；少数较大块的陨星在未烧尽以前的残余部分落到地面后，即称陨石。



【贼星】meteor　中国对陨星的古称。

【奔星】meteor　中国对陨星的古称。

【流星】shooting star，fallingstar　陨星体进入地球大气层摩擦生热发光，在夜空中表现为一条细长的亮线，瞬间即逝，称为流星。因此我们看到的流星是它的亮线，而不是实际的陨星。

【陨石】meteorite　陨星穿过大气层尚未完全烧尽降落到地面的残余体叫陨石。古代中国、希腊、罗马的文献里都有记载，但对陨石的了解还很不够。在载人飞船带回月岩以前，陨石是唯一的天外样品，它可以提供类地行星（包括地球）的物质成分。据估计。每年到达地球附近的质量大于 100 公斤的陨星体有 1500 颗，但到达地面上时质量残留不过 10 公斤左右。因而发现率不过 4—5 块/年。目前全球收集保存有各类陨石 1700 多种，依国际惯例以其陨落或寻获的地点附近的地名命名进行编录。陨石的分类在习惯上主要按成分和结构分类，按成分分为铁陨石（几乎全由铁镍合金组成）、石陨石（主要由铁镁硅酸盐，尤其是由橄榄石和辉石

类别		陨落陨石		寻获陨石	
		陨落数	百分比	寻获数	百分比
石陨石	球粒陨石	602	87.4	446	51.3
	无球粒陨石	57	8.3	9	1.0
	合计	659	95.7	455	52.3
石铁陨石	橄榄石铁陨石	2	0.3	33	3.8
	中石铁陨石	6	0.9	14	1.6
	合计	8	1.2	47	5.4
铁陨石		22	3.2	366	42.1
总数		689		868	

注：表中数字不包括南极陨石

组成）和石铁陨石（含铁镍合金 50% 和硅酸盐 50%）。这三类陨石的数量统计如表：陨石是直接自天外来的天体标本，因此，它可以为其它星体的物理状态和化学成分方面提供有力证据，可以了解宇宙物质的形成条件和演化历史情况。陨石种类繁多，成分各异。其主要元素的平均化学成分见下表。据估计地球每天接受陨落陨石（包括微陨石）约有 10^2-10^3 吨，其中有 1% 是属于寻获陨石。按这一估计，在地质时代其陨石降落量只占地壳的 10^{-3}%，对地壳化学成分的改变影响极微。但不同学者的估计可差 4 个数量级。根据对各个大体的比较研究表明，地球在历史上曾有过陨石流量比现在大得多的时期。陨石自在空间生成到地球上的过程中大致可分为十个阶段：①核合成阶段；②凝聚阶段；③球粒形成阶段；④吸积阶段；⑤静力变质阶段；⑥冲击变质；⑦从母体被抛出；⑧在空间磨损阶段，⑨与地球撞击阶段；⑩在地球上被发现。在第 7—8 阶段中，根据陨石的宇宙成因核可确定陨石在空间的存在时间，即暴露年龄。铁陨石的暴露年龄为 0－23 亿年，以 2—10 亿年居多；球粒陨石的暴露年龄小于 6 千万年。

【母体】parent body　形成陨星体的星体。从母体中分裂成较小的陨星体，在本世纪中叶以前，一般认为所有陨星体的母体只有一个大星体；1950 年后随着对陨石成分研究的深入，到目前为止一般认为母体有 70—80 个以上。

【源体】source body　提供陨石来源的天体。目前认为陨石可能来源于某些小行星、短周期彗星和太阳系以外的天体。通过陨石研究，有可能把陨石源体与母体区分开。下页表列出了与各种陨石相对应的小行星的不同光谱类型，可见 C 类和 U 类小行星的光谱成分与碳质球粒陨石的 CI 和 CM 型相近；而 S 类小行星的光谱成分则大多为石铁陨石，其次为碳质球粒陨石 C3 型。E 类小行星的光谱成分是顽火辉石无球粒陨石。

化学元素的名称（符号）	平均化学成分（%）		
	铁陨石	石铁陨石	石陨石
铁(Fe)	90.85	55.33	15.50
镍(Ni)	8.50	5.43	1.10
钴(Co)	0.60	0.30	0.08
铜(Cu)	0.02	—	0.01
磷(P)	0.17	—	0.10
硫(S)	0.04	—	1.82
碳(C)	0.03	—	0.16
氧(O)	—	18.65	41.00
镁(Mg)	0.53	12.33	14.30
钙(Ca)	0.02	—	1.80
硅(Si)	0.01	8.06	21.00
钠(Na)	—	—	0.80
钾(K)	—	—	0.07
铝(Al)	—	—	1.56
锰(Mn)	0.05	—	0.16
铬(Cr)	0.01	—	0.40
钛(Ti)	—	—	0.12

【陨石雨】meteorite shower　当陨星进入地球大气圈与大气发生撞击、摩擦、燃烧、发光，并在高空发生爆炸，形成碎块、碎片四射，象下雨般地散落到地面的现象叫陨石雨。现在已知我国发生过四次陨石雨：①明朝广西南丹境内的铁陨石雨（1958 年发现其遗迹）；②1972 年吉林双阳县境内的石陨石雨；②1976 年 3 月 8 日 15 时吉林地区降落的石陨石雨，散落范围约 590 多平方公里，收集的完整陨石共 200 多块，总重达 2. 7 吨多。其中重量最小者为 0. 5 公斤以下，最大者为 1770 公斤，大大超过了美国收藏的、世界上最大的石陨石重量（1078 公斤）。这次石陨石雨无论是数量、重量和散落范围，都是世界罕见的；④1977 年 3 月 11 日 11 时 54 分，湖南常德地区的石陨石雨，规模、数量和范围均小于吉林陨石雨。我国有世界上最早的陨石雨记录。详见“ 流星群 ”。

【吉林陨石雨】Jilin meteorite shower　1976 年 3 月 8 日 15 时 1 分降落在中国吉林地区的一场世界罕见的陨石雨。陨石雨降落前，当地上空出现一个大火球，很快分裂成一大、两小的三个火球。由于陨石飞行，产生了冲击波引起的霹雳巨响。陨石雨降落在东西长约 72 公里，南北宽约 8. 5 公里的狭长地带。为目前世界上分布面积最广的石陨石雨。已收集到的陨石样品共 200 多块，总重 2700 公斤，其中有三块每块重量均超过了 100 公斤，而最大的一块重达 1770 公斤，最小者在 0. 5 公斤以下，是迄今所见最大的石陨石。吉林陨石雨为陨石学研究提供了内容丰富的标

本。通过对陨石的标本研究，初步认为吉林陨石雨的母体是一颗重约 5 吨的陨星体。铷—锶模式年龄约为 47 亿年。此时组成陨石的物质从太阳原始星云中分离出来，温度逐渐冷却，相继形成碳硅石、石墨、锆英石、铬铁矿、铁纹石、镍纹石、辉石和橄榄石以及斜长石、白磷钙矿等。吉林陨石的矿物球粒，有遭到冲击破裂的

陨石类型			小行星光谱类型						合计
			C	S	M	E	R	U	
[illegible]	[illegible]	CI—CM	20	—	—	—	—	2	22
		[illegible]	—	[illegible]	—	—	—	2	[illegible]
		[illegible]	3	—	—	—	—	3	6
		[illegible]		2		—	—	—	1
		[illegible]	—	—	—	—		[illegible]	[illegible]
		[illegible]	1	[illegible]	[illegible]	—	—	—	[illegible]
	无球粒陨石	[illegible]	—	—	—	[illegible]	—	—	11
		[illegible]	—	—	—	—	1	—	[illegible]
		[illegible]	—	—	—	—	—	1	[illegible]
石铁陨石		[illegible]	—	2	—	—	—	—	2
		[illegible]	—	[illegible]	—	—	—	—	[illegible]
		[illegible]	—	4	—	—	—	—	4
		[illegible]	—	1	—	—	—	—	[illegible]
		[illegible]	—	4	—	—	—	—	4
总计			24	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1	[illegible]	71

残迹，这说明它在太阳系空间运行中，曾经历过其它小天体的撞击，母体可能经历过多次破碎。其经受碰撞脱离母体的时间，距今约 100 万年。

【新疆陨铁】Xinjiang meteoriciron　为陨落在中国新疆地区的陨铁，陨落地点在新疆青河县境内，是世界上发现的第三个大陨铁。其体积为 3.5 立方米，重量约 30 吨（最大的陨铁重约 60 吨，陨落在非洲），现存新疆乌鲁木齐市展览馆。从化验结果得知，含铁 88.67%，镍 9.27%，以及少量的钴、磷、硅、硫、铜等化学元素；这块陨铁还包含有八种矿物，其中有六种矿物是地球上所没有的。

【陨落陨石】fall　目睹降落地面后并能立刻找到的陨石叫陨落陨石。其陨落时间、地点和陨落时各种伴生现象均为已知。这种陨石研究意义较大。

【寻获陨石】find meteor　根据陨石特有的结构、构造以及成分和产状而被找到的陨石叫寻获陨石。因其陨落时间和陨落时的状况不明，故研究意义不及陨落陨石大。

【陨星尘】meteoric dust　为陨星在地球大气尘中生热熔化和氧化后生成的直径为几微米至100微米的小颗粒，可随风飘越大洋，撒布在海洋沉积物和大陆冰盖中，多为带磁性具褐黑色膜的小球粒。属于次生微陨石类。

【微陨石】micrometeorite　直径小于1毫米的陨石的统称。按其成因可分为两类：原始微陨石，包括陨石屑（陨石碰撞破裂的细屑）和宇宙尘（陨星体进入大气层没有强热汽化而到地面者）。它们的特点是原始成分和构造保持不变；次生微陨石包括陨星尘（大陨星表面熔蚀出来的小粒）。微陨石广泛分布在深海沉积物和极地冰川中。

【陨石矿物】mineral of meteoritc　陨石中已发现的矿物有80多种，绝大多数矿物在地球岩石中都有，仅有几种是陨石特有的矿物，如铁纹石、镍纹石等。陨石矿物大多是镁铁硅酸盐，并且普遍含有少量的石墨，个别陨石中有金刚石。常见的主要矿物有铁纹石、镍纹石、陨硫铁、橄榄石、斜方辉石、单斜辉石、钛辉石、斜长石等，其它都是副矿物。而斜方辉石又分为顽火辉石、紫苏辉石、古铜辉石。

【铁纹石】kamacite　陨石矿物。为低温铁—镍相矿物，由等轴系体心式立方体α相铁—镍合金组成。含镍量5—7%，成分较固定。在铁陨石中被镍纹石晶片夹在中间呈棒状晶体。铁纹石是铁陨石的主要矿物，但石铁陨石中也常见到。

【镍纹石】taenite　陨石矿物。为高温铁—镍相矿物，由等轴系面心式八面体γ相铁—镍合金组成。含镍量27—65%，在铁陨石中表现为位于铁纹石两侧的晶片，磨光面上呈白色亮区，在整个结晶构造上无定向分布。在铁陨石中为主要矿物成分，而石铁陨石中也常见到。

【合纹石】plessile　铁陨石的镍含量在12—15%以上时，镍纹石和铁纹石便交互生长，形成细粒至微粒混合物（曾认为是一种矿物），叫合纹石。它在显示维德曼构造的陨石中呈现为三角形暗区或多边形暗区，为显微粒结构；而在不显示维德曼构造的杂陨铁中呈均匀暗色细粒结构。

【铁镍合金】nickel-iron　指陨石中的铁纹石和镍纹石等天然铁合金，含镍百分之几，很少超过60%。

【陨硫铁】troilite　陨石矿物，几乎所有陨石中都有少量存在。为六方晶系，细粒状，成分为FeS，是磁黄铁矿的变种，微带磁性。

【陨硫铬铁】daubreelite　陨石旷物，是许多陨石的副矿物成分（例如在顽火辉石球粒陨石、顽火辉石无球粒陨石和铁陨石等陨石中）。其成分为$PeCr_2S_4$，呈黑色块状或鳞片状。常与陨硫铁伴生，但无磁性。

【陨碳铁】cohenite　陨石矿物，为铁陨石和顽火辉石球粒陨石的副矿物成分，等轴系、锡白色，成分为$(Fe、Ni、Co)_3C$。人工制成者称为“胶铁”（cementite）。

【陨磷铁镍石】schreibersite　陨石矿物。是铁陨石、石铁陨石和一些球粒陨石的常见副矿物成分。为正方系针状晶体，锡白至银白色，成分（Fe，Ni）$_3$P，强磁性。如果含少量钴和微量铜时则呈暗铜黄色或褐色。

【鳞石英】tridymite　陨石矿物。是大多数陨石常见的副矿物，也见于火山岩。成分为 SiO_2，是石英的高温多形体，通常呈六方极薄板状的白色或无色晶体或鳞片。在 870°—1470℃ 时稳定。在低温时呈斜方晶系构造叫 α—鳞石英；高温时呈六方晶系构造叫 β—鳞石英。但在 β—鳞石英冷却成 α—鳞石英时仍可保留六方晶系的晶形。温度超过 1470℃ 时，鳞石英就转变成方石英。

【方石英】cristobalite　陨石矿物，主要是顽火辉石球粒陨石的副矿物成分，在火山岩和月岩中也有。成分为 SiO_2，是石英的高温多形体，白色，呈球形集合体或似八面体。在 1470°—1710℃ 稳定。在低温时呈正方晶系构造叫 α—方石英；高温时为等轴晶系构造叫 β—方石英。温度超过 710℃ 时，方石英就熔化成硅氧玻璃（叫焦石英）。

【陨石年龄】meteorite age　大多数陨石含有放射性同位素，可以用来直接测量陨石年龄。常用的方法有铀－铅法、铷－锶法、钾－氩法等，可测定陨石在不同条件下形成的年龄。用铷－锶法测定各种陨石的形成年龄都很老，一般在 44—46 亿年。这个数值与月陆岩年龄相当，推测地球内部未经次生变化的岩石也应是这个数值。

【陨石分类】classification of me－teorites　陨石有几种分类法。一般根据矿物成分和化学成分并按结构或金属相比例关系分类。按成分分为铁陨石（由铁－镍合金组成）、石铁陨石（铁－镍合金和硅酸盐各占一半左右）、石陨石（由铁镁硅酸盐组成）。铁陨石根据镍含量和组构又分为八面陨铁、方陨铁和杂陨铁。石铁陨石按矿物成分又分为橄榄石铁陨石、中石铁陨石、古铜辉石鳞英石铁陨石和古铜辉石橄榄石铁陨石。石陨石根据组构和矿物成分又分为球粒陨石（按矿物成分又分为紫苏辉石球粒陨石、古铜辉石球粒陨石、顽火辉石球粒陨石和碳质球粒陨石）、无球粒陨石（按矿物成分又分为顽火辉石无球粒陨石、紫苏辉石无球粒陨石、橄榄易变无球粒陨石、钛辉无球粒陨石、透辉橄榄无球粒陨石、钙长紫辉无球粒陨石、钙长易变无球粒陨石和玄武无球粒陨石）和玻陨石。

【铁陨石】iron meteorite，aerosi－derite　又称陨铁。是陨落陨石的一种，主要由铁镍组成（Fe＋Ni4－30% 的固溶体），矿物成分有两种：铁纹石和镍纹石，其次是陨硫铁，也是常见于铁陨石中的矿物，唯含量不太多。除镍、铁约 98% 外，还含有少量钴、硫、磷、铜、铬、碳等元素，但总量不超过 2%。铁陨石密度很大，为 8—8.5 克/厘米^3。许多铁陨石重达一吨以上，已知最重的铁陨石在南非的霍巴西村（Hoba west farm），重达 60 吨；我国新疆青河陨铁重 30 吨。地球上大陨击坑可能都是大陨铁冲击成的。铁陨石根据镍含量可分为方陨铁、八面陨铁和杂陨铁，由于镍含量不同而引起陨铁的矿物成分和组构也不同。根据所含痕量元素镓（Ga）和锗（Ge）的浓度比率可了解各种铁陨石的形成过程，因为这种比率和陨石冷却速度有关。铁陨石的陨落数只占陨落陨石总数的 6%，但是由于比较容易识

别，故寻获的却较多，约占全部寻获陨石的54%。

【陨铁】meteoric iron 即“铁陨石”。

【方陨铁】hexahedrite 铁陨石之一种。主要由立方体之铁纹石大单晶或粗粒状集合体组成，含镍量4—6%，蚀面显露诺伊曼条纹（是冲击波压力造成的机械双晶片）。

【八面陨铁】octahedrite 或称“八面石”。是最常见的铁陨石。主要由铁纹石和镍纹石（前者贫镍、后者富镍）互相构成条纹或晶片，蚀面上形成清晰的维德曼构造，含镍量6—14%（<6%或>14%都不产生维德曼构造）。

【八面石】octahedrite 即“八面陨铁”。

【诺伊曼条纹】Neumann bands 铁陨石（指所有方陨铁和大多数八面陨铁）蚀面上的许多微细的平行直线。是以德国矿物学家诺伊曼（F. E. Neumannl798—1895）的名字命名。条纹出现在体心式铁纹石的双晶片中；在面心式镍纹石中未见诺伊曼条纹。据研究认为这些双晶片是在温度低于600℃时由撞击波压力产生机械变形之振动应力形成的双晶窄细条纹。

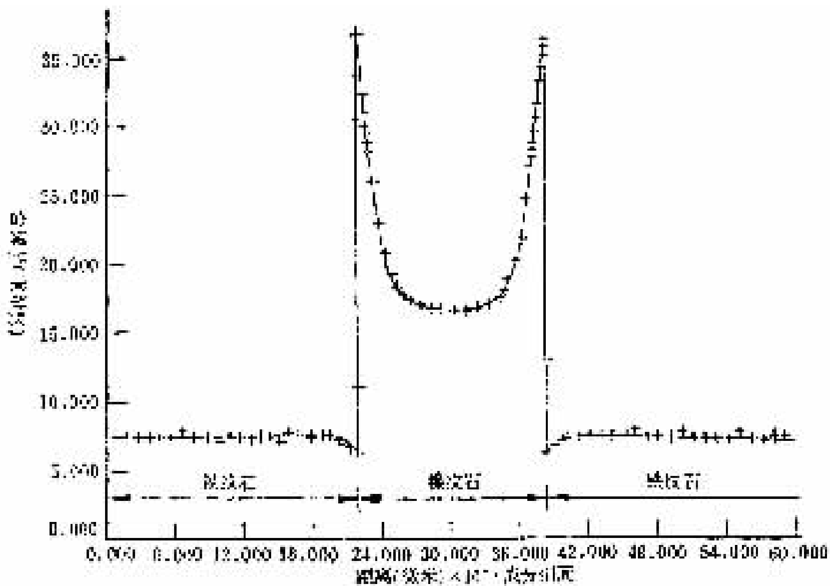
【维德曼构造】Widmanstattenstructure 维德曼斯塔滕构造的简称；又称维德曼花纹或维德曼图象。是八面陨铁的蚀面上或磨光面上呈现的三角形花纹。这种花纹是由镍纹石镶边的铁纹石平行条纹或晶片在二组、三组或四组方向上相互交切而成的。这种构造是奥地利矿物学家A. B。Widmanstatten于1808年发现的，故名。铁纹石条纹宽窄视含镍量而定，条纹变细时镍含量就增加。根据铁纹石条纹宽度分为最宽条（>2.5毫米）、宽条（2.5—1.5毫米）、中条（1.5—0.5厘米）、细条（0.5—0.2厘米）和最细条（<0.2厘米）等五种。镍含量小于6%和大于14%都不形成维德曼构造。实验表明，当含镍量6—15%的金属铁冷却到过渡温度（900°—600℃）以下，使均匀的金属固溶体受到出溶作用（exsolution），而在不增减成分的情况下分成两种（或更多种）不同晶相的作用，镍重新分配成富镍的镍纹石和贫镍的铁纹石排列交织呈维德曼花纹。

【维德曼斯塔滕构造】Widmanstaten structure 即“维德曼构造”的全称。

【维德曼花纹】Widmanstatten pattern 即“维德曼构造”。

【维德曼图象】Widmanstatten figure 即“维德曼构造”。

【阿格雷尔效应】Agrell effect 八面陨铁中的铁纹石－镍纹石界面两侧的镍浓度各不一样，而且在横过界面时有明显变化，在邻近铁纹石的镍纹石边缘镍含量最富，而在铁纹石边缘则贫化。这种现象叫阿格雷尔效应（如图）。



阿格雷尔效应

【杂陨铁】ataxite　又称杂陨石。是铁陨石的一种，没有八面陨铁的维德曼构造，也不具方陨铁的粗粒结构，因为杂陨铁都富镍，含镍量 >14%，只有细粒结构的合纹石（铁纹石和镍纹石共结交生的混合物），如果含镍量 >25% 时，则杂陨铁多半是以镍纹石为主体的合纹石基质中含铁纹石小包体，以及少数其它矿物等。

【杂陨石】ataxlte　即“杂陨铁”。

【石铁陨石】stony – iron meteorite　又叫陨铁石，是比较罕见的一类陨石，占陨石数量的 2—4%，含铁—镍和基性硅酸盐各半混合而成。主要矿物有橄榄石和各种辉石。石铁陨石大致分为两类：橄榄石铁陨石 + 橄榄石 + 金属）和中石铁陨石（橄榄石 + 古铜辉石 + 金属），不过各种石铁陨石之共同点很少，所以很难归纳成类。这一类陨石的密度约 5.5—6 克/厘米^3。在金属铁—镍合金中，含镍量多半在 12—14%，故出现．维德曼构造。石铁陨石陨落数很少，不超过全部陨落数的 2%，寻获数占全部寻获陨石数的 6%。

【陨铁石】sidoroiite　即“石铁陨石”。

【橄榄石铁陨石】pallasite　又称橄榄陨铁。在这类陨石的金属铁镍含量中，镍含量占 8—15%，所以呈现维德曼网形构造，巨大橄榄石单晶嵌在网眼里，橄榄石晶体成分均匀，比地球橄榄石的镍和钙少些。据研究认为，橄榄石铁陨石可能是小行星内部之物，相当于石质幔和金属核交界面附近的产物。

【橄榄陨铁】pallasite　即“橄榄石铁陨石”。

【古铜辉石鳞石英铁陨石】siderophyre　指金属铁–镍合金的维德曼花纹网格中嵌有古铜辉石和石英晶体的石铁陨石。

【古铜辉石橄榄石铁陨石】lodranire　在细密的金属铁–镍中维德曼花纹网格里嵌着古铜辉石和橄榄石组成的石铁陨石。

【中石铁陨石】mesosiderite　又称“中陨铁”。主要是古铜辉石、钙长石和橄榄石晶体混杂在金属铁–镍基质中，含镍量小于9%，维德曼花纹不明显，而呈断续网状或海绵状构造，硅酸盐矿物已有角砾化现象（也许是冲击变质所致）。据研究中石铁陨石的冷却速度在各种陨石中要算最低的（大约是0.1℃/百万年），可能是月球碎片，但也可能是来自小行星。

【中陨铁】mesosiderite　即“中石铁陨石”。

【石陨石】stony meteorite，aerol–ire　是降落最多的一类陨石。主要或全部由硅酸盐矿物，特别是铁镁硅酸盐组成的陨石的总称，但其中也有含金属铁–镍达24%以上的。根据有无球粒存在而分为球粒陨石和无球粒陨石两大类；另有一种玻陨石为玻璃质结构，也属石陨石。石陨石的成分和外表都很象超基性岩，密度为3—3.5克/厘米^3. 它在野外易被误认成普通岩石，所以虽其陨落数很大，占总降落数92%以上，而寻获数只占全部寻获陨石数的40%。

【普赖尔定则】Prior’s rule　在球粒陨石中，化学成分和矿物成分的分布关系有一定规律性。英国矿物学家G. T. 普赖尔（1862—1936）在1920年指出两者之间的规律性为：①球粒陨石中铁–镍量越少，该金属的Ni/Fe比必定越大；②球粒陨石中铁—镍量越少，该陨石的铁镁硅酸盐矿物中的Fe/Mg比必定越大，为此将这种规律性称为普赖尔定则。

【球粒陨石】chondrite　石陨石的一个大类，数量占石陨石总数84—88%以上。主要特征是含有陨石球粒。这类陨石是现在太阳系里最多的一类陨石。化学成分接近超基性岩，主要矿物有橄榄石、斜方辉石（包括顽火辉石、紫苏辉石、古铜辉石），和铁–镍相、陨硫铁等副矿物。球粒陨石的分类，按其矿物（和化学）成分可分下列三类；碳质球粒陨石、普通球粒陨石和顽火辉石球粒陨石。在富铁顽火辉石球粒陨石一类中，以单斜顽火辉石为主要矿物相。这三类球粒陨石的化学元素含量见下表。

【陨石球粒】chondrule　陨石中嵌有的球形颗粒，称陨石球粒。球粒呈球形或次球形，直径大小不等，从小于0.1毫米到20毫米以上均有，一般在1毫米左右，具有各种结构（放射状、粒状、斑状、玻璃质等），主要矿物是橄榄石或斜方辉石（顽火辉石、古铜辉石），或二者同时存在，有时为陨硫铁、铁–镍、斜长石。关于球粒的成因目前尚未解决，但根据其形状、结构和矿物成分等分析，都说明是在高温环境下形成的。至于加热机制及假说很多：有太阳辐射、雷击放电、冲击波压、火山喷发、撞击变质等等。根据陨石年龄（46亿年）判断，球粒可能是原始行星物质的一种基本形相，目前还未在地表岩石里发现过。

元素名称	顽火辉石球粒陨石		普通球粒陨石		碳质球粒陨石			
	E		H	L(LL)	CI	CM	CO	CV
Si	16.47	20.48	17.08	18.67	10.40	12.98	15.75	15.46
Ti	0.08	0.04	0.06	0.07	0.04	0.06	0.10	0.09
Al	0.77	1.06	1.22	1.37	0.84	1.17	1.41	1.44
Cr	0.24	0.28	0.29	0.31	0.25	0.29	0.36	0.35
Fe	33.24	22.17	27.21	21.64	18.67	21.56	25.82	24.25
Mn	0.19	0.12	0.24	0.27	0.17	0.16	0.16	0.16
Mg	10.40	14.84	14.10	15.01	9.60	11.72	14.52	14.15
Ca	1.10	0.96	1.26	1.36	1.01	1.32	1.67	1.57
Na	0.75	0.67	0.64	0.70	0.55	0.42	0.45	0.28
K	0.00	0.05	0.09	0.09	0.05	0.05	0.15	0.06
P	0.30	0.15	0.15	0.13	0.14	0.16	0.11	0.15
Ni	1.88	1.29	1.64	1.10	1.08	1.25	1.41	1.33
Co	0.08	0.09	0.09	0.06	0.05	0.06	0.08	0.09
S	5.78	3.10	1.91	2.10	5.92	3.38	2.01	2.14
H	0.13	痕迹	痕迹	痕迹	2.08	1.42	0.09	0.28
C	0.43	0.84	痕迹	痕迹	3.61	2.30	0.38	1.05
Fe^0/Fe总	0.70	0.73	0.60	0.28	0.00	0.00	0.09	0.11
标本数	1	1	36	68	3	10	5	7

【碳质球粒陨石】 carbonaceous chondrite　**是一类脆性的黝黑色球粒陨石。其成分具有下列特点：①主要由含水硅酸盐粘土矿物组成，常见者为细粒的蛇纹石或绿泥石；②含有大量挥发分和惰气，主要为水、硫、氙等；③没有或只有极少的金属铁－镍，有少量陨硫铁；④含有大量的有机化合物（已发现约** 50 **种），多半是复杂的高分子化合物，主要是羟：脂族羟和芳族羟，多呈黑色，难溶，含水度为** 20% **，一般是化合水；还发现有氨基酸。碳质球粒陨石容易风化，故不常发现，在球粒陨石中比较罕见，约占** 5% **，但一般认为在太空陨星体中可能很普遍。通常把碳质球粒陨石分为三类，用** Ⅰ **型、** Ⅱ **型、** Ⅲ **型或用** C_1、C_2、C_3 **来表示，依此顺序，含碳量递减而球粒数目递增。如** Ⅰ **型含水和有机质最多，化合碳** 3—5% **，燃烧损失** 24—30% **；** Ⅱ **型含水和有机质成分中等，燃烧损失** 12—24% **；** Ⅲ **型含高温矿物和若干金属组分，燃烧损失** 2—12% **。** 1974 **年根据碳质球粒陨石的化学成分又划分为** 4 **个组：第一组仍称** Cl**，其次三组都以代表性标本名称的第一个字母为组名，依次为** CM **（**Murcherson**）、**CO **（**Ornans**）、**CV **（**Vigarano**），括号内为代表性标本的名称。**

【Ⅰ型碳质球粒陨石】carbonaceouschondrite－Ⅰ　碳质球粒陨石的一类，含有约5%的碳和氢等元素组成的羟和其它有机化合物，约20%的水和挥发分。矿物成分为蛇纹石和粘土矿物构成细粒基质，这些矿物在温度低于500—600℃时才稳定；不含球粒，但成分与Ⅱ型极其一致，故归属于碳质球粒陨石。Ⅰ型中发现有氨基酸存在，有人认为是本身原有的，因而推测陨石孕育着生机，这代表天然生命形式。如果行星是由陨石物质增生而成的话，在适宜环境下就可在行星上（如在海洋里）发生简单有机体；有人认为是陨石降落地面后由于受地球有机质污染的结果。Ⅰ型碳质陨石比重较轻，约2.2，颜色较深，多为深灰至绿黑色。

【Ⅱ型碳质球粒陨石】corbonaceouschondrite－Ⅱ　是碳质球粒陨石的一类，矿物成分和工型相同，主要为蛇纹石和粘土矿物的细粒基质，并有橄榄石和辉石的包体与球粒，有时还发现金属铁—镍包体。这些包体有时呈似球粒体，较大较多，富钙—铝包体似乎代表很高温度的矿物集合体、Ⅱ型比重较大，约2.5，颜色较浅，浅灰至中灰。

【Ⅲ型碳质球粒陨石】carbonaceouschondrite－Ⅲ　是碳质球粒陨石的一步。这类陨石比较稀少，主要由橄榄石和磁铁矿构成基质，呈中灰色，比重颇大，约3.7，含水含碳均少。通常含有难溶元素如ca、AI、Ti等高钙—铝包体或大球粒，直径约1厘米；有的球粒几乎全由钙长石组成。这些代表很高温度矿物的集合体（包体和球粒）可视为是原始太阳星云内部气尘在特别热的阶段最先凝聚的物质。另一发现是球粒中有时有球形空洞，其大小可达球粒直径的三分之一。这种“空洞球粒”的成因尚在探讨中，有人认为绝不会在行星内部深处形成，可能是在高温静压下塌陷而成。

【普通球粒陨石】ordinary chond－rite　紫苏辉石球粒陨石和古铜辉石球粒陨石，是已发现的石陨石中最常见的两种球粒陨石，它们在肉眼鉴定上很难区分，只是在比重上紫苏辉石球粒陨石稍轻，所以一般将其称为普通球粒陨石。这两种球粒陨石的主要区别在于全铁量和铁在金属相与硅酸盐相之间的分布规律符合普赖尔定则：全铁量紫苏辉石球粒陨石为7.13，古铜辉石球粒陨石为17.45；游离金属量前者为1—10，后者为16—21，但两者不一定有成因联系；氧化铁含量，前者大于后者，比重前者为3.4—3.6，后者为3.6—3.9。两种普通球粒陨石的共同点是：破裂面上有明显的球粒构造；金属铁－镍和陨硫铁是呈金属光泽的小颗粒；新鲜面均为浅灰到黑色，风化后呈深褐色；球粒矿物主要是橄榄石、斜方辉石和玻璃。

【紫苏辉石球粒陨石】hypersthenechondrite　又称橄榄紫苏辉石球粒陨石。参见“普通球粒陨石”。

【橄榄紫苏辉石球粒陨石】olivine – hypersthene chondrite　即“紫苏辉石球粒陨石”。

【古铜辉石球粒陨石墨】bronzitechondrite　又称橄榄古铜辉石球粒陨石，参见“普通球粒陨石”。

【橄榄古铜辉石球粒陨石】olivine – bronzite chondrite　即“古铜辉石球粒陨石”。

【顽火辉石球粒陨石】enstatitechondrite　主要由顽火辉石（占55%左右）组成，含有大量钙、铬、镁的硫化物；铁的含量很大（大于30%），而且都是金属铁–镍，无氧化铁；有少量游离硅石，以石英、鳞石英、方石英等存在；无橄榄石。比重3.51—3.57，新鲜面呈灰至黑色。很少或没有球粒，球粒的多少与含铁量有关，含铁多者球粒也多。含铁量分配不均匀，富铁顽火辉石球粒陨石以单斜顽火辉石为主要矿物相，贫铁顽火辉石球粒陨石以斜方顽火辉石为主要矿物相。顽火辉石球粒陨石没有氧化铁，表明是在强还原条件下形成或变质而成。

【无球粒陨石】achondrite　不含球粒的石陨石。它极少或不含铁–镍，矿物成分和结构很象地球超基性岩，结晶较大，故这类陨石除新降落的有玻璃光泽的黑色熔壳外是很难辨识的。有的无球粒陨石具角砾状结构，角砾中含有球粒陨石碎屑。无球粒陨石仅占陨落地面的陨石总数7%，可能也是不易辨识的缘故。普赖尔（C. T. Prior）在1920年依Ca含量把无球粒陨石分为两类；①CaO重量百分比占0–3%的称贫钙无球粒陨石，属于这一类的主要有顽火辉石无球粒陨石、紫苏辉石无球粒陨石、纯橄无球粒陨石和橄榄易变无球粒陨石；②GaO重量百分比占5—25%的是富钙无球粒陨石，属于这一类的主要有玄武无球粒陨石、钛辉无球粒陨石和透橄无球粒陨石。玄武无球粒陨石的数量最多，约占无球粒陨石总数的80%，其它无球粒陨石则很少。所以在研究无球粒陨石时常以玄武无球粒陨石为代表。成分上CaO含量与FeO/MgO之间为正相关，说明其成因很可能是硅酸盐熔体经分异而成。

【顽火辉石无球粒陨石】aubrite，bustite　主要矿物成分是顽火辉石并含少量透辉石的贫钙无球粒陨石。常具角砾构造。

【紫苏辉石无球粒陨石】diogenite，rodite　主要由紫苏辉石（有时有古铜辉石）组成的贫钙无球粒陨石。

【纯橄无球粒陨石】chassignite　几乎完全是橄榄石（占95%以上）组成的贫钙无球粒陨石，含有少量铬铁矿但没有金属镍–铁。与地球纯橄榄岩相似。

【橄榄易变辉石无球粒陨石】urei – lite　主要由橄榄石和易变辉石组成的贫钙无球粒陨石，含有少量金属铁–镍、陨硫铁、金刚石和石墨。它是惟一含较多铁–镍合金的无球粒陨石。

【玄武无球粒陨石】basaltic achon – drite　钙长易变辉石无球粒陨石和钙长紫苏

辉石无球粒陨石的统称。它是最常见的无球粒陨石（各占40%以上），具角砾构造；矿物成分除与中石铁陨石的石质部分相似外，与其它陨石无关；角砾碎屑的年龄很古老（45—46亿年），而其暴露年龄却很小，只有280—600万年。因此，杜克（M. B. Duke）和西尔弗（L. T. Silver）（1967）认为玄武无球粒陨石是由陨石冲击月球或其它星体（行星、小行星）表面生成的次生溅泼物。他们推测钙长易变辉石无球粒陨石可能是来自月海的溅泼碎屑，而钙长紫苏辉石无球粒陨石则系月陆碎屑。但后来研究月样的结果与此说并不一致。

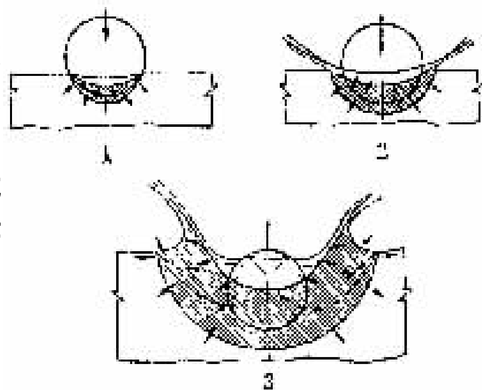
【钙长易变辉石无球粒陨石】 eucrite　主要由钙长石和易变辉石组成的富钙无球粒陨石。铁和钙的含量较钙长紫苏辉石无球粒陨石多。角砾是多矿碎屑，有辉长岩、辉绿岩、玄武岩等。有少数钙长易变辉石无球粒陨石含有受冲击破坏的斜长玻璃，有的甚至全部斜长石都转变成斜长玻璃，表明受到极端冲击。据推测属冲击月海生成的次生溅泼物。

【钙长紫苏辉石无球粒陨石】 how - ardite　主要由钙长石和紫苏辉石（有时有古铜辉石）组成的富钙无球粒陨石。铁和钙的含量较钙长易变辉石无球粒陨石少，常有角砾化构造。据推断可能是冲击月陆的次生溅泼物。

【钛辉无球粒陨石】 angrite　主要由紫色含钛普通辉石（90%以上）组成的富钙无球粒陨石，含有少量橄榄石和陨硫铁。

【透橄无球粒陨石】 nakhlite　由透辉石（75%）和橄榄石的全晶质集合体组成的富钙无球粒陨石。

【冲击波】 shock wave　超高速物体通过介质时，如果速度超过介质能传播的声速，会形成高压瞬态压缩波，称冲击波。其振幅大于介质的弹性极限，使介质的压力、温度、密度和速度都将发生激烈的变化，但这个激烈变化区范围有限，时间很短。陨星降落地面和炮弹爆炸等初始期产生冲击波，以超声速前进，能够使岩石物质熔化、气化，矿物变化和强烈变形甚至变质（如图）。



冲击波
1. 陨星降落接触地表；2. 压缩阶段中期；3. 压缩阶段后期并使物质向外抛射

【基浪】 base surge　大陨石撞击地面或爆裂式火山喷发时（以及核爆炸和化学爆炸时），从爆炸点或撞击坑飞溅出速度较低的环形热气云、熔融碎岩屑和尘埃等溅射物，象密度流一样地向外作辐射状运动，速度可高达200公里小时，这种现象称基浪。

【冲击变质作用】 shock metamor－phism 陨石强烈冲击地面或核爆炸时产生的变质作用。当具有一定重量（10—100 吨以上）和速度（10—70 公里/秒的宇宙速度）的陨石冲击地面时，产生冲击波压力可达数百万个大气压的超高压，可引起1500℃的高温，大大超过了岩浆的温度范围（650℃—1200℃），因而引起冲击变质作用。据估算，美国亚利桑纳州的巴林格陨石估计重量约达100 万吨，产生巴林格陨击坑的陨石冲击能量，约可相当于30 百万吨级的氢弹爆炸能量，而且变质过程是非常短促的瞬间变化。这种陨石冲击变质，可用人工爆炸证实上述估算。这对人们认识地球内部物质的性质，地幔内的相变和地核的物质状态等，是主要的资料来源。据估计，陨石冲击的能量约30％成为热能，约20％用于粉碎岩石和其它变形，约50％用于挖掘和溅射物质。

【冲击变质效应】 shock metamorphic effect 超高速飞行物体（如陨石撞击或核爆炸）对矿物、岩石所引起的变质现象，称冲击变质效应。巨大陨石对月球的撞击，不仅可以在月球表面形成巨大的月坑，而且强烈撞击产生的冲击波，对月面上的矿物、岩石也产生显著的影响，使之发生变质作用。从月球样品的广泛研究表明，在月球表面的矿物岩石碎片中，普遍具有冲击变质现象。冲击压力对星体中矿物的主要影响是：在低等到中等压力下，矿物主要发育特征是呈面状破碎；而在高压之下，因撞击而溅射的物质，可因温度升高而使之部分或全部熔化，矿物可由结晶质转化为玻璃质，也可由低温矿物转化为高温矿物。如普通的α－石英或β－石英，可转化为紧密的高温的柯石英或超石英。

【冲击变形组构】 shock deforma－tional 月面物质受到高速飞行物体的冲击（如陨石撞击）时，所引起的矿物晶体形态、颗粒大小、空间排列等结构和构造的变化，称冲击变形组构。它与地质营力或静高压实验的变形组构并没有多大区别。然而，在高速物体冲击条件下（压力从几十万巴—几百万巴，应变率10^6—10^8/秒）则可形成某些特殊变形组构，如s－面变形组构。地学工作者通过对地球上陨击坑的研究和冲击波的实验，已获得了陨石冲击变形组构的特征，并建立了区分陨石冲击成因的月坑和火山成因月坑的准则。一般认为：月球表面广泛分布的月坑、岩石碎屑、月壤和月尘有很大一部分是由陨石撞击的产物，因它们具有冲击变形组构。

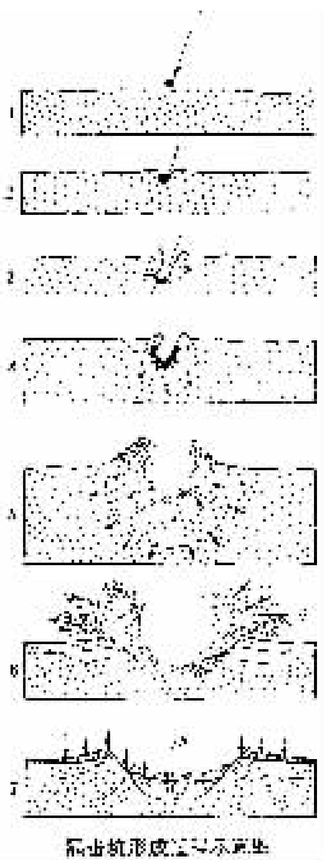
【冲击加载作用】 shock loading 陨石撞击或人工爆炸所产生的高压冲击波，在行进中对物质施加压力的作用。在冲击高压下石英转变成柯石英和超石英，石墨转变成金刚石；矿物晶粒震裂或出现面状变形结构；继续增压可形成假象击变玻璃；压力达到500 千巴左右时，则大多数岩石在冲击加裁作用下开始熔化。

【冲击石化作用】 shcck－lithifica－tion 陨石撞击或爆炸时使疏松表土和散碎物质转变成粘结而易碎的岩石，称为“瞬变岩”（instant rock），这种作用叫冲击石化作用。常见于大陨击坑，在撞击点附近一小部分土壤压实成为集合体块，这是在

颗粒间的压力熔结和填质的部分熔合等作用粘结而成的。

【瞬变岩】instant rock 由冲击石化作用形成的易碎岩石。参见“冲击石化作用”。

【陨击变质作用】impact metamor－phism 冲击变质作用的一种。只限于陨石超高速撞击造成的冲击波对岩石、矿物产生变化的过程的研究（如对柯石英和小金刚石等的研究），不包括核爆炸等引起的冲击变质作用。陨击变质作用普遍发生于陨击坑内的岩石中，并形成击变岩等，从而可以确定地面上的陨击坑、古陨击坑等。根据月岩标本的研究得知，有很大部分是陨击变质的产物，因此证实了大部分月坑是陨击形成的。但由于陨击变质作用使岩性。矿物和地球化学等方面发生改变，模糊了月球发展史的历程，所以加强陨击变质作用的研究十分必要。

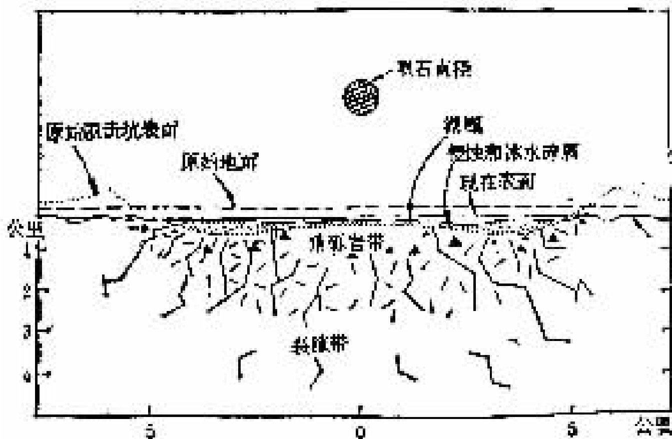


【陨击构造】 impact structure 泛指由陨星，小行星或彗星的超高速撞击形成的地质构造。

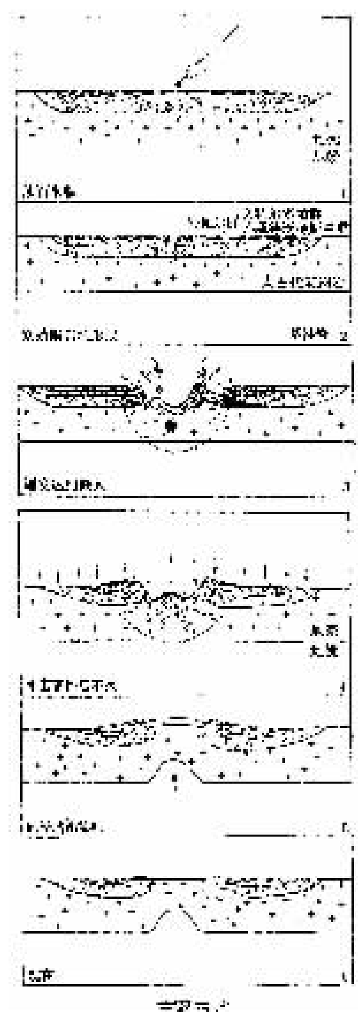
【陨石撞击作用】 meteorite im－pact 简称陨击作用。陨石自天外落到地面的过程中发生了一系列的作用，统称为陨击作用。陨石在大气层中高速运动，摩擦生热使大气局部温度可以升到很高，在一定条件下空中可进行热核反应。图中表示陨石自空中落到地下的过程中发生的各种作用：首先穿插入地面（图1－2），产生向下和向周围的侧压力（图3－4），然后把被粉碎的物质向高空溅射（图5－6），部分物质回填到陨击坑中和坑的四周。同时，对陨击坑的四周和下部岩石进行冲击变质作用和破碎作用，形成角砾岩和裂隙带等。

【陨石撞击坑】 meteorite crater 陨石以高速猛烈撞击地面形成的坑穴，叫做陨石撞击坑，简称陨击坑。月球表面的陨击坑简称月坑（天文学里常译为环形山）。目前在地球、类地行星、卫星上都发现大量的陨击坑。陨击坑的性质首先取决于宇宙因素（陨落天体的大小、速度、成分等），地面因素（水、岩石的成分和结构、撞击地点等）亦起一定作用。冲击作用对当地的古地理和地质状况亦起了不同程度的改造作用。陨击坑的深度与陨击坑的直径成正比。陨击坑底部岩石受冲击而生成角砾岩，角砾岩的厚度远大于陨击坑的深度。陨击坑的外表形态容易受到后来地质作用的破坏，因此陨击形成很厚的角砾岩就成为识别陨击坑的一个重要标志。陨击坑是一种特殊的地质体，它的内部结构和组成岩石与其它地质作用（构造作用、火山和侵蚀作用等）形成的结构不同。由陨石撞击造成的结果是使原来

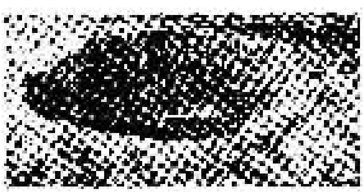
的岩石受到粉碎、熔化、改造和搬移，形成辐射状或环形构造和角砾岩。从地球表面的陨击坑数量来估计，在最近几十亿年中，地球受到能造成陨击坑直径大于 1 公里伪近百万个陨石冲撞；在整个显生宙中亦应存在过直径大于 1 公里的陨击坑约 10.8 万个。目前，已发现的仅一百多个，大部分陨击坑可能被年轻沉积物覆盖或被地质作用破坏。在地球表面上已发现的陨击坑大小不一，小者直径仅几米，大者直径大于 100 公里。西伯利亚的波皮盖（попдиай）凹地的直径达 100 公里，是地球上的一个最大陨击坑。直径大于 50 公里的有加拿大马尼夸根（Mani - couagan）和非洲南部的弗雷德福特（Vredefort）环形构造。直径小于 50 公里的有加拿大魁北克省清水湖，直径为 26 公里；加纳的阿善提陨击坑直径约 10 公里：已被湖水充填；美国亚利桑纳州的巴林格陨击坑直径约 1.3 公里，深约 175 米，估计陨石重达 100 万吨，陨击坑形成年龄为 26，000 年。1976 年 3 月 8 日吉林陨石雨中最大的一块重达 1770 公斤的石陨石造成了长径为 2.1 米、短径为 2 米、深达 6.5 米的陨击坑。陨击坑具有以下特征：形状多为圆形、椭圆形或腰子形、具有较好的环壁，内陡外缓；重力为负异常；大陨击坑内有明显的中央峰；常有陨石碎片和镍 - 铁珠球、石英和石墨的高压变种（柯石英、超石英、金刚石等）矿物；主要造岩矿物中高压变形、微裂隙和微劈理等构造发育；玻质熔体和结晶体并存；难熔矿物有分解和熔化以及震裂锥的出现等冲击变质现象，据此可与外形相似的火山成因的环形构造相区别。陨击坑在类地行星和大行星的卫星上有广泛分布，在时间分布上亦有特点。因此在天体地质研究中，把陨击坑的大小、密度，及相互覆盖的关系作为确定行星地质体相对时代的一个重要依据，在进行行星间地质发展的对比方面起着重要作用。



陨击坑剖面示意图



【微陨击坑】micrometeorite crater　月球表面上，大卫星表面上或其它行星（如火星、水星、金星）表面上有许多很小的陨击坑，直径一般小于 1 厘米，大的也只有几厘米，这是由微陨石以超高速撞击而成的微陨击坑。坑底有玻质垫底物，坑的周围有几圈同心环状分布的冲击破裂矿物区（发亮）和环形分裂区。



巴林格陨击坑

【古陨击坑】astroblem　地球上第四纪以前的陨石撞击坑。陨击坑形成后经历了各种地质作用的改造，在一定程度上改变了陨击坑形态。研究表明，有些第四纪前陨击坑外貌形态也有保存相当完好的，因此两者在形态上无严格区别。有人把古陨击坑看做是陨击坑的同义词。图示南非 Vredeforf 环形构造（古陨击坑）由陨石撞击形成过程的示意图。1－3 表示陨石撞击时造成地表变形；4 表示中央峰的形

成，5 表示由于陨击减少了物质产生重力均衡作用。6 表示古陨击坑的现在形态。

【震裂锥】shatter cone　冲击波通过某些岩石时产生的锥形岩块。锥高从不足 1 厘米到几米，大者可达 15 米以上。锥面上有细条纹自锥顶沿锥壁而下（有的呈辫形条纹）；锥顶角大小不等，一般接近 90 度。震裂锥是冲击构造的典型标志，外貌很象沉积岩里的叠锥构造。在细粒均质岩中最常见（如石灰岩、白云岩），也见于花岗岩、砂岩和页岩中。主要出现在陨击点上，锥顶指向陨击方向。据研究，锥形破裂面属张性而非切变，是岩石受到一定能量密度的冲击波挤压，然后迅速释重所致，估计当在几万大气压的冲击压力下形成。

【陨击角砾岩】suevite　陨石撞击地面，在陨击坑附近堆积有溅射出来并落回原地的角砾岩。由围岩的冲击碎屑和击变岩屑包体组成，外貌很象凝灰角砾岩或浮石凝灰岩，但具有冲击变质效应而相区别。陨击角砾岩具有相当大的规模。



[illegible]

【陨击熔融物】impact melt　陨石、小行星或慧星以超高速撞击行星表面，使靶岩熔化而生成熔融物，部分或全部结晶质的似岩墙或似岩床体存在于陨击坑周围，或者成为碎屑角砾岩的填质，或者成为陨击坑溅射出来的碎屑。

【熔壳】fusion crust　又称融蚀皮，陨石表面黑色光亮的皮壳，厚度不超过几毫米，绝大多数不超过 1 毫米，为玻璃质，风化后呈褐色。这是陨石与大气摩擦生热而熔蚀并随即冷凝而成。由于大气对陨石的不同表面会有不同效果，便出现各种熔壳，如：球结形、条纹状、伞骨状、网状、多孔状、瘤状、熔碴状等。

【熔蚀皮】ablation skin　即“熔壳"。

【击变岩】impactite　原指陨石撞击地面时从陨击坑溅射出来的玻璃质岩。现在泛指以任何方式的超高速撞击使部分或者全部熔化而成的玻璃质岩。击变岩具有气孔，玻璃质到细晶质，发生在陨击坑周围，主要由空气动力机制形成，很难看到雏晶或微晶，可与火山玻璃区别。

【熔石玻璃】fused rock glass　陨石高速撞击行星表面，瞬时高热高压使陨击点岩石熔融并凝固，常含有柯石英、单斜锆石，焦石英等特殊包体，并有强烈扭曲的异离体或流变构造和球形或略有拉长的气泡。有的矿物包体可能出现面状构造、大量微破裂和显著的波状消光。熔石玻璃的另一特征是有大量细小的铁–镍球粒存在，这是撞击体的重新凝固部分。玻陨石在某种情况下可算作特殊的熔石玻璃；广义的击变岩也包括熔石玻璃。

【雷击石】fnlgurite　又称闪电式、闪电熔石、闪电管。沙管。地球表面上裸露的山顶、沙漠区及湖畔处的岩石露头面常见到一些玻璃质管形或棍形构造的岩石，管长 40 厘米，径 5—6 厘米。这些杂乱排列的玻璃质管或棍或黑色玻璃质皮壳层，多半是散沙（罕见有坚实岩石）经闪电作用熔化而成，故称雷击石。

【闪电石】lightning stone 即“雷击石”。

【闪电管】ightning tube 即“雷击石”。

【沙管】sand tube 即“雷击石”。

【击变玻璃】diaplectic glass 在冲击波作用下使原来的矿物在没有熔化的固态中成为玻璃。随陨石撞击而产生的冲击波，使石英和长石转变成非晶质相。这是在温度不高的环境下的固态转变。很象普通玻璃，但折射率低、有板状流变构造，通常保留有原来结晶相的自形晶，如假象击变玻璃。在晶相构造序列里处于晶质到玻璃相的中间阶段。是广义击变岩的一种。

【假象击变玻璃】thetomorphicglass 又称继形玻璃，是一种特殊的击变玻璃。通常是石英或长石的玻璃相矿物，由已结晶的矿物在冲击波作用下处于固态中丧失其长程原子序（于是变成玻璃），但仍保持矿物的原来晶形和结构（如破裂、双晶片、晶粒间界形状）。

【继形玻璃】即“假象击变玻璃”。

【斜长玻璃】maskelynite “假象击变斜长石玻璃”的简称。是陨石高速冲击行星表面（包括地面、月面等）时在陨石里形成的非晶质相无色陨石矿物，在被冲击的岩石中亦有形成，斜长石转变成玻璃但仍保留着斜长石晶形的外形。

【假象击变斜长石玻璃】即“斜长玻璃”。

【单斜锆石】baddeleyite 单斜晶系 Z_rO_2 组成的矿物，可能含有少许铪、钛、铁和钍。呈黑色，褐色、黄色或无色。通常出现于击变玻璃中，是由锆石热分解而成；$ZrSiO_4 \longrightarrow ZnO_2 + SiO_2$。在击变玻璃中的单斜锆石包体很小；在月岩中常与钛铁矿和钛尖晶石伴生。实验证明，在一个大气压下，温度在1720°—1900℃时就可使锆石分解成单斜锆石和硅石，因此，在玻璃质岩石中如出现单斜锆石时就表明有很高温度的冲击变质发生过。雷击石中也可出现单斜锆石。

【焦石英】lechatelierite 又叫天然硅石玻璃。是天然熔化的非晶质硅石，出现在雷击石和陨击坑里，玻陨石里也有。焦石英的折射率很低，约1.46。由陨石撞击或闪电产生的热使石英砂熔化成玻璃质并迅速冷却形成，温度高达1710℃，比岩浆或熔岩温度还高。除雷击石因闪电而生成焦石英外，在击变岩中出现焦石英，表明它是冲击变质作用的良好判据。

【天然硅石玻璃】silica glass 即“焦石英”。

【柯石英】coesite 为 SiO_2 的高压型同质多形体矿物，单斜晶系，密度很大，为2.93克/厘米^3。这种矿物是由柯斯（L. Jr. Coes）于1953年首先以压力大于2—3万巴时在室温下合成的，当时尚未在自然界发现；以后陆续在陨石坑里找到。通常为极细粒，在短时加热下容易转化成鳞石英或方石英，所以很难发现柯石英。柯

石英的存在是冲击变质作用的可靠判据。

【超石英】stishovite 又称斯石英，重石英，为 SiO_2 的极高压型同质多形体矿物，正方晶系，密度极大，达 4.35 克/厘米^3。这种矿物是斯提肖夫（S. M. Stishov）和波波娃（S. V. Popova）于 1961 年在 16—18 万公斤/厘米^2 压力和 1200—1400℃温度下人工合成 0.5 毫米长的晶体。在自然界，超石英在 10—12 万巴以上的压力下（相当于地下 360 公里深度处的静压条件下）形成而且是稳定的，再加热到几百度时转变成方英石。因此，和柯石英一样，在原来含有超石英的击变岩中由于伴有强烈的热效应，就可能不再存在超石英。超石英的存在是鉴定冲击变质作用的可靠标志。

【玻陨石】tektite 我国古称“雷公墨”。是一类非火山成因的天然硅酸盐玻璃物质，一般呈玉墨色、墨绿色或果绿色。形状似圆形的水滴状、纽扣形、哑铃形和纺缍形等多种，表面有坑槽，表明是熔化后在冷凝过程中由空气动力塑造成的。直径 1 毫米到 50 毫米以上，约豆粒到胡桃大小；重量几克到十几克，最大重量 3.2 公斤。外观象黑曜岩，但它不含晶质，其成份和结构同黑曜岩却相差很大，故称为似黑曜岩。它的主要成份是 SiO_2，达 70—80%，和地球上其它玻璃质岩石相比，是 MgO 较高，Na_2O 较低，有少量其它矿物包体，水分极少，平均 0.005%；具流纹构造，共物理性质是，折光率与密度成正比，而与硅含量成反比。宇宙线暴露年龄小。地球上发现玻陨石成群分布的地区有四大区域；①东南亚区（包括澳大利亚、菲律宾、老挝和我国的广东等地），测得的 K - Ar 年龄 70 万年；②西非区（包括象牙海岸、加纳等地），为 130 万年；⑧中欧区（包括捷克、德国等地），为 1500 万年；④北美区（主要是美国），为 3400 万年。玻陨石的成因问题，自 1900 年徐士（F. E. suess）命名 tektos（希腊文“熔化”之义）以来，许多研究者提出过推测，主要有两种，即雷击高热熔化或高压冲击变质。至于玻陨石的来源，有来自月球或地球本身两种说法，现在多数人同意是由陨星冲击地球表层变质而成的次生物。但这些推论又难解释玻陨石化学成分的均一性和分布的区域性，故其来源还需探讨。



【雷公墨】ink of thunder god 我国古时对黑色陨石粒叫雷公墨，可能就是玻陨石。在我国广东雷州半岛和海南岛一带有广泛分布。

【似黑曜岩】tektite 即“玻陨石”。

【微玻陨石】microtektite 属玻陨石类，常呈球形的玻璃珠，直径小于 1 毫米，成分更偏基性（贫硅）。常见于深海沉积物中。澳洲附近的太平洋，印度洋和西非海岸外大西洋中的年轻海相沉积物岩心中都有发现，与陆地上发现玻陨石的澳大利

亚、象牙海岸和北美三个区从地理分布、岩石年龄、物性和化学成分上都可相互对比。我国北方在早一中更新世的沉积物及西藏现代沉积物中亦发现有微玻陨石。

【宇宙球粒】cosmic spherule　陨星粒进入地球大气层因摩擦消蚀而熔化成小滴所凝成的小圆粒。见于深海沉积物中，由磁铁矿组成的具磁性宇宙球粒是常见的，有时是含有一个金属核的黑色宇宙球粒。

【宇宙水】cosmic water　落到地球上来的陨石空隙中有时包含着原生水，称宇宙水。

【陨冰】是从宇宙空间坠落到地球表面以水为基本成分的天体。太阳系空间存在有冰体的理论，最先由美国天文学家惠普尔（1980）提出，他的彗星冰冻团理论模型，队为彗核是由一个吸附着宇宙尘的冰块组成的“脏冰球”。当彗星接近太阳时，太阳的热能使其冰体表面升华为气体，形成彗发、彗尾，但其彗核内部仍保持冰冻状态。彗星的寿命通常只有几千个围绕太阳的公转周期，它有可能受太阳、行星等天体所施加的引潮力而逐渐瓦解，形成流星群。陨冰则有可能是彗核瓦解后坠入到大气层中还未溶化的冰块。1983 年 4 月 u 日在我国无锡东门坠落一大冰块，经初步分析，可能是陨冰。

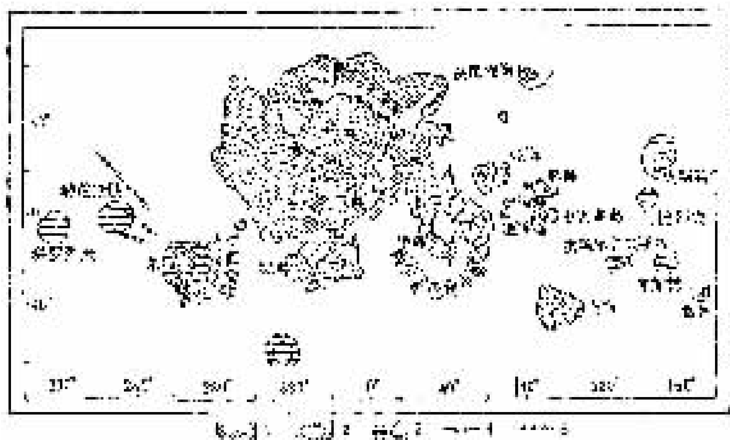
月球地质学

【月球地质学】geology of theMoon，lunar geology　又称月质学。是天体地质学（或星球地质学）的一个分支，是运用地质学的理论和方法研究月球的月面地貌，物质组成，结构特征、地质作用、物理场、演化历史和起源的科学。目前，主要在以下几方面进行较多工作：①月面地貌如月海、月陆和月坑等的特征及其成因；②月壳岩石和“土壤”的物质成分、结构、形成时代及演变史；⑧月球内部结构、月球物理场和月热史等；④编制月球地貌、月球地质图件，⑤探讨月球起源和演化历史及与地球演化历史进行比较。二十世纪五十年代以前，人们通过望远镜对月球进行了各种观测，并编制出各种月面图。1959 年苏联发射了第一枚月球火箭，揭示了月球背面特征，1966 年 2 月 3 日苏联发射了月球（nyHa）9 号，第一次成功地在风暴洋软着陆。1969 年？月 20 日美国发射了阿波罗（Apollo）11 号载人宇宙飞船在静海登陆，从而开创了对地外星球的直接研究史。直＄4119g0 年底，已有 13 航次宇宙飞船在月陆上登陆。在美国已召开过 13 次行星和月球地质学会议。共收集了数百公斤月球样品，对月球的“土壤”和岩石的类型、矿物成分、化学成分、同位素组成及物理性质等作了详尽的分析和研究；同时对月球的形成和演化过程作了综合分析，并编制了各种比例尺的全月和区域月质图和构造图。

【月质学】seleuology　月球地质学的简称。

【月球】MOOn　又称月亮、太阴，是地球唯一的天然卫星。它距地球的平均距离为 394，401 公里，为地球亦道半径的 60. 3 倍。直径为 3，476 公里，为地球直径的 1/40 体积为 21，190，000，000 立方公里，等于地球体积的 1/50。表面积为 38，000，0000 平方公里，为地球表面积的 1/14，与亚洲的面积相近。月球物质的平均密度为 3，341 克/厘米^3，为地球物质平均密度 5t52 克/厘米^3 的 0. 6 借。月球的质量为 7.35×10^{22} 公斤，为地球质量的 1/81. 30。月球表面的重力加速度为 162 厘米/秒^2，为地球重力加速度的 1/6。根据重力加速度推定月球内部压力，其中心约为 45，000 大气压，为地球中心大气压的 1/90。月球的引力为 3. 7，是地球引力的 1/4。月球上没有显著的磁场，在风暴洋中测得的静磁场和月岩标本的剩余磁场强度均为 36 伽马左右，占地球磁场的 1/1000 强。月球本身不发光，而是反射太阳的光，其反照率为 7/100。表面温度变化很大，白天月球上受太阳光照射的部分，温度高达 130℃—150℃，午夜可降至零 160℃—180℃，并且温度变化很大，

在一小时内可升高或下降 180℃。月蚀时，可见月球表面的迅速冷却（两小时内温度下降 250℃之多），表明月球表面具有极小的导热性，其导热率约为花岗岩或玄武岩的 1/1000，热容量极小．月球表面没有大气和生命，没有云雾和水份，接近真空状态。因而受到陨石的猛烈轰击，宇宙射线和太阳辐射的强烈照射，使表面凹凸不平，为一层厚度不等的月尘、岩屑和岩块物质所覆盖。月球不仅没有动物和植物，细菌也难以生存。由于没有大气，不会发生光的折躬和反射，也不能传播声



波。所以月球是一个无风，无水、无生命、无声响、冷热剧变和非常干旱的寂静世界。它的公转周期和自转周期相等，均为 27.32 日，即 27 日 7 小时 43 分 11.5 秒，所以总是以同一面朝着地球，另一面背着地球。从别的行星与其卫星的比较来看，月球和地球的质量和直径相差不大，它们好象是一对孪生行星。所以在探讨太阳系起源时，有人把它当成行星看待。

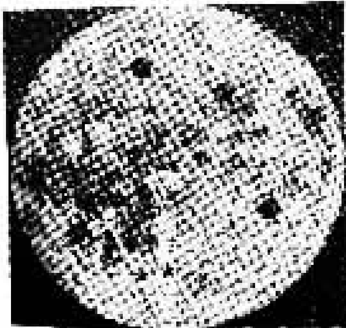
【月亮】Moon　即“月球”。

【太阴】Meo　即“月球”。

【月球密度】density of the Moon　在标准温度压力下，测定月海玄武岩的密度为 3.3—3.4 克/厘米^3，高地斜长岩的密度为 2.76 克/厘米^3；由于月海玄武岩覆盖面积只占月表面积的五分之一，因此，组成高地的斜长岩和月海玄武岩的比为 4∶1，则上月壳的密度为 3.0 克/厘米^3。通过岩石学，地震学和月震学的研究，认为下月壳的密度为 3.1—3.2 克/厘米^3，是比较合理的。由于密度是温度和压力的函数，所以，必须了解月球内部的温度和压力的分布情况，才能讨论月球内部物质密度的模型。这里有许多不肯定的因素，显然，月球内部密度只是一些理论上的数字。通常认为上月幔的密度约小于 3.5 克/厘米^3，下月幔的密度约大于 3，5 克/厘米^3，月幔的平均密度约为 3。42 克/厘米^3，月核的密度则更难确定。一般认为月

球不可能有一个铁核，或仅是一个较小的 Fe—FeS 组成的核。现在多认为月核主要是由榴辉岩成分和少量的 Fe—Ni—S 物质组成。在温度为 1600℃，压力为 30 千巴的情况下，月核的密度约为 6 克/厘米^3。

【质量瘤】maseon　详细分析绕月飞行的宇宙飞船的运行轨道，发现有些环形月海盆地呈现正重力异常，这种重力异常区叫质量瘤（图）。在月球上已发现有 12 个质量瘤，月球背面也有一个很大的质量瘤。质量瘤的成因各说不一，基本上可以归纳为外因说和内因说两种；外因说认为是由密度较大的陨石或小天体坠入月壳而成，但在均衡补偿下不可能长久存在，有必要认为巨厚的刚性月壳足以能够克服均衡而使质量瘤长期保留，内因说认为在月壳开始形成的初期，陨石撞击而成的月海盆地较薄，负荷较小，引起密度较大的月幔热可塑物质在均衡作用下涌到盆地底下甚至涌进盆地内，因而形成正重力异常区即质量瘤。

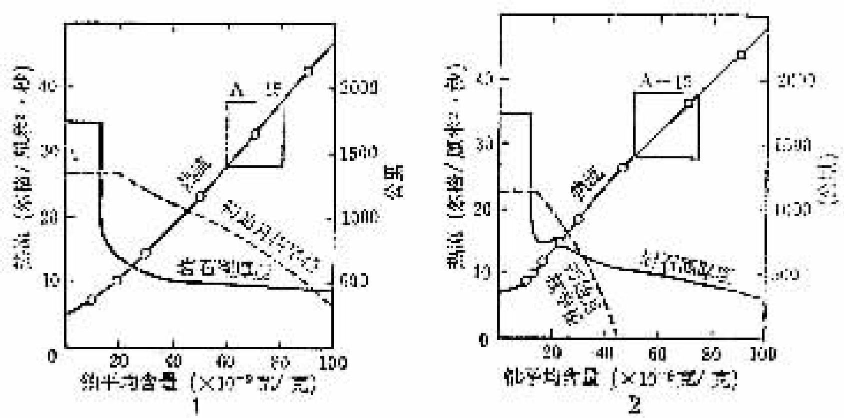

[illegible]

【月球温度】temperature Of theIVIoon　月球表面白天受太阳照射部分的温度高达 130°—150℃，夜间温度则下降到零下 160°—180℃，并且温度升降很快，在一小时内可以上升或下降 180℃；月球表面岩石导热率极低，昼夜温度变化影响的深度，一般不超过一米。月球内部温度不能直接测量，根据月球的电传导，月震，月磁和火山活动等方面的研究，证明月球内部温度较低。一般计算月球内部温度不超过 1600℃，少数学者如 H. C. 尤里（Urey）估计月核温度为 1860℃。经计算，月球内部温度可能变化如下：

深度（公里）	温度（℃）
100	480
200	1380
300	1210
500	1520
700	1530
1100	1535
1738	1440

【月表热流】heat flow Of lunarsurface　在阿波罗 15 号登月点附近测定的月表热流值为 33 ±6 尔格/厘米^2·秒（约 0.81 微卡/厘米^2·秒），这个数值约为地球表面平均热流值的一半。说明月球内部温度比地球内部温度低得多，一般计算月球内部温度不超过 1600℃。

【月热史】thermal history Of theMoon　月球内部温度随时间演变的历史。它是认识月球构造作用，岩浆活动和月球演化史的基础。由于有许多因素是不肯定的，随着假定月球形成时的初始温度和放射性元素的含量不同，不同的学者提出的月球温度演化的历史也各不相同，兹举数例如下：①假定月球形成时的初始温度为 0℃（左图），铀的平均含量为 3.3×10^{-8} 克/克。月球内部温度的变化，是时间的函数。开始对月球的外层加热，温度迅速增加，当月球外层形成深达 420 公里的熔融区时，外部温度就逐渐降低，冷却，月球内层因热力的积累，温度却又逐渐增高。外部熔融物质冷凝形成岩石圈的速率约为 100 公里/10^9 年。月海岩浆活动时期为 32—29 亿年前。现今月球 650 公里深度以下，可能仍有部分区域为熔融区；②假定月球形成时的初始温度为 500℃（右图），则月球热历史演化早期，外部就形成了厚约 630 公里的熔融区，其后由于热力的散失，温度逐渐下降，熔融物质冷却凝固，随着时间的推移，月球的外部岩石圈逐渐增厚。现今月球 1100 公里以上为固态的岩石圈，月核物质可能大部分仍处于熔融状态，相当于地球的软流圈，③假定月球形成时的初始温度为 800℃，则月球热历史演化早期，月球上部就要形成厚约 900 公里的熔融区，外部温度逐渐降低，冷凝形成岩石圈。现今月球 1000 公里以上为固态，月球内部由于热量的聚集，温度逐渐增高，月核物质在月球形成 20 亿年以后亦被熔融。



月球的热历史模型。月球形成时的初始温度为0℃（左图）和500℃（右图）。图中A—15为阿波罗15号着陆点

【热斑】hctspot　月球表面不断发射出远红外—热辐射，可用红外扫描辐射计测得。但热辐射并非各处相同，某些地点的热辐射比月面辐射平均值高些，这些地点在红外扫描图象上表现为亮区，叫做热斑。热斑多出现在年轻的陨击坑或几个月海内，特别是在月海较陡的边缘区。月球背面的热斑比月球正面少。有人认为与月球的现代火山活动有关，当这里的基本形态形成后，可能发生过较活跃的火山活动。

【冷斑】coldspot 用红外扫描辐射计检测月面辐射时，发现有的地区辐射温度比月面平均温度低5°—10℃，这些地区叫冷斑。可能是在孔隙度较高的表土区因热损失率较大而造成的。

【暂观现象】transieni phenomena 又称暂现事件。经长期观察，发现有些月面亮区（热斑）时明时暗且颜色也有变化，从淡红到深红再从紫到蓝等。对100多个亮区曾报道过1200多次暂现现象的观测，其中有300多次发生在阿里斯塔克（Aristarchus）月坑，75次发生在柏拉图（plato）月坑，25次发生在阿尔芬萨斯（Alphonsus）月坑。这种月面暂观现象的产生可能是气体放电或者是现代火山活动的讯号。有的观测者（如N. A. Kozyrev，19s4）认为是火山或裂缝发射出包括双原子碳（C_2）的气体分子的结果；但多数人认为可能是月面硅酸盐和气体在太阳辐射作用下发光的缘故，与火山活动无必然联系。

【暂现事件】transient event 即“暂现现象”。

【月球导电性】electrical conduc - tivity Of fheBIoon 月球的瞬变磁场表明内部有电流存在，经测定月球电导率随深度增加而逐渐增大，其数值大致是：第一层月面—100公里，电导率 $>10^{-7}$ 欧姆/米；第二层100—700公里，电导率：1.7×10^{-4} 欧姆/米；馆三层700—1738公里，电导率 $\geqslant10^{-2}$ 欧姆/米。索尼特（C. P. Son - ett,）等人1971年发现在250公里深度上存在一高导电层，电导率猛增约两倍。据解释是：46亿年前月球表面曾经熔化过，使硅酸盐与铁 - 硫分熔，而后者先熔，密度又较大，队面部分沉入内部，沉到一定深度时（譬如250公里），冷凝而形成高导电层。

【月磁】lunar magnetism 月球表面有微弱磁场，磁场强度只有地球的万分之一，表面磁场在月陆区为2伽马，月海区为4伽马。但局部磁场很显著，而且变化大，例如阿波罗14号着陆点上的两个测点相距只有1公里，而磁场值为43伽马和103伽马。月球现在不存在强磁场，从月岩样品的剩余磁场分析，有两种性质不同的分量：一种是不稳定分量，容易去掉；另一种是稳定分量，难以退去。前者可能是月岩到地球时获得，后者可能是月岩在30—40亿年前冷凝时保留的热剩磁，其强度与地球上岩浆岩的磁强相当，可见是在几千伽马以上的磁场里？从居里点（约800℃）以上冷却下来的热剩磁。月球磁场主要存在于32—39亿年前左右，即月海泛滥期的月海玄武岩喷溢阶段，以后似乎消失了。古月磁成因尚不清楚，衰减原因也是尚在争论的问题。可能在30亿年前月球有一个在熔点以上的液态铁核，通过自激发电机效应产生磁场，后来内部温度降低到铁的熔点以下，磁场便自由衰减。除上述永久磁场外、还记录到月球内部电流产生的瞬变磁场，这是由于太阳爆发致使吹过月球的太阳风强度增加，从而在月球内部感应生成的。

【月地物理参数】 physical para－meters Of the Moon and Earth **其具体数字见下表；**

类别	月球	地球	月/地
1. 赤道直径	3476公里	12756公里	0.2725
2. 体积	211.9亿公里^3	10831.6亿公里^3	0.0203
3. 面积	0.38亿公里^2	5.101亿公里^2	0.0745
4. 质量	73.53×10^{24}克	5976×10^{24}克	0.0123
5. 密度	3.341克/厘米^3	5.517克/厘米^3	0.6054
6. 重力	162.2伽	980.7伽	0.165
7. 磁力	数十伽马	50000伽马	<0.001
8. 自转周期	27.32日	23时56分	27.40
9. 公转周期	27.32日	365.26日	0.0749
10. 自转速度	0.005公里/秒	0.465公里/秒	0.0107
11. 公转速度	1.0公里/秒	29.79公里/秒	0.0335
12. 核心压力	0.8百万大气压	3.5百万大气压	0.23
13. 核心温度	1600℃左右	5000℃左右	
14. 表面压力	0	1大气压	
15. 表面温度	白天127℃ 夜间－183℃	白天22℃ 夜间 2℃	
16. 月球与地球的平均距离为384402公里			

【月球化学成分】 chemical compo－siUOn Of the Mooi **目前对月球化学成分的研究还很不够，组成上月壳的主要岩石斜长岩和玄武岩的化学成分为：**

SiO_2 44.5—45%

Al_2O_3 25.9—27.6%

FeO 6.6—7.7%

MgO 5.1—5.3%

CaO 14.7—15.1%

TiO_2 1.7—2.5%

月球物质中已发现的元素有：

亲铁元素： Fe、Co、Hi、Ru、

Rb、Pd、Os、Ir、

Pi、Cu，Au、MO、

W、Be、Ge、As、

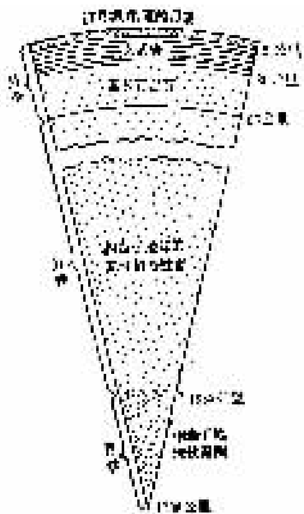
Sb、Sn、Ga、Bi；

亲铜元素； S、Se，Te、Fe、

AS、Cd、HS、T1、

Pb、Bi、In、MO；

亲石元素： Li、Na、K、Pb、Cs、



Be、MS、Ca、S_r、Ba、B，Al、Sc、Y，La、Lu、Si、Ti、Zr、Hf、Th、P、V、Nb、Ta、Mn、Fe、O、Cr、U、Zn、Ga、F、Cl、B_r、I；**亲气元素**：He、Ne、Ar、Kr、Xe、H、N、C。

下月壳的化学成分，可能与地球上的斜长岩和辉长岩的化学成分类似，月幔的化学成分，可能相当地球上的基性岩和超基性岩的化学成分；月核的化学成分可能为 Fe、Nl、s **和** Mg、Fe **质硅酸盐及榴辉岩等。**

月球内部构造表

圈层	分层		深度		组成
岩石圈	月壤		0—8 公里		由斜长岩、月海玄武岩、非月海玄武岩等月表岩石的角砾、碎块与碎屑组成的土壤，月尘
	月壳	上	8—25 公里		由月海玄武岩与非月海玄武岩组成，在月陆区则以斜长岩质岩石为主
		下	25—65 公里		富含斜长石的辉长岩、富铝玄武岩、斜长辉长岩等组成
	月幔	上	65—1388 公里	65—250 公里	相当于地球的基性岩、超基性岩（橄榄岩、辉石岩、榴辉岩等）组成
		下		250—1388 公里？	
软流圈	月核		>1388 公里		相当于地球的软流圈（或由Fe—Ni—S及榴辉岩的物质组成）

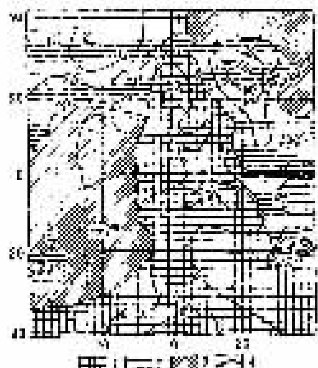
【月球内部构造】 internal struc – lure Of the 1Vloon　**月球演化的结果，使月球形成了层状构造。根据对月震、电导、磁性及质量瘤等的初步研究，认为月球内部的构造大致可分为月壳、月幔、月核三个部分，详见图和表。**

【月核】 lunar core　**指月球探度在** 1388 **公里以下至月心的部分。在月核中，**S **波很快衰减，**P **波速度比月幔要低，因而，月核可能主要是由硅酸盐组成，温度高而具塑性，仅有百分之几为熔融，相当于地球的软流圈，温度** 1600℃ **左右。这样，月核可能是一个铁－镍－硫和榴辉岩成分的核（直径约** 350 **公里，密度为** 6.0 **克/厘米**^{3}**，含硫** 25%**，月核占月球质量的** 1%**），而不可能是熔融的铁核。**

【月幔】lunar mantle 指月球深度在65—1388公里之间由月岩组成的圈层。月幔的P波速度9公里/秒，为高速层，比地球上一般基性、超基性岩的波速还耍大，是由大量致密旷物如石榴石和斜长石高压相（钙长石→钙铝榴石+蓝晶石+石英）或富含尖晶石（至少25%）和橄榄石的岩石等组成，或者由下月壳物质的高压致密相的聚合体组成。从70—130公里深处的平均波速为7.6—7.7公里/秒来看，与撇揽岩、辉岩和榴辉岩的波速相近，物质组成接近地球上地幔的岩石成分。在250公里左右深处有一不连续面，分为上、下月幔：上月幔刚性较高，泊松比估计为0.025，密度为3.42克/厘米^3，是个高传导热层，热梯度为3°K/公里；下月幔是最大热弹性应力产生的部位，是月震震源区，温度在550℃以上。

【月球岩石圈】Innar lithosphcre 指月球内部具有比较刚性的、能传导S波的圈层，因此，月球岩石圈又叫刚性岩石因。厚度达1388公里（有人认为1000公里），相当于月壳和月幔的总厚度。月震就发生在月球岩石圈下部，或与其软流圈（即为s波迅速衰减的月核软流圈）交接带上。

【月壳】lunar crust 指月球外表由月岩组成的硬壳。月震震波的传播速度为研究月壳提供了基本的依据；最．上部0—2公里为岩石碎块、月壤和月尘，P波速度为2.6公里/秒，导热率很低，为地壳喷出岩的1/1000，增温率为1—2A°K/米；2—25公里为上月壳，P波速度为5—6公里/秒，由斜长岩、月海玄武岩及非月玄武岩等组成，平均密度为3.o克/厘米^3，2S—65公里为下月壳，P波速度为9公里/秒，由宫含斜长石的辉长岩、富铝玄武岩，斜长苏长岩组成，平均密度大致为3.1—3.2克/厘米^3，静压力为3.5千巴，相当于地球十几公里深处的压力；自此以下为十几公里厚的过渡层，P波速度为8—3公里/秒，而逐渐过渡到上月幔。月壳的成分与地壳的成分相近，只是钛、钾、磷和稀土元素的含量很高，没有三价铁和水，含挥发份及挥发性元素较少。月球背面的月壳较正面为厚，可能达150公里，而正面的月陆区又较月海区为厚（如图）.



月球正面中部月壳模型图

1.月陆月壳；2.月海月壳；3.过渡型月壳；4.月幔顶面

【原始月壳】lunar p90to-crust 指月球最初形成的外壳。它经历了一些类似地球上的地质作用的改造，但是，因为月面上投有风、雨、流水的剥蚀作用，岩浆活动和变质作用也比地球上微弱得多，因此，月球上尚保存着可辨认的原始月壳。由于月球形成早期可能经历过全球性外层熔融阶段和熔融体的结晶分异作用，冷凝后在月球表层形成一层较轻物质组成的原始月壳。原始月壳由最古老的月岩所组成，其月海玄武岩和高地玄武岩同位素年龄不大（<40亿年），显然是原始月壳形成后火山活动的产物；斜长岩在月陆上分布很广，年

龄也较老（>40 亿年）；角砾岩中少量的花岗质角砾，同位素年龄也大于 40 亿年，属于原始月壳形成后岩浆分异作用的产物。因此，一般认为斜长岩月壳为原始月壳。据初步估计，其形成时期大约在距今 44 亿年前后。原始月壳形成后，遭受大量的陨石撞击，形成很多的月海和月坑，并引起火山活动导致大量的玄武质熔岩覆盖了月面上广大面积。没有被玄武岩覆盖的、最古老的、前依巴勒纪 < 或前雨海纪）的斜长岩月壳上，还保留着许多古老月坑的残迹。

【月壳构造】lunar tectonic　由于构造运动使月壳发生变形和位移，产生的褶皱、断裂等构造。目前一般划分为月陆和月海两个一级构造单元。从全月构造简图中可以看出，月陆是月面上隆起的古老墓底，月海则为下沉的。叠加在基底构造上的洼陷；月陆可分出许多条近南北向为主的隆起带，月海也可划分为两个月海带：一带位于月球正面，由南海至风暴洋近东西向延伸，总长 7500 公里，宽约 1500 公里，呈向北凸出的半圆形，一带位于月球的背面，近南北向而微向东凸，长达 5500 公里，宽 700—1500 公里，两个月海带在理想海和南海地区汇合，南海，来富海和酒海之间也是如此。月陆构造区可分为：①广阔的大陆区：②由山链构成的边缘隆起带，③分布于内陆和边缘的类月海盆地，④最大的环形构造或亚类月海等二级构造区。月海构造区也可分为，①巨型月海盆地边缘带和小月海盆，②巨型月海盆地的内带等二级构造区。在月海区还可分出堤形隆起的内带和中带等三级构造。月球表面的断裂是多种多样的，有延伸达数百公里的直线形深大断裂，有数十至 200—800 公里长的弧型断裂，有长度不等的各种裂隙，在月面上往往构成折线形。大而深的直线断裂大多位于月面主要构造区的接合处，把月海盆地与月陆分割开来。较小的直线断裂在月陆上广泛发育，通常由北东和北西向两组断裂组成网格（或格子）状构造。弧形断裂一般沿圆形月海盆地边缘分布。从整个月面的断裂来看，—以北东、北西向为最显著，南北向次之，东西向较少。在巨大环形盆地可见到明显的放射状断裂，雨海盆地边缘尤为清晰。从断裂两盘在空间的位移方向来看，有逆断层、正断层、开断层（云海中的直壁）和平移断层，平移距离一般为 7—8 公里或 10—20 公里，静海西南部月溪被错移的方位显示，北西向断裂为反时针错动的扭断裂。月球上的褶皱构造较少，主要见于月海盆地范围内的堤形隆起，以南北向延伸为主，其次为东西走向。月球表面的构造和地球表面的构造相比，把大陆与海洋均作为一级构造区，从一级梅造区的特征及大陆与海洋间均有过渡带来看，它们具有相似性。但也有不同点，地球上海、陆面积为 3：1，而月球上海、陆面积为 1：4，地球上外生分异作用广泛发育，月球上则较差；地球上有线型坳陷，月球上则较少；地球的旋转角速度为 7，$29\times10_{-5}$度/秒，月球的旋转角速度为 0.27×10^{-5}度/秒，两者相比，地球的旋转角速度较之大 27.3 倍，若以各自赤道一点转速来看，则相差达 190 倍。可见地球有较大的旋转力，表面构造发育，如纬向构造带显著，而月球的旋转力较小，表面构造

发育较差，可能与此有关。

月面主要构造简图

【全月构造图】panolunar tectonicmap　表示月球表面月质构造的形态特点、性质、规模、分布及其相互关系的平面图，（如下页附图）。R. 斯特罗姆（Strom）于 1964 年编制了月球构造图；10. A. 霍达克（Ходак）于 1967 年制编了全月构造地质图；B. B. 科兹洛夫（KosaoB）和 E. д. 苏利季—康德拉季耶夫（Суиди – конидрать – eB）于 1971 年主编了 1∶7，500，000 月球构造地质图，分别对月球的主要构造系统进行了划分，对研究月球构造和栖造运动的规律性具有一定意义。

【月球地质图】the geologicalmap of the Moon　又叫月面地质图、月面地质分区图，是表示月球表面不同时代，不同类型的物质分布特征的平面图。J. F. 麦库利和 D. E. 威摩斯于 1971 年绘制了月球正面的月球地质分区图（1∶25，000，000）、月球正面的月球地质图（1∶5，000，000）等，将月面物质划分为不同单元，以不同符号，名称和相对年代表示。见下页附图。

【月球构造作用】lunar teetonism　月球上有许多线状形相可能是构造变形产生的。云海东缘有一条著名的直壁（StraightWail），一般认为是断层位移的实例，断崖高 250 米，南北向延伸近 150 公里。雨海东北阿尔卑斯高地上之阿尔卑斯月谷（Alpine Val-lies），是一个东西向的雪茄形洼地，可能是一个大地堑。南风暴洋边缘达尔文月坑与锡萨勒斯月坑之间，有几组互相切割的直月溪构成锡萨勒斯月溪系（Sirsallesrille system），可能是张性构造应力形成的。有许多链状月坑和皱脊等月面形相，大都沿三个主要的构造方向排列，即北东、北西和南北，可能是受构造破裂系统控制的结果。据推测这些构造线是原始月壳在冷却期间，受月球快速自转使全月面形成有规则的线形构造。在持续而均匀的冷却下，已固结的月壳受到张应力产生多期破裂（节理）组，其最后位置部

分受控于与早期的较快自转率有关的附加力。但月面上还未发现有与构造作用相配合的巨大挤压力的证据（如大型冲断层和强烈褶皱）。

【月球火山作用】lunar volcanism 月面上有许多火山作用迹象。月海熔岩是月面上普遍发生的大规模火山作用的产物，月海熔岩的形成时间比目前估计的月球形成年龄晚十亿年左右（主要发生在21.5—38.5亿年间，比月陆年轻得多）。此外，还有许多火山作用的其它形相：最明显的是舌形岩流前缘，在风暴洋面上多处见到，前沿为高十米左右的陡崖，风暴洋北部有一片宽约40公里的朗克丘陵区（RumkerHills），似乎是由超覆岩流构成的高原；月海中还可见到象盾形火山锥的穹隆和象熔岩冢的小穹隆，还有大的皱脊（wrinkle ridge）。有些月溪可能是塌陷了的熔岩管道遗迹。年轻的大月坑如第谷月坑，哥白尼月坑、阿里斯塔克斯月坑等都有熔岩充填，甚至在第谷月坑底部西侧还发现绳状熔岩构造的小形相；在东海月盆西北高地上有一群大月坑也有熔岩充填，熔岩表面有同心环形破裂和龟裂，可能是熔岩冷却形成。有些封闭月坑可能是破火山口或因陨击而引起熔岩流出充填于坑内。月球火山作用很可能与广泛分布的陨击作用同时发生，以致陨击作用可以随时改造、覆盖熔岩流和火山构造，但广大的月海仍保留着丰富的后期火山作用迹象。

【月海泛滥】the flood Of lunarmates 月海盆地形成后，主要在月海区发生多次大规模的月海玄武岩喷溢，发生时间大多为38.5—31.5亿年前。月海泛滥的原因可能是在月海盆地形成阶段，大陨石或小天体撞击月球表层，当时影响深度可能达200公里，这就触发了月海火山活动（近年来研究认为月海玄武岩来自深度50一200公里岩浆房）。有的学者认为是月球正面受地球潮汐力的影响，使深部流体物质涌向表层所致或两种成因兼而有之。

【月震】moonquake 在月球上发生的快速颤动，就象地球上发生地震一样。几年来由建立在月球上的四个月震站（阿波罗12，14、15、16）记录资料统计，每年有250—10，000次月震，能量都很小，一般在10^9—10^{12}尔格之间，最大月震不超过里氏震级2级。月震释放的总能量非常小，只有地震的一百万分之一。月震讯号的震幅很小（以毫微米计），持续时间很长（历时大都在一小时以上），强度是逐渐增加到最大值然后又缓慢地衰减，而地震的持续时间是几秒至几十分钟，这说明月球物质的吸收能力很弱。根据月震讯号特征可以区别出是由陨石撞击的月震还是由来自本身内部的月震；撞击月震振幅较大，延续时间较长（可测震动延续达4小时以上），发震时间不定，地点也分散；内部月震振幅较小，延续时间较短（1小时左右），发震时间较规则，地点也较固定。目前已知（1973）震源有41个，其中有两个明显的震源，其震中位置一个在阿波罗14号西南600公里之湿海—雨海区，一个在澄海边缘亚平宁山脉东段山前。这两个月震源释放的能量占内部月震能量的20%。内部月震发震次数比撞击月震多，约为9：1，每个内部月震震源的

发震周期各不相同，短者几小时，甚至几分钟，最长周期达 206 天，近七个月。根据三年（1969，1970，1971）多的记录表明，在每个月近地点前后的发震频率最高，强度也大，显然是由潮汐效应使月球内部构造应变引起的。内部月震的震源深度大都在 680—900 公里之间，横波低速带出现在 1000—1400 公里深度，这表明 l000 公里深度以内为坚硬岩石区，1000 公里以下为软流区. 长周期月震（7 个月一次）可能与太阳的长期引力作用有关，短周期月震（几小时一次）‘ 可能与太阳对月球周期性加热有关，这类讯号在当地日出后约 48. 2s 小时开始，似乎是因昼夜温度变化影响上层“ 月壤 ”而诱发的热应力所致。有些没有周期性的月震讯号可能是表层崩滑造成，过去还应有较多的火山月震。研究人工月震（如着陆器的撞击），可以了解月球内部构造和热状况以及构造稳定性等。

【雨海事件】Imbrium evenf 巨大的陨石（或小行星）撞击月面形成雨海盆地的碰撞事件。它的影响范围极大，波及到半个月球，形成的雨海盆地为月面上第二大海盆，直径达 1150 公里。在月球演化历史中，雨海事件是一个非常巨大的事件。据推测：雨海是由直径约 1OO 公里的小行星撞击月面形成的。冲击溅射出的物质达到雨海前沿 500 公里以外，由冲击抛出物堆积而成的岩石，称为弗拉摩洛建造。阿波罗 14 号登月舱着陆点正好位于弗拉摩洛建造上，采集的岩石样品几乎全部为复杂的角砾岩，具有明显的冲击和热效应特征，这对雨海盆地的陨石撞击成因说是一个有力的支持。E. M. 休迈克（Shoemaker）1964 年对雨海形成过程作了如下说明；①月球形成早期，雨海盆地是陨石撞击形成的几个巨大的月坑之一；②在雨海盆地周围引起山崩，进一步扩大了月海盆地的范围，③月海熔岩大量涌出，掩盖了月海盆地；④月海熔岩表面再受陨石的撞击，又形成许多大小不等的月坑，逐渐形成现今的景观。弗拉摩洛地区的角砾岩和玄武岩样品 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄，Rb – Sr 内部等时线年龄和 U – Pb 改进型等时线年龄都在 39 亿年左右，说明雨海事件发生在 39 亿年以前。月球上许多大型月海盆地，如静海、丰富海和危海等都是在这个时期形成的。据近年来资料证明，月海主要是在约 41 到 39 亿年前形成，而最重要的小天体撞击可能集中在 39. 5 亿年前。

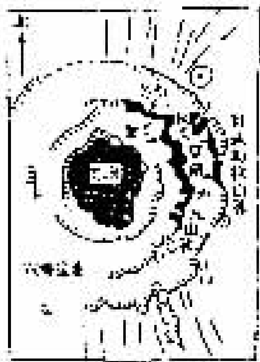
【月球正面】the nearside Of thelVtoon 又称月球可见面。由于月球的自转和公转周期相等，因而它始终以同一面向着地球，称为月球正面；另一面背着地球，称为月球背面。因月球有天平动，所以从地球上能看到59%的月球表面积，其余的‘1%是完全看不到的。当太阳光照射到月面而又反射出来时，由于月面成分和结构不同，反射太阳光的能力也不同，便造成明暗程度不一的图像：较明亮的部分称月陆；较阴暗的部分称月海，月湖、月湾和月沼，占整个月球正面面积的1/2，在北半球特别显著。月陆上有高地、山系、月坑（亦称环形山、陨击坑等），月谷，月溪、辐射纹等。月海实际上并没有水，而是宽广的低洼大平原地带。月球成分和月面地形起伏变化的主要原因系陨石撞击，岩浆活动，重力崩塌和由于温度变化引起的物理风化等因素。此外月震、构造运动等的内动力地质作用在月球较早期历史中，可能亦起过一定作用。但与大气、水等有关的外动力地质作用在月球表面基本上是不存在的。

【月球背面】the farside Of theMoon 指月球背着地球的一面。它与月球正面不同，很少有大盆地，仅有三个较小的月海（东海、莫斯科海和智海）。主要为月陆，此外还有月坑、月谷、月溪和辐射纹等。高地、山系较多，湖海、湾沼较少。与月球正面南部高地类似，月面比较粗糙，月壳也较月球正面为厚。其月海内仅部分为富铁，钛质火山岩充填。

【月陆】luilar highland，lunarterrae 又称高地。指月球表面高出月海的地区。月球正面的月陆总面积和月海总面积大体相等；月球背面的月陆面积要大得多。月陆地区一般高出月海水准面约1—2公里。由于月陆主要由浅色的斜长岩组成，对阳光的反照率较高，用肉眼见到月球上洁白发亮的部分即为月陆地区。据各方面研究表明，月陆比月海形成时代要早。月陆斜长岩同位素年龄测定主要为45亿年到42.5亿年，也还有低达39亿年左右的年龄值。由于月陆区长期经受陨石轰击，据地震资料揭示，月陆上部约10公里厚均被角砾化，破裂作用可深达20公里。

【月海】lunar lnare 月球上充满熔岩的月盆。最初伽利略用望远镜窥测广泛分布在月面上的阴暗部分，推断它是一些低平如海洋的地区，故名月海。现已确知月海里完全没有水，为大片覆盖着基性月岩的月盆。月面上有22个月海，其中有17个在月球正面（蛇海，知海，危海、丰富海、冷海、格里马尔迪海、洪保德海、湿海、雨海、云海、澄海、史密斯海、泡海、静海、浪海、汽海和风暴洋），占正面面积的一半，有3个在月球背面（智海、莫斯科海和东海），还有两个跨于正面和背面（南海、界海）之间。此外，正面还有一个类月海叫酒海。月海大小不一，最大的是风暴洋（Oceanus Procellarum），面积达五百万平方公里，最小的如泡海（Mare Spumans），面积仅二万平方公里。月海深度不一，静海和澄海比平均月面低1700米，湿海低5200米，雨海的东南部

最深，低达 6000 米以上。月海形状也各不相同，有圆形（雨海），长条形（冷海），多边形（静海），不规则形（风暴洋）等，大多数月海是互相沟通的。月海周围大多有山脉环绕。月海内常有月谷、月溪和月海脊等地貌形态。月海的成因，一般认为是在 38—41 亿年间小天体或巨大陨石撞击成月盆，然后由熔岩充填而形成的，如东海盆地可见有辐射状构造线。80% 以上的月海集中在月球正面的原因有两种解释：一种认为是因潮汐引力把月球内部的熔融物质吸移到靠地球一面；另一种解释是正面月壳比背面月壳薄，以致正面上撞击月盆深入到熔融带，导致熔岩溢出。



【类月海】thassaloid　月面上大的圆形洼地，是由陨石撞击而成，但没有或只有部分月海物质充填的月盆。如赫兹斯朋月盆，科罗列夫月盆和酒海月盆都是类月海。

【月海海岭】又称月海脊。月海海面上的岭形隆起，海岭的形态有的呈弧形，其分布大体与月陆的轮廓平行，有的呈对角线分布，还有的呈脉状或不规则状。

【月湖】lunar lacus　指月面上一些小月海。月湖在月面上为数不多，分布在澄海北边，面积最大的梦湖（约 7 万平方公里）和较大的死湖（约 2 万平方公里）。另一些面积不大，分布在东海盆地西面的细长形春湖、夏湖和秋湖等。



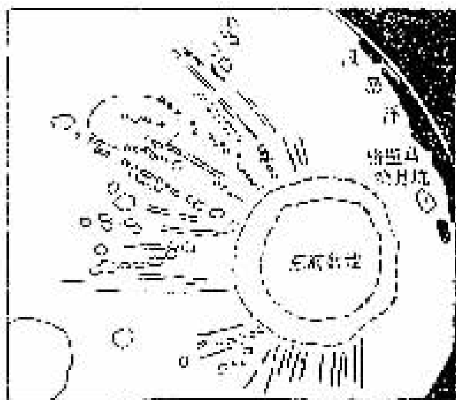
【月盆】lunar basin　是月面上巨大的圆形或近圆形洼地，而且。肯定是由陨石撞击形成的叫月盆。典犁的月盆具有同心圆状环崖构造和放射状沟纹或断裂线，直径通常大于 100 公里，有的多环构造之间彼此直径之比大约为、$\sqrt{2}$之倍数，外环最大直径可达 1000 公里以上。现已确定的月盆有 31 个，月球正面 20 个，背面 11 个。东海月盆（OrientaleBasin）是一个标准的月盆，它有三个明显的同心圆状环崖：①内环崖包围着充满暗色熔岩的东海，直径 250 公里，崖高达 1000 米，②中环崖直径约 750 公里，由卢克（Rook）山脉组成；③外环崖直径约 1000 公里，由科迪勒拉（Cordillera）山脉组成，高出月盆 6000 米，环崖间有春湖、夏湖，秋湖和冬湖等湖泊，盆地外围有巨沟股的放射状谷。雨海、酒海等也有隐约可见的内环崖，多为月海物质淹没，而外环崖如阿尔卑斯山脉和亚平宁山脉等仍明显耸立。风暴洋则淹没了两个古老的大月盆。环崖构造的成因有两种解释：有人认为是以悬崖为界并伴生向内倾斜的环周断层的断块，有人认为是在一次巨大撞击超压下，短暂迅急流动的气浪所搬运的岩块在向外推移时被驻波保留下来的“波峰”。现在看来，应以后者作用为主，前者在环崖构造形成过程也起一定

作用。

【月坑】hlilar crater 曾译为环形山，是月球陨石撞击坑的简称，指月球表面大小不等的圆形凹坑。它布满了整个月面，特别是月陆地区：直径大于1公里的月坑总面积约占月球表面积的7—10%。大多数凹坑周围环绕着高出月面的环形山，四周还有放射状的构造线，其中有的为月海物质所填满。据统计，月面上月坑的总数在33，000个以上。其分布是不均匀的，在月陆上远较月海为多，月面中南部的莫罗利卡斯月坑附近为最密的地区，自该区向北，向西和向东，密度逐渐变小，月海带上密度最小，雨海和澄海以及这两个月海间的亚平宁山脉和高加索山脉为最显著。大多数月坑是用古代著名学者的名字命名的，如哥白尼月坑、第谷月坑等。月坑的直径不一，小者仅几十厘米或更小，大者直径有200多公里，如南极附近的克拉维月坑，直径达240公里，像被高山环抱的圆形平原。月坑四周的环形山高度在300—7000米之间。环形山往往由连续屹立的崖壁构成，崖壁常呈隆起的高峰。月坑内侧陡，坡度在25°—50°间，一般为35°；外侧缓，坡度仅3°—8°，一般为5°，再往外与平原相连。月坑底部一般都很平坦，但深度相差很大，从几十米到6公里，后者如捷奥菲勒斯月坑。大型月坑的坑底中央，往往有尖锥状或瘤状的孤峰（群）称中央峰，中央丘或中隆等，比外环低，多数位于月坑圆心上、少数有偏心。月坑类型很多，有克拉维型月坑，哥白尼型月坑，阿基米德型月坑，碗型月坑和酒窝型月坑等。其成因也有争论；一为火山口说，一为陨石撞击说。从现有资料看，月坑主要是陨石撞击形成，可能有些曾发生过由于撞击诱导的火山活动，仅有少数可能纯属破火山口性质。

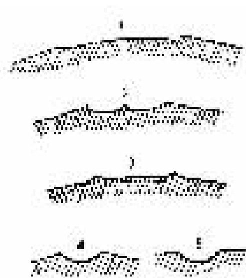


东海月盘



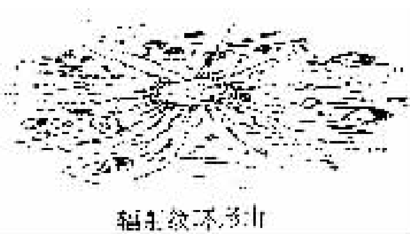
东海月盆及辐射状构造
西边月坑为陨击坑，东边为破火山口

【月面环形山】lunar crafer “月坑”的旧译名。



各种类型月坑剖面图
1.克拉维型月坑；2.哥白尼型月坑；3.阿基米德型月坑；4.碗型月坑；5.湮毁型月坑

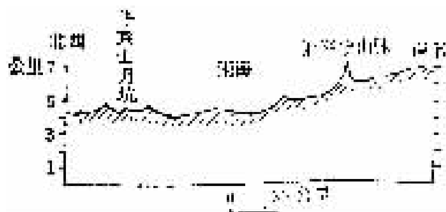
【月湾】lunar sinus 月海伸向月陆形似海湾的部分。月球正面最大的月湾，是位于风暴洋最北部的露湾，其面积比危海还大。位于月球正面中心部位的暑湾和中央湾，也是风暴洋东岸的海湾，面积为3—4万平方公里。雨海西北角被汝拉山脉所包围的虹湾，看来原为一直径290公里的大型月坑，一半以上已为雨海熔岩所掩埋，雨海中仍可见到被埋月坑外壁的痕迹。雨海东边的眉月湾被阿基米德、奥托利克和阿里斯基尔三个月坑所环绕，其面积仅数千平方公里。



辐射纹环形山

【月沼】lunar palus 月海伸向月陆类似沼泽的部分。月面上已知月沼有雨海东面的腐沼，云海南面的疫沼和静海东面的梦沼。它们的面积均在2—3万平方公里左右。

【月面山系】lunar nlountain 又称月面山脉。是月球表面连续的险峻山峰带。有的高达7—8公里。均以地球上的山脉名称命名，如雨海周围的高加索山脉、亚平宁山脉、阿尔卑斯山脉、汝拉山脉和喀尔巴阡山脉；酒海周围的阿尔泰峭壁和比利牛斯山脉；东海周围的科迪勒拉山脉和卢克山脉，澄海南面的海码斯山脉等。以亚平宁山脉为最大，长达1000公里，高出月海面3000—4000米，北殴哈德利山高出四周平面4500米。月球南极附近，以往曾称的莱布尼兹山脉和多尔菲尔山脉中有一些月球上最高的秃峰，其高度分别为7800米、8000米和9000米，这两座山脉现在把它们看作是月坑的闭合周壁，而非独立山脉。据统计，月球上的山系中有6个山峰高达6公里以上，20个山峰高达5公里，约有80个山峰高达4公里，还有200个山峰高达1公里。月面山脉都是向月海一侧陡峻，呈断崖状，向月陆一侧极缓。



【月面峭壁】lunar rupe 指月面上呈断崖状的山脉。长达数百公里的峭壁有四座，除最长的阿尔泰峭壁组成酒海的外层环壁外，其他三座峭壁均突出在月海海面之上，即静海中的科希峭壁，云海中的直壁和湿海西岸边的利比克峭壁。这些峭壁可能是由于断裂造成。

【月谷】lunar rallies 一般指月面上宽阔的谷地，常呈直线或弧形，陡壁平底，很象地球上的东非裂谷。例如位于雨海和冷海之间的东西向雪茄形的阿尔卑斯月谷（Vallis Alpes），长 130 公里，宽 10—12 公里；南海东北面月陆上有一条赖塔月谷（Rheita Vallis），长 500 公里，宽 20—30 公里。在风暴洋中部连接希罗多特斯月坑（Crater llerodotus）的南北向施罗特尔月谷（Schroter Vallis）和月球背面南部之普朗克（Vallis Planck）月谷（长 350 公里，宽 10—25 公里）都是有名的月谷。有人认为，这种宽大的月谷很可能是月海熔岩冷却时因张力而沿断层下落形成的。



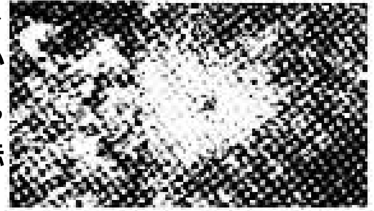
施罗特尔月谷

【月溪】 lunar rille 是月面上的细长沟纹。月陆和月海中均有发现，而在玄武岩充填的低地上尤为常见。其形状各异，有直的月溪和曲的月溪等，因此反映其成因也可能不同。直月溪是呈直线延伸的，例如位于汽海与中央湾之间高地上的希解纳斯月溪（Hyginus Rille），长约 200 公里，宽约 5 公里，一端与希解纳斯月坑相连。曲月溪与地球上的曲流相似，例如腐沼东边的哈德利月溪，就是自亚平宁山脉向北延伸的曲月溪，长 100 公里以上，宽 1.5 公里，深达 400 米，发源于一条深长洼地。阿波罗 15 号即在此溪旁着陆，观测到溪的西壁上有界线分明的基岩层理和侵蚀碎屑，基岩为近水平岩层，可能是月海熔岩流的露头。在风暴洋东南哈宾格山区有一群曲月溪。目前已知长度在 100 公里以上的曲月溪至少有 20 条，如瑟萨利斯月溪（Sirsalis Ri lie）长 450 公里，宽 5 公里。直月溪的成因可能是软质岩墙侵蚀而成；曲月溪可能是熔岩管垮塌，也可能是火山灰层被流水侵蚀而成。此外，还有锯齿形曲月溪，被认为是熔岩冷却而成的大裂隙，链式月溪是由一连串连通的月坑组成，被认为是气体自火山道或喷气孔逸出时形成的。有些月溪可能与较大陨石撞击而产生的辐射状构造有关。

【月面辐射纹】lunar rays 指月球表面从月坑中心向四周放射的条纹。辐射纹大多呈宽窄不一，由中心向外延伸的条纹。具有明显辐射纹的月坑约有 50 个，其中以月球南极附近的第谷月坑四周的辐射纹最为美丽壮观，它们长短不一，共 12 条，最长者达 1800 公里，穿过月山、月海、月谷和月坑时，其宽度和方向均无何改变。一般说来，辐射纹在月球上从日出后约 12 小时即隐约可见，愈近满月看得愈清楚，但在日落前约

12 小时就消失不见。这与从地球的视线与太阳发射的光线之间的角度有关。月坑辐射纹的成因，有陨石说和火山说，后者最多的是火山灰说。在爱拉托逊纪形成的月坑周围，一般辐射纹已消失，而哥白尼纪形成的月坑周围常能见到清晰的辐射纹。

【月面年代学】 lunar chmnclogy　月面年代学是研究月壳的形成和演化历史年代的科学。地质学中常用的地层相对的顺序、岩浆侵入和喷出的先后，以及变质程度的深浅和破坏程度的轻重等方法，也可应用到月壳演化历史年代的研究上，划分出月面历史的相对时间顺序。主要划分原则是：被覆盖的、被切割的、被侵入的岩层较老；月面起伏较剧烈的、月坑密度较小的和月尘、月壤较薄的较年轻。月面年代划分方案甚多，但无重大的差异，多以月坑和月海形成先后作为划分标准。详见“月面月史”。



月[illegible]坑形成的白色辐射纹

【月面月史】 histery of lunar surface　月球表面月质演化的历史。从 1910 年伽利略最先用望远镜研究月球，至近十多年来，随着人造月球卫星和登月考察研究的逐步深入，人们对月面史进行了约步划分。其划分时代新老的原则是：若两个岩层相比较，甲覆盖乙，或甲侵入乙，或甲切割乙，或甲的起伏比乙大，或甲的月坑密度以及月尘厚度比乙小，那么甲单元就比乙单元年轻。而各个时代的名称则选择具有代表性的最著名的月面地形名称命名。其划分方案以哈巴科夫（A. B. $X_{a\sigma akoB}$）和休迈克（LM. Shoema－kef）及哈克曼（R. J. Hackman）的运用较广。A. B. 哈巴科夫的月史划分，是将月面的相对时代分为七个基本阶段，由老到新为：①最古纪——形成最古老月坑的时代，最古老月坑现仅残留某些片断；②依巴勒纪（或称前阿尔泰纪）——形成古月坑时代；③阿尔泰纪—一形成早期的广阔月海时代；④托勒玫纪——形成大多数月坑的时代；⑤海洋纪——形成新月坑及月海的时代；⑥哥白尼纪——形成新辐射月坑的时代：⑦现世纪——形成形态最新鲜月坑的时代。E. M. 休迈克和 R. J. 哈克曼的月史划分是：①前雨海纪——形成月面最古地形的时代；②雨海纪——又分两个亚纪：a. 亚平宁亚纪——形成亚乎宁山脉等古老山脉的时代；b. 阿基米德亚纪——在月海形成以前，熔岩物质充填于阿基米德等月坑的时代；③风暴洋纪——形成广大月海的时代；④爱拉托逊纪——形成月海以后的时代，以爱拉托逊月坑为代表，这类月坑已失去了辐射线纹；⑤哥白尼纪——形成最新的、具辐射线月坑的时代。另外美国地质调查所 1971 年编制月质图时，麦库利（J. F. Mccauley）和威廉斯（D. E. Wilhelms）还采用了较简单的年代划分方案，从老到新为前雨海纪（距今 46—40—39 亿年）、雨海纪（距今 40—39—39—31 亿年）、爱拉托逊纪（距今 39—31—25—20 亿年）、哥白尼纪（距今 25—20 亿年至现在）。上列可乒，苏联划分较细，美国

划分比较简明，各有优劣之处。现将五种月史划分的对比关系列于下表：

	A.B.哈巴科夫(1960)	E.M.休迈克和R.J.哈克曼(1962)	B.B.科兹洛夫 A.B.阿尔捷莫夫(1965)					D.E.威廉斯和J.F.麦考利(1971)
	纪和亚纪			系	月海群和亚群	月坑群和亚群		系
新	现世(M)	哥白尼	阿里亚代斯(A)	上系	最新的月海岩石(M)	哥白尼(Kp)		哥白尼
↑	哥白尼(K)		哥白尼(C)		?			
		爱拉托逊	爱拉托逊(E)			爱拉托逊(Er)	真爱拉托逊(Er)	爱拉托逊
	海洋(O)	风暴洋	风暴洋(Pr)		风暴洋(Pr)		阿米基德(Ar)	雨
	托勒玫(P)	雨海 阿基米德	托勒玫(Pt)	中系	阿尔泰(Al) 中央(Md)	托勒玫(Pt)		海
	阿尔泰(A)	亚平宁	雨海(I)		真阿尔泰(Al)	?		
↓	依巴勒(H)	前雨海		下系	?	依巴勒(Hp)		前雨海
老	最古		邦普兰(B)		云海(Nb)	?		
					最古(Ant)	最古前依巴勒(Pho)		

【前雨海纪】Preimbrium　是月面演化历史中的最早期，系雨海事件以前时代的总称。月面上最古老岩石多出露在古月陆区，往往构成山地。由于后来的变形和侵蚀，其原始构造多遭强烈破坏，只是在若干地方见到古月坑的残迹。A. B. 哈巴科夫把前雨海时期划分为最古纪和依巴勒纪。月面最古老的地形可明确辨别为依巴勒纪，有时能看到更古老山地的片断，列入最古纪。依巴勒纪形成的古老月坑的直径都很大，彼此的距离均甚近，但由于变形剧烈，多被后来开成的起伏地形和沟谷所破坏（如后期限击坑、构造断裂等），其中依巴勒月坑为最典型，所以将其作为这个纪的名称。这个纪形成了共11，400个以上的月坑，最大者直径达240公里左右，多数直径都很小、平均为28.9公里，分布较为广泛，古月陆区居多。参见“月面月史”。

【雨海纪】Imbrian　是从雨海盆地形成时开始，E. M. 休迈克和 P. J. 哈克曼按时间先后又分为两个亚纪：①亚平宁亚纪：是形成亚平宁等古老山系的时代，大体相当于 A. B. 哈巴科夫所划的阿尔泰纪。他认为在阿尔泰纪时月面上产生构造陷落形成月海盆地。在阿尔泰峭壁附近可清楚见到此时代的活动痕迹，古酒海盆地陷落已到达该峭壁崖脚，直径可达 1，100—1，200 公里，并把此亚纪的古陷落称为初始陷落；②阿基米德亚纪：环形盆地形成后到月海泛滥之前的时代。在这期间发生了高地和山间盆地的玄武岩喷发活动，使熔岩物质充填于阿基米德等月坑之中。此亚纪喷发的物质与后来月海泛滥时喷发物质不同，具有较高的反照率。A. B. 哈巴科夫把被月海物质覆盖的月坑和裂隙的形成时代叫托勒玫纪。隐藏在月海熔岩之下的这些月坑保存程度中等。其中像弗拉卡斯特里斯和弗拉马利翁等月坑，只是部分地被熔岩覆盖着，而哥斯特等月坑则几乎全被掩埋，仅有一点痕迹，叫“幻影坑口”。据 A. B. 哈巴科夫推定，此亚纪月面月坑的总数有 9000 个，其中最大的月坑，如托勒玫、华尔特和朗哥芒坦等月坑，直径达 150 公里，然而现在残留的月坑大多较小，平均直径仅 31. 8 公里。参见“月面月史”。

【风暴洋纪】Procellarian　形成广大月海的时代。此纪由于大型陨石或小行星撞击月面，形成巨大凹坑，即月海盆地。其后又有熔岩流的喷发、溢出，充填了巨大的月海盆地。A. B. 哈巴科夫把形成所有月海的时期称为海洋纪。他认为月海是由于规模巨大的环形构造的陷落所成，而后大量熔岩流溢出充填而形成月海平原。为了与阿尔泰纪的初始陷落相区别，他把海洋纪出现的陷落称为现存陷落。但 E. M. 休迈克和 R. J. 哈克曼的划分法，则不承认有阿尔泰纪的月海初始陷落，主张月海只是在海洋纪一次形成。现在绝大部分学者认为月海是小天体和大陨石撞击形成。参见“月面月史”。

【爱拉托逊纪】Eratosthenian　指月海形成后的前一阶段。通常，月海形成后的时期统称为后月海时期。这个时期的月面主要受陨石的撞击。后月海时期一般分为两个阶段，爱拉托逊纪就是其前一阶段。这个时期形成的月坑保存得都比较好，但月坑周围看不到辐射纹，月坑岩石的反照率也略低一些。其中爱拉托逊月坑最为典型，故名爱拉托逊纪。一般认为，这种月坑在形成时也有放射状辐射纹，只因形成时代较古老，受来自宇宙空间的各种射线的长期作用和月球风化作用，使辐射纹逐渐削平，导致发亮物质逐渐暗淡以致看不见。在 A. R. 哈巴科夫的划分中，未把爱拉托逊纪单分出来，而统称哥白尼纪。参见“月面月史”。

【哥白尼纪】Copernican　月面月史后月海时期的后一阶段。这一纪形成了几乎所有具有辐射线纹的第谷、哥白尼、普罗克勒斯、克普勒、阿里斯塔克等大型月坑。这些月坑在形态和性质上，虽与爱拉托逊纪的月坑相似，但月坑保存完好，具明亮而特征的辐射线纹以及月坑岩石的反照率较高等为其特点。A. B. 哈巴科夫所划分的哥白尼纪含

义更广，他认为月面上与哥白尼月坑相同的月坑，都属于同一时代形成的，总数达4815个以上。这些月坑都是在风暴洋、雨海等月海区发生的大面积陷落结束以后形成的。其形状和直径变化较大，最大直径约为55公里，主要月坑的平均直径约15.9公里。参见“月面月史”。

【现世纪】Recent period　月面月史最年轻的时期。是A. B. 哈巴科夫在月史分期中划分的一个纪。在这个纪形成的月坑具有保存最完整、形状最新鲜、直径较小、分布缺乏规律性等特点。据他统计，此时期形成的月坑在月球正面共有517个以上，直径一般为5—10公里，大多呈碗形，其分布一般也无规律，只有少数月坑成排或沿裂缝分布，他认为这是现世纪陨石撞击的产物。参见“月面月史”。

【月球年龄】age of the Moon　用各种方法对月球物质直接测定证明：最老月岩的同位素年龄约为46亿年左右。地球物质经历了多次强烈的内外动力地质作用，今已难找到形成地球时的原始岩石。月球上也有内动力地质作用，使初始物质受到重熔与分异，只是程度上较轻一些，至今尚保存不少原始月壳遗迹。陨石物质体积较小，内动力对其改造作用极小，没有经过多次的熔融与分异，对各种核转变能的累积效应要小得多，因而，将陨石的年龄作为地球和月球的代表年龄是很有道理的。用各种方法测定月球、地球和陨石物质的同位素年龄，三者均非常接近（约为45.5±o.5亿年）。因此，一般认为月球和地球都是在46亿年前形成的，月球的年龄也就有46亿年。

【最佳初始比值】best initial ratic　求模式年龄公式中的（$^{87}Sr/^{86}Sr$）的最佳值，即为最佳初始比值。由于样品及技术条件的限制，并不是所有月样都能求出其内部矿物等时线年龄，因而有必要应用求模式年龄的方法，计算其同位素年龄，这就要求以成因假说来确定一最佳初始比值。考虑到月球与陨石之间的成因假说，一般取一组玄武质无球粒陨石的$^{87}Sr/^{86}Sr$的最低比值作为模式年龄来计算公式中$^{87}Sr/^{86}Sr$的原始比值。由于该组陨石分析精度及数据可信程度较高，故称此组无球粒陨石中的$^{87}Sr/^{86}Sr$最低比值为玄武无球粒陨石最佳初始比值，以BABI（basaltic achondrite best initial ratio）表示之，其常用值为0.6989±0.00003。

【模式年龄】model agel　用铷锶法测定月球物质的同位素年龄时，其实用计算年龄（t）的公式为：

$$t=\frac{1}{\lambda}\ln\left[1+\frac{(^{87}Sr/^{86}Sr)_p-(^{87}Sr/^{86}Sr)_0}{^{87}Rb/^{86}Sr}\right]$$

式中λ为衰变常数，（$^{87}Sr/^{86}Sr$）$_p$和$^{87}Rb/^{86}Sr$，均为样品现代测定值，（$^{87}Sr/^{86}Sr$）$_0$则是样品形成之初的比值，叫初始比值。应用上式计算样品年龄的关键是初始比值的确

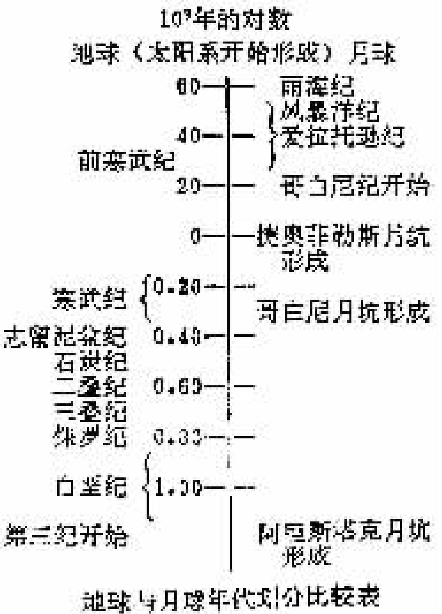
定，即该体系 Sr 同位素演化的起点。单一月样是无法求得这个初始比值的，必须依据成因假说来确定一值，因此，应用上式求得的样品的年龄就不一定是真实的年龄。这种由一定成因模式假说的初始比值计算出的年龄，通称模式年龄。模式年龄一般偏高，同一样品测得的模式年龄较内部等时线年龄要高些，如表：

岩石	内部等时线年龄（亿年）	模式年龄（亿年）
静海区玄武岩	35.9—37.1	38—45.2
暴风洋玄武岩	31.6—33.6	43.3—49.8
腐沼区玄武岩	32.8—34.4	40.6—42.3
高地玄武岩	38.7—39.6	42.8—46

【等时线年龄】 isochron age　按等时线法，利用一组同源样品来确定不同同位素（$^{87}Sr/^{86}Sr$）的初始比值和共同年龄，称等时线年龄。

【等时线测年法】 isochron dating methed　利用一组同源样品中 Sr 和 Rb 同位素演化图$^{87}Sr/^{86}Sr$—$^{87}Rb/^{86}Rb$）的线性关系求出它们的共同年龄和初始比值的方法，称等时线年龄法。

【内部矿物等时线年龄】 isochron age of interior of mineral　简称内部等时线年龄。一个全样品内部的各个相（单矿物、磁选或重选组分）作为一组“微全岩样”样品，用等时线测年法求得此组“微全岩样”的同位素年龄，称内部矿物等时线年龄。这种方法对月样并不要求有任何成因假说作为前提，因而是一种相对严格和独立地确定单一月样年龄的方法，故在月球物质同位素年龄测定方面具有重要的意义。同一样品测出的内部等时线年龄常较模式年龄为低。



地球与月球年代划分比较表

【月史与地史年代比较表】 eemparaiive table of history between Moon and Earth　指月面各历史时期的年代长短与地球地史年代的对比表。根据月面地形，特别是根据月坑是由陨石撞击所产生的陷说来讨论月面历史发展各年代的长短。寇

珀尔（Z. Kopal）根据各时代的月坑数与陨石撞击密度间的关系，推定月史各时代的古老程度，编制了月面与地球的年代比较表。从表中由此可见，月面地形的形成时期是很古老的，相当于地球上的前寒武纪。另有人则是以月面地形是火山成因为前提，同时考虑到地球上各种地质现象（特别是火山活动）出现时间的长短，推测月史发展各时代的特点oA. B. 哈巴科夫的月史分期中的七个纪（包括现世纪）的地形，都划归为相当于地球上的中生代（即约2亿年）以前的时代中形成的；而且月面上几乎所有地形都在月球整个历史中一个很短时期（1—2亿年）内形成的。根据他的推测，哥白尼纪可能长达250—500万年；海洋纪至少约500万年。月面海洋纪的现象可与地球上的西伯利亚和科罗拉多的基性熔岩的溢流现象对比。地球和月球熔岩流溢出的时期和从深部释放出热能的时代，地面和月面可能会有某些相似之处，也可能都是在一个较短时期内完成的。可见月球地形的形成时代很古老，相当于地球上前地质时代或前寒武纪。现今月球的特征可比作地球演化的早期阶段，月球现在缺乏象地球后期演化发展过程中形成的大气圈、水圈、生物圈以及花岗岩地壳和地球内部的圈层构造等就是证明。同时月球岩石和月尘的同位素年龄测定可提供另一方面的证据：月尘是月球上最古老的物质，其年龄和地球一样，为44—46亿年；月海盆地是在39亿年前大致相近期间形成，月海玄武岩年龄在31—39亿年间；月坑形成时代较为复杂，雨海盆地中39亿年前即已开始有月坑出现，雨海南缘的哥白尼月坑则形成于8.5亿年前，寇恩月坑在2500万年前形成。从上可知，月球与地球是在同一时期内形成，它和地球一样，大约经过10亿年后才出现大面积火山喷发作用，形成月海玄武岩；此后，月球上除增加一些年轻月坑外，其面貌变化不大。上述同位素年龄测定结果，完全证实了登月考察前关于月史分期与地史分期对比看法的可靠性。这对了解太阳系的起源和演化有很重要的意义。

【月球演化史】 evolutional history of the Moon　根据月球形成的假说，月球物质和内部构造的演化过程，以及月球热历史等多方面的综合研究，可以绘出月球自形成以来的演化历史轮廓：①约在46亿年前，由太阳星云凝聚形成月球，在太阳星云演化早期阶段高温条件下，由难熔元素为主的物质凝聚而成，富含Ca、Al、Ti及放射性元素，而Fe、Mg及挥发分的含量则较低。形成月球的时间约100万—1000万年；②由于放射性元素的裂变和衰变，使月球强烈加热，首先在月球外层形成熔融区，其后由于外层热能散失，逐渐冷凝形成岩石圈，岩石圈形成速率为100公里/10^9年。与此同时，月球内部出于热的积累，温度逐渐增加而熔融并产生分异，此时期即月球地质年代的最古纪；③大约距今41—44亿年，即依巴勒纪时期，在44亿年左右月球可能还发生过大规模的岩浆活动，通过岩浆分异作用，形成了斜长岩月壳；40亿年以前月壳局部重熔和岩浆分异，又有花岗岩和非月海玄武岩的形成。与此同时，月球内部物质由于重熔和分异，

重的下降，轻的上浮，逐渐形成了月幔和月核，并在月球表面形成了11400个以上的古老月坑；④大约距今39—40亿年期间，即雨海纪时期，由于小的天体或巨大的陨石撞击月表，形成月海盆地。巨大的海盆：如雨海、风暴洋等，大约是由直径100公里以上的小天体坠落撞击月表而形成的，可能最大的陨石轰击发生在39.5亿年左右；⑤大约在31—39亿年间，是月海泛滥期，在月海区玄武岩浆大规模喷发，每个月海都有多次的玄武岩浆喷出；⑥31亿年以后，月球的面貌已基本形成，月球的演化处于"停滞"状态。某些月表较小单元开始形成，辐射月坑几乎都是在这个时候由陨石撞击而形成的，局部的、小规模的岩浆活动可能存在，构造作用是微弱的，月震也是微弱的；⑦现在月球表面除了月海洼地之外，尚有33000多个月坑，大多数为现世纪以前形成的。现世纪形成的月坑不多（约千余个），直径较小（5—40公里），形态完整，分布无规律。月球上没有大气，几乎处于真空状态，也没有水和生命。昼夜温差±150℃，物理风化作用强烈。在31亿年前，月球曾有过数千伽马以上的磁场，现在月球没有一个环球磁场，其磁场强度一般只有几至几十伽马，不到地球磁场强度的千分之一。月震每年所释放的能量，也只相当于地震每年释放能量的百万分之一。也没有发现明显的火山活动。

【月岩】 lunar rock 指构成月壳的岩石。由于月球上的地质作用较地球上的地质作用少而小，因而在月球上能保留较老和较简单的岩石系列。根据月岩、月壤和月尘样品的研究，月面上存在有三种主要岩石类型：①富铁或富钛的月海玄武岩，充填广阔的月海洼地。其同位素年龄大多在31.5亿年到38.5亿年之间，其中最古老者为39。5亿年，中等者为34—37亿年，最年轻者为31.6—33.5亿年，这是最晚喷发的熔岩。月海玄武岩是由月球内部富铁和贫斜长石的区域因放射性加热而部分熔融产生的，不是月壳原始分异的产物；②富放射性元素和难熔微量元素的苏长岩（克里普岩、非月海玄武岩），是由富斜长石的岩石部分熔融产生的，在富斜长石的岩石中铀、钍、钡、锶及稀土元素的含量至少比在球粒陨石中的含量高5倍；③富铝的斜长岩，其中含有70%的斜长辉长岩。充填于月海的岩石是暗色的月海玄武岩，主要由单斜辉石、基性斜长石和钛铁矿组成，有时含橄榄石和磷灰石，微量陨硫铁和金属铁等，呈细至粗粒（0.05—0.3毫米），结构多样，有辉绿结构、间粒结构、间片结构等。主要特点是，富铁、钛，无含水矿物，氧逸散度低，因而无三价铁。在月海凹地除月海玄武岩外，还有少量显微辉长岩、斜长岩、苏长岩、辉石岩和橄榄岩。非月海玄武岩是一种富含斜长石的玄武岩，与月海玄武岩相比，其斜长石含量较高，为50—70%，而铁镁矿物和不透明矿物含量较低，主要分布在毗邻高地的月海边缘和月海深入月陆部分。月球玄武岩的共同特征是：缺失在相对低温下易挥发的元素—C、N、S，Cl、Hg、Zn和Pb，富集难熔元素—Ti和Zr。海玄武岩无论在分布、熔融温度范围、主要矿物成分和化学组成等方面，

都与地球上的玄武岩相似，但比地球玄武岩富含氧化铁、氧化镁和二氧化钛，而贫碱金属，铬的含量和难熔元素也较地球玄武岩为高。分布于月球高地的主要岩石有高地斜长岩，主要由钙长石组成，富铝贫铁；还有苏长岩和橄榄岩，常呈碎块出现在角砾岩中。斜长岩形成的时代最老，同位素年龄为41—45亿年；此外、还有少量花岗质岩石，包括流纹岩在内，主要由钾长石等硅酸盐矿物组成，可能是玄武岩岩浆分异的产物，属非月海的岩石，同位素年龄为39—43亿年。在风暴洋采得一块象地球上的原生花岗岩，其中所含放射性元素铀、钍、钾、比地球花岗岩多20倍，年龄比已知最老的地球花岗岩老10亿年，即46亿年前形成。在月岩中尚未发现新元素，其冲击变质特征明显。月岩全为火成岩，与地球上的岩石相比，不含水，也几乎不合游离氧。微量元素分析发现，月岩中有一氧化碳，二氧化碳和甲烷等痕迹，还有多种氨基酸。

【月岩物理性质】physical property of lunar rockl　月岩的颜色有浅色和深色，为多孔状或致密状；密度在1.94—3.10克/厘米^3；结构从玻璃质到显晶质，粒度从细粒到粗粒，并有大量角砾状岩石。①磁性：月海区只有2—4伽马，在角砾岩的局部地区，因含有较多的金属铁，故具有较大的磁场强度，最大为313伽马。月岩具有较大的剩余磁化强度，结晶岩具有（2—8）$\times 10^{-6}$电磁单位/克，月尘及微粒角砾岩具有（1.5—15）$\times 10^{-5}$电磁单位/克；②电性：月岩样品的电导率随着频率增加而增加，与地球上千燥岩样的电导率特征一致；月球物质含有较丰富的半导体钛铁矿，故月岩的电导率较之地球上同类岩石的电导率要高一些③热学性质：月岩的热膨胀系数一般实测值（5—16）小于计算值（22—29.5），在不同的方向上热膨胀系数也不相同。月岩的热传导系数在不同方向也各不相同：角砾岩在温度－73℃时，热导率为2卡/米/℃，比玄武岩的热传导率（6.68卡/米/℃）低得多。月岩的比热一般随温度增加而增加，如静海基底月样测试的结果，温度由—174.48—64.3℃，比热为0.0618—0.1920卡/克/度。根据热发光测量结果，月壤的温度梯度为（2±2）℃/米，如果月壤较薄（<5米），则下伏基岩的温度梯度为2℃/公里左右。实验表明，月样弹性波速度随压力增大而增加，压力由零增到10千巴时，纵波速度则由4.23公里/秒增到7.01公里/秒，横波速度则由2.59公里/秒增到3.88公里/秒。

【月岩矿物成分】mineral composition of lunar rock　月岩的主要矿物成分有辉石、斜长石、钛铁矿、橄榄石、尖晶石；次要矿物有方英石、鳞石英和三斜铁辉石；副矿物有静海石等二十多种，其中五种新矿物是地球上所未发现过的（见下页表）。

【月岩新矿物】lunar flew lnillerals　地球上的岩石中未发现的新矿物。月岩的矿物成分，按其含量可分为主要矿物、次要矿物和副矿物三种。月岩的主要矿物中没有发现新矿物，次要矿物中发现一种新矿物，即三斜铁辉石〔$CaFe_6(SiO_3)_7$〕，副矿物中发现

四种新矿物：低铁假板钛矿〔$(Mg, Fe)Ti_2O_5$〕、钛铬铁矿〔$(Fe, Ti, AlCr)_3O_4$〕、静海石〔$Fe_8^{2+}(Zr+Y)_2Ti_3Si_3O_{24}$〕和新的富锆矿物。新的富锆矿物属静海石 X 相和 Y 相类矿物的 αβ 相。

月岩的矿物成分表

矿物成分	矿物名称	分子式	备注
主要矿物	辉石	$(Ca, Fe, Mg)_2Si_2O_6$	包括单斜辉石斜方辉石
	斜长石	$(Ca, Na)(Al, Si)_4O_8$	钠长石、钙长石及倍长石
	钛铁矿	$FeTiO_3$	仅在月海玄武岩内为主要矿物
	橄榄石	$(Mg, Fe)_2SiO_4$	铁橄榄石及镁橄榄石，在橄长岩中为主要矿物
	尖晶石	$MgAl_2O_4$	在尖晶石橄长岩中为主要矿物
次要矿物	方英石	SiO_2	—
	鳞石英	SiO_2	—
	三斜铁辉石*	$CaFe_6(SiO_3)_7$	地球上未发现的新矿物
副矿物	静海石*	$[Fe_8^{2+}(Zr+Y)_2Ti_3Si_3O_{24}]$	地球上未发现的新矿物
	新的富锆矿物 X及Y相	—	地球上未发现的新矿物
	低铁假板钛矿**	$(Mg, Fe)Ti_2O_5$	地球上未发现的新矿物
	钛铬铁矿°	$(Fe, Ti, Al, Cr)_3O_4$	地球上未发现的新矿物
	钾长石	$KAlSi_3O_8$	在 12013 花岗质岩石内为主要矿物。有时含钡较高，称为钡钾长石
	石英	SiO_2	—
	磷灰石	$Ca_5(PO_4)_3(F, Cl)$	有时含氯较高，称为氯磷灰石
	白磷钙矿	$Ca_3(PO_4)_2$	有时含钇和铈，称为钇-铈白磷钙矿
	钛铁晶石	Fe_2TiO_4	包括含铬的钛尖晶石
	镁铁尖晶石	$(Mg, Fe)(Al, Cr)_2O_4$	包括含铬的镁铁尖晶石
	铁尖晶石	$FeAl_2O_4$	—
	铬铁矿	$FeCr_2O_4$	包括含钛的铬铁矿
	镁铬矿	$MgCr_2O_4$	—
	钙钛矿	$CaTiO_3$	—
	钙锆钛矿	$CaZrTiO_5$	—
	金红石	TiO_2	包括含Nb_2O_5 6.4%的铌金红石
	锆石	$ZrSiO_4$	—
	斜锆石	ZrO_2	—
	镍铁金属	(Fe, Ni)	—

矿物类别	矿物名称	分子式	备注
副矿物	自然铜	Cu	—
	陨碳铁	Fe_3C	—
	磷铁镍矿	$(Fe,Ni)_3P$	—
	陨硫铁	FeS	—
	氯化铁	$FeCl_3$	—
	镍黄铁矿	$(Fe,Ni)_9S_8$	*
	[illegible]	—	—
	针铁矿	$Fe_2O_3 \cdot H_2O$	A—15 绿色岩内
	[illegible]斜长石	—	

* 地球上未发现的新矿物

【钛铬铁矿】　titano – chromite　月岩新矿物。为钛铁尖晶石（$Fe_2^{2+}TiO_4$）及铬铁矿（$Fe^{2+}Cr_2O_4$）之间的固熔体，屈等轴晶系。其化学结构式为（$Fe_{1.53}Mo_{0.01}Mg_{0.06}Ti_{0.57}Al_{0.22}Cr_{0.61}$）。钛铬铁矿为不透明矿物，反射光下为灰褐色；在一个大气压下熔融试验表明，在氧分压为 10^{-8}—10^{-11} 大气压力下，温度为 1160—1200℃ 时晶出钛铬铁矿。是岩浆作用的早期高温产物。钛铬铁矿在月岩中含量很少，为月岩副矿物。

【低铁假板钛矿】　ferro – peudobroo – kite，armalcolite　月岩新矿物。产于细粒多孔质火成岩中。其化学式为（Mg、Fe）Ti_2O_5，含有少量的铬和铝。它是山钛板铁矿（$Fe_2{}^{3+}TiO_5$）中 $2Fe^{3+}$ 被 $Fe^{2+}Ti$ 置换而成。从其化学成分上可以看出，富含钛，为 $MgTi_2O_5$ 与 $FeTi_2O_5$ 之间的固熔体。低铁假板钛矿属斜方晶系，其品格常数 a = 9.743 ± 0.003Å、b = 10.024 ± 0.002Å，c = 3.738 ± 0.003Å，为不透明旷物，在反射光下为灰到灰蓝色，非均质体，具浅灰到暗蓝色的多色性，常与钛铁矿共生。熔融试验表明，在 1150℃ 条件下形成的低铁假板钛矿，比天然的富含铬和镁；随着温度下降，铬、镁减少，而含铁（Fe^{2+}）增加。在氧分压为 10^{-11} 大气压，温度为 1200—1600℃ 之间开始结晶，约在 1125℃ 时与熔体反应生成钛铁矿，其反应式为：低铁假板钛矿 + 熔体⇌钛铁矿。此矿物可能是岩浆结晶作用的早期高温产物、低铁假板钛矿在月岩中含量很少，属月岩副矿物。

【三斜铁辉石】　pyroxferroite　月岩新矿物之一。属三斜品系，与三斜锰辉石构造相同，估计为三斜锰辉石中的 Mn^{2+} 被 Fe^{2+} 所置换而成。由于三斜铁辉石含有钙，故有人提出应命名为钙三斜铁辉石（calcim npyrorcferroite），其化学结构式为（$Fe_{0.35}^{2+}Ca_{0.13}Mg_{0.02}$）$SiO_3$；化学式为 $CaFe_6(SiO_3)_7$；品格常数 a = 6.62 ± 0.02Å，b = 7. 35 ± 0.03Å，c = 17.35 ± 0. 1Å，α = 114.5 ± 0.2°，β = 82. 7 ± 2°，γ = 94.5 ± 0.2°；比重为 3，68—3.76，光轴角以 α = （+）32°—40°；折光率为以 α = 1. 750—1，756，β = 1.752—1.758，γ = 1. 766—1. 708。三斜铁辉石为岩浆作用后期的产物，比单斜辉石

生成更晚。它是月岩中发现的唯一的新次要矿物。

【静海石】 tranquillityite 月岩新旷物之一。是一种新的硅酸盐矿物，呈薄板晶产出，最粗的单个板晶（65×15μ），产于粗粒方英石玄武岩内 < 月岩样品 10047）。但在细粒玄武岩中最长的晶体仅几微米。它是仅与填充相形成组合的微量矿物，为月球玄武岩浆晚期阶段结晶作用的产物。它的光学性质是均匀的，无溶出或蚀变现象。静海石为半透明矿物，在透射光下为赤褐色到红色，且无多色性。二轴晶，2V 约等于 40°，在反射光下为灰色，平均折射率在 2. 1—2. 13 之间；在透射光成反射光下为均质体或很弱的非均质体。其矿物分子式为Fe_3^{2+} $(Zr+Y)_2Ti_3Si_3O_{24}$或写为（Fe，Y，Ca，Mn）（Ti，Si，Zr，Al，Cr）O_3，并含有少量的铜、铅、锰、铬，铌、稀土、铪及 50—93ppm 的铀。静海石为六方晶系，a_0 =11. 69±0. 05Åc_0 =22. 15±0. 10Å，每个 51203 分子单位体积为 54，9±0. 8 呈 '，理论密度为 4. 7±0. 1 克/厘米^3。静海石为月岩副矿物，含量虽少，但很常见。静海石的形成大致是由于 Fc^{2+}、Ti、Zr、REE 正的分离而进入月球玄武岩结晶作用晚期阶段的液体所致。

【基性月岩】 lunabase 岩石学把 SiO_2 含量在 40—52% 的岩石称为基性岩，按此标准，月面绝大部分岩石皆属基性岩。月陆岩石中除极少量的花岗岩质岩石外，斜长岩、变质岩、角砾岩及玄武岩的 SiO_2 的含量均在 45% 上下。月海区岩石中 SiO_2 的含量更低些，一般小于 45%。静海玄武岩 SiO_2 的平均含量为 40. 8%，风暴洋玄武岩中 SiO。的平均值为 45. 16%，丰富海玄武岩 SO_2 的平均值为 43. 8%。此三大海中基底结晶岩的 Si02 含量更低些，分别为 41%，40%，43%。因而，可以说整个上月壳绝大部分是由墓性为主的岩石所组成。

【酸性月岩】 lunarite 含量大于 65% 的岩石称为酸性岩，与地球相反，月面上酸性岩是极少的。阿波罗 12 号采得花岗岩质岩石样品，花岗岩质成分渗透于浅色岩石中，并起胶结作用，充填物中 siO_2 的平均值为 73. 5%，阿波罗 16 号的 60017 样品微角砾中的富钾碎屑，隐品质部分的 $SiO_含$ 量为 66. 77%。花岗质岩浆可能是月球早期分异产物，也可能是较晚期的玄武岩浆，经挤压过滤分异逐渐宦集而形成的。

【高地月岩】 lunar highland roek 根据月球地形和构造特征，月球与地球一样可划分为两个最大的构造单元——月海和月陆。月陆即月球上的高地，高地月岩即构成月陆的岩石，主要是斜长岩。在月球高地（阿波罗 14 号、阿波罗 16 号、阿波罗 16 号，阿波罗 17 号及月球 20 号）采集的月岩样品，大多数为长石质的角砾岩，其共同特征是斜长石和 Al_2O_3 的含量都比较高（$xl_2O_3$15—28%）。目前对高地月岩类型的划分和命名不一，如月球样品分析计划队将阿波罗 16 号高地月岩划分为斜长岩质岩石、贫克里普的苏长橄长岩和富克里普的苏长岩三类。S. R. 泰勒（Taylor）则将高地内的主要月岩

划分为含 28% Al_2O_3 的高地玄武岩（辉长斜长岩）和含 18% Al_2O_3 的低钾弗拉摩洛玄武岩。还有一些学者则将高地月岩划分为高地玄武岩（或高铝玄武岩）和斜长岩－苏长岩－撖长岩系列．高地月岩的平均化学成分为：

SiO_2	45%	MgO8. 93%
TiO_2	0. 88%	Na_2O0. 28%
Al_2O_3	23. 4%	K_2O0. 07%
FeO	7. 36%	$Cr_2O_3$0. 14%
CaO	13. 3%	其它 0. 18%

高地月岩 K/U 比值低，约为 10^3（地球为 10^4，陨石为 10^5）。Cr/V 比值高。高地月岩中 Ni、Al、ca 比月海玄武岩多，Fe、Ti、Cr、V、Sc、Co、Cu 却又比月海玄武岩少。

【非月海玄武岩】 nonmare basalt 月海形成前的月球表面有一种含斜长石较多的玄武岩，地质学者称之为非月海玄武岩或残存于月陆之上的非月海物质。非月海玄武岩中的斜长石含量高于月海玄武岩，但其铁镁质矿物和不透明矿物却又低于月海玄武岩。阿波罗 14 号采集的弗拉摩洛玄武岩及阿波罗 15 号采集的前月海玄武岩皆属非月海玄武岩，它在阿波罗 11 号、阿波罗 12 号的月壤及角砾岩中皆有广泛的分布。非月海玄武岩比月海玄武岩年老，在阿波罗 11 号采集的月壤中还发现一种路尼岩－1，其模式年龄为 44. 4 亿年，它是非月海物质的代表。阿波罗 12 号采集的克里普岩的成分是非月海玄武岩的成分，且为前月海产物，故亦为非月海玄武岩。阿波罗 15 号和阿波罗 14 号采集的非月海玄武岩，皆为富含斜长石的玄武岩，其 Rb－Sr 年龄较小，约 40 亿年，这种富斜长石的玄武岩的形成，可能是由一种较老的富铝岩石部分熔融所致。这种富铝岩浆的产生，代表月球演化过程中的一个重要而广泛的事件。

【弗拉磨洛建造】 Fra Mauro for－marion 是非月海玄武岩的一种。主要分布在月海周围，特别是雨海周围，主要由具角砾状结构的玄武岩组成的一套岩石。其特征是较月海玄武岩含有更多挥发份和亲铁元素，它是“雨海事件”过程中被小天体轰击后溅射出来的或其与表层物质的混合产物，形成时间在 39—41 亿年前。

【月海玄武岩】 mare basalt 员月海盆地形成以后，充填于其中的玄武岩，叫月海玄武岩。它比非月海玄武岩年轻，含斜长石较少，含铁镁质矿物较多，不透明矿物含量亦多。在静海、风暴洋和丰富海中所采岩样为典型的月海玄武岩。静海中的玄武岩分为 A 型及 B 型两类：A 型岩石为细粒的、多气孔的结晶质岩浆岩，密度为 3. 4 克/厘米^3，矿物成分以单斜辉石，斜长石和钛铁矿为主，有少量的橄榄石和磷灰石，副矿物有金属铁和陨硫铁、钛铬铁旷和低铁假板钛矿，后两种矿物为地球上未发现的月岩新矿物；B 类岩石为中粒或粗粒结晶质玄武岩，密度为 3. 2 克/厘米^3，其主要矿物成分与 A

型岩石相同，次要矿物成分中发现月岩新矿物铁三斜辉石（又称细粒辉长岩）以及副矿物静海石。阿波罗 12 号在风暴洋中所采的玄武岩岩样，与阿波罗 11 号在静海所采的细粒玄武岩相似，但 TiO_2 含量较高，其中也发现月岩新旷物静海石。月海玄武岩的形成时间，大约发生在 31．5—38.5 亿年之间。根据月海玄武岩同位素年龄的研究，大约有五次大规模月海型的玄武岩浆活动，首次大规模玄武岩浆喷发可能是雨海事件期间的岩浆活动，末次大型月海玄武岩岩浆活动可能是风暴洋中的火山活动。同一月海中的岩浆活动也是多次的，如静海中的低钾玄武岩和高钾玄武岩，代表两次广泛的玄武岩浆喷发，前者约为 97 亿年，后者约为 34 亿年。

【月壤】　lunar regolit　指月面上由凝聚性较弱的细小碎片物质组成的混合物。为具玻璃外壳的颗粒，晶质岩石或矿物和微角砾岩或石屑碎块，各种玻璃碎块等组成。岩石碎块的成分主要是玄武岩，其次是斜长岩和苏长岩。矿物碎片有斜长石、辉石、钛铁矿、橄榄石、陨硫铁、自然铁、球形镍铁及其他副矿物。微角砾岩主要由玄武岩岩屑组成，胶结物为玻璃质，有时玻璃中含有苏长岩和玄武岩包体。此外还有 2% 的碳质球粒陨石；玻璃本身也常呈球形和椭球形，也有一些不规则的玻璃，粒径大多在 1 毫米—1 厘米。月壤在月海中较薄，一般为 2—10 米，月陆上较厚，最厚达 20 米。其化学成分介于月海玄武岩 A 型和 B 型岩石之间，与火成岩不同的是镍和锆的含量较高，二氧化钛的含量较低。镍和挥发元素（Ca、Zn、Ag、Au、Cu、Ti）含量较高，可能有 0.1% 的镍 – 铁，或于 1% 的球粒陨石加入所致。月壤与月岩成分大致相近，但略有差别，前者铁、镁元素的含量降低，因而其熔点较原生玄武岩要低。一般认为，月壤是由于陨石撞击作用在高温下使基岩熔融、粉碎和岩化作用形成；少数学者认为是由火山喷发可能带来的一些火山灰流和岩屑所形成。另外，月岩的温度变化极大，月岩热导率很低，其矿物组成和结构不均一，因热胀冷缩使月岩发生崩解，产生岩屑；太阳风和银河宇宙射线对月岩的辐射，降低了旷物强度，使晶格变形，也可能间接地促进了月壤的形成。此外，陨石也是月壤的重要组成之一。月壤的年龄为 42—46 亿年（模式年龄在 44—46 亿年），一般大子当地基岩年龄。有些学者认为是月球形成早期分凝的产物，有些认为是月壤中含放射性高的克里普岩组分，因而月壤模式年龄反映了它的年龄。

【克里普岩】　kreep　在月壤和角砾岩中见有一种富含钾、稀土和磷的玄武质岩石类型。克里普岩块包括有绳状、刻蚀状的玻璃、玻璃质充填角砾岩等和斜方辉石一斜长石一（钾，钡）长石—白磷钙矿组合的退火角砾岩等，是弗拉磨洛建造中常见的岩石类型。克里普岩中铀、钍等放射性元素含量较一般月海玄武岩为高，大量分布在雨海周围，因而也可能是雨海事件中，大陨石或小天体轰击月球表层，使深部物质溅出表面形成的，因而克里普岩的模式年龄较大，均在 40 亿年以上。

【月尘】 lunar dust 指月球表面的粉末状尘土，粒径一般为30微米到一毫米，含有玻璃球或碎片、斜长石、单斜辉石、钛铁矿，橄榄石、陨硫铁、自然铁碎片和直径小于1毫米的球形镍铁，有时还有少量鳞石英、方英石、尖晶石等。玻璃在月尘中占较大比例，其成分变化很大，是因岩石或矿物受陨石撞击熔融并急剧冷却的结果。按其形态特征可分为三类：①葡萄状、多孔状、球形的暗绿色碎片；②淡色或无色，或少见的褐、黄色及橙包碎片；③球形、椭球形、哑铃形及滴状体（大多小于0.2毫米），颜色为红、褐色至绿色和黄色。其化学成分中二氧化钛含量较低，二氧化硅、氧化钾和五氧化二磷的含量较高。月尘中玻璃的含量比较低，特别是圆球形玻璃较少。月尘在月陆山区很薄，平均1毫米，甚至缺失；在月海区和月坑中较厚。月尘的热导率很低。月尘的成因大多认为是陨石撞击形成，少数人认为由火山灰生成。

【捕获稀有气体】 trapped rare gas 指各种天体从行星际空间捕获的稀有气体。月表物质中的捕获稀有气体主要来自太阳风，其次为月球本身释放出来的稀有气体。所谓太阳风就是从太阳日冕向星际空间辐射出来的等离子体粒子流，主要是H离子，其次为O、N及稀有气体离子。月球上没有大气层覆盖，而太阳风可以无阻挡地到达月面，故在月壤和角砾岩颗粒表层捕获的稀有气体特别多，但不同的样品或同一样品的不同部位捕获稀有气体浓度的变化仍然是很大的。一般说来，细颗粒物质（如月壤）比粗颗粒物质（如角砾岩）捕获的稀有气体要多，暗色物质比浅色物质捕获的稀有气体要多。月球表面物质捕获的稀有气体由于气体的扩散作用而不断有所损失；在扩散过程中，较轻的稀有气体又比较重的稀有气体容易散失。尽管在不同样品中所含稀有气体的相对丰度很不一样，但是元素的同位素组成则基本上是一致的。月球物质中捕获太阳风中$^{22}Ne/^{21}Ne$、$^{36}Ar/^{38}Ar$的比值与地球上的大气和碳质球粒陨石中捕获稀有气体的同位素比值也是一致的，这在研究地球和月球的成因问题上，具有一定的意义。

【月岩侵蚀速度】 erosive rate of lunar rock 月球表面虽然没有风、雨和流水等外动力地质作用的剥蚀，但要受其它营力如宇宙射线粒子作用的破坏，当然，其侵蚀速度是很慢的，每百万年约为4—5毫米。确定月岩侵蚀速度的方法，通常是应用下述原理：对由一定的化学成分组成的岩石受宇宙射线照射所产生的核类的深度变化曲线是一定的，并可通过理论计算得到。当月岩受侵蚀后，其深度变化曲线也要发生变化：侵蚀速度愈大，则其深度梯度愈小。由于^{26}Al衰期比较长（7.4×10^5年），故在一般情况下，多是应用^{26}Al的活皮来确定月岩的侵蚀速度。月岩表面几毫米内的粒子径迹，主要是由太阳辐射粒子形成的，愈向下太阳的作用愈弱，1厘米以下，太阳辐射作用即已微不足道。因此，估计月岩的侵蚀速度，须取月岩最表层的样品研究其太阳粒子径迹。

【月岩产状】 attibude of lunarrcck 月岩在月壳中产出的状态。即岩体所处的空间位置，也包括岩体的形态和大小。月球表面岩石样品顶部受到太阳宇宙射线的照射作用比底部强得多，因此岩石顶部放射性活度要比底部高得多。根据这一特征，通过对月面岩石放射性活度的测定，可以判断月岩在月球表面的产状。由于^{22}Na的半衰期较短（2.6年），所以按照^{22}Na活度测定岩石的产状，印为月面岩石现在的产状；而^{26}Al半衰期较长（7.4x10^5年），故可根据^{26}Al活度确定月面岩石在月质历史上的产状。当现在的与过去的月面岩石产状不一致时，说明月球在历史上可能发生过构造运动，使月面岩石发生位移、倾斜以至翻转等变动。

【安德逊模型】 Andcrson ' s model 安德逊（D. L. Anderson）通过研究阿伦德炭质球粒陨石，提出一个月球成因与演化模型，称为安德逊模型。安德逊认为月球的形成条件与阿伦德陨石中白色包体的形成条件相似。阿伦德陨石中的包体是太阳星云早期高温条件下凝聚的产物。这与伦格伍德等假说相反，因月球不是太阳星云演化过程中的晚期产物，而是早期产物。阿伦德陨石中黑色细粒基质占60%，主要由富铁橄榄石和陨硫铁等矿物组成；黑色球粒占30%，由富铁橄揽石等矿物组成；不规则的白色包体约占10%，主要由钙铝黄长石、尖晶石、深绿辉石、钙钛矿、透辉石、钙长石、钙铝石榴石和方钠石等组成。包体中富含ca、Al、Ti，而Fe、Mg及挥发分的含量则较少。对包体的化学成分和矿物成分的研究表明：包体物质是太阳星云中难熔元素分馏早期凝聚形成的，因为铁及亲铁元素的凝结温度较低，所以包体中的铁及亲铁元素的含量亦较低；而包体中含量较高的Ca、Mg等难熔元素，是太阳星云早期高温条件下分馏凝聚的。月球的化学成分和矿物成分都与包体的化学成分和矿物成分类似，所以月球也应该是太阳星云演化过程中的早期产物，月球物质是在铁质凝聚之前形成的。月球富含Ca、Al、Ti、U、Th及REE等难熔元素，而Fe、Na、Rb、K等挥发元素的含量则较少。由于月球是太阳星云早期高温条件下凝聚的产物，初始温度比较高，加之放射性元素含量比较多（比球粒陨石多10—16倍），这就导致了月球早期广泛的熔融。在高温条件下形成的矿物，如尖晶石（1550℃）、黄长石（1440℃），密度较大，自月球上部向下沉降，形成了比重较大的月球内层，比重较小的物质向上浮起，形成了比重较小的外层。月球外层熔融体进一步冷却，形成了以斜长岩为主的原始月壳。其后，由于月球内部残余熔融体的分异，及放射性元素蜕变产生的热量，使固化后的月壳部分熔融，再次分异出玄武岩浆，这样便导致了月海和高地广泛的玄武岩浆喷发活动。

【捕获假说】 capture hypotbesis 月球成因的一种假说。格斯滕科恩（H. Gerstcnk－orn）根据月球和地球两者性质上的差别和对潮汐演化过程的研究，1955年提出月球物质属于太阳系中另外一部分（可能更靠外边），那里的金属元素如Sr、Rb、K、Pb、

Zn、Hg、In 等和挥发分都较贫乏，其运行轨道是逆行的，因此在潮汐作用下逐渐接近地球，在十分接近地球时坠入地球重力场成为俘虏；此时作用在白道面上的力矩通过两极把轨道推转到另一方向上，使得月球运行方向反过来成为现今的顺行方向，而潮汐作用便向外推开月球。如果按现在潮汐作用造成的退后速率保持不变时，转变运行方向的时间应在 17—20 亿年前。麦克唐纳（G. J. F. MacDonald）1964 年指出，当月球接近地球时（接近洛希极限），强大的吸力必然会使地球、尤其是月球诱生熔化而喷出大量熔岩。但这与现在鉴定的月球熔岩年龄（30 多亿年以上）不一致，因此捕获时间当更早。辛格（S. F. Singer）1970 年提出，捕获是在 45 亿年前地球和月球刚形成不久，月球运行方向转换成顺行时发生的。瑞典人阿尔文（H. Alfvén）和阿雷尼亚斯（G. Arrhenius）1972 年指出，地球本来有一群约 5—10 颗微小卫星，而月球则是太阳星云物质中另一独立天体，因离太阳较远故有更椭圆的轨道，运行中与地球距离时远时近，每当十分接近时彼此轨道反复相互作用而互相影响，终于发生月球被捕获，其余小卫星则被月球吸引而形成月面上的大月盆，月盆区出现质量瘤，其多余之质量约 10^{21}—10^{22} 克，可能就是原来那些小卫星的总质量。1974 年伍德（J. A. Wood）和米特勒（H. E. Mitlel）提出经修改过的捕获机制：认为有几个以抛物线速度遨游的小行星在靠近地球洛希极限时被吸入地球轨道成为原始月球，这些原始月球吸积而成分层的月球，有月核、月幔和月壳。实际上这个假说是把吸积假说联系起来阐述的。参见“轨道环吸积假说”。

【潮汐共振分裂假说】 tidal reson - ance fission hypothesis 月球成因的一种假说，系查理。达尔文的儿子乔治·达尔文（G. H. Darwin）于 1908 年提出的。他是最早主张月球是从地球分裂出来的人。以后由卡梅伦（A. G. W. Camercn）、怀斯（D. U. Wise）、奥基夫（J. A. O′Keefe）等人加以修改补充。此说认为早期地球处于熔融状态，自转速度在冷凝过程中加快，因赤道离心力大而使地球变为椭球，自转周期为 2 小时；在太阳潮汐作用下引起共振，使地球之潮汐逐渐增高，最后使一部分（约为总质量的 1/10）分离出来，逃逸到大于洛希极限（约 3 个地球半径）的距离上绕地球运行，形成原始月球。此两星体每 2 小时自转一次，在 4 小时内相互绕转一周，潮汐摩擦迫使它们发热，两星体虽在冷却但仍为高温。太阳风驱去大部分气体，尤其是月球质量有一半以上失去，因而月球上缺水和挥发分元素以及亲铜元素（Cu、Zn、S、Se、As、Bi），形成现在的质量为地球 1/81 的月球。

【地球分裂假说】 hypothesis of fission from the Earth 月球成因的一种假说。利特尔顿（R. A. Lyttleton）根据乔治·达尔文的潮汐共振分裂假说中关于一个自转物体分为两块时，假定原始地球同时抛出两块物质，一块质量约等于地球的 1/10，另一块约 1/100。较大的一块沿抛物线轨道以较大速度（约 11. 2 公里/秒）离开地球到达火星

的位置绕日运行，可能是现在的火星（质量约为地球的 1/9）；较小一块则可能保留在两大块（即火星和地球）之间而绕地球运行，即月球。

【双行星假说】 binary planet hy－pothesis 月球成因的一种假说。系由拉蒂默（W. M. Latimer）于 1950 年提出，经奥罗万（E. Orowan）1969 年加以补充。此腰说认为地球和月球同是在原始太阳星云中吸积形成的，两星相距很近。所以又叫同源假说（ho－mologous hypothesis），这一假说的主要问题在于：既是同源，就一定具有相同的化学成分和物理性质，但事实是成分和密度都有明显不同。加纳帕塞（R. R. Ganapathy）和立元（M. Ta－tsumoto）于 1970 年分别研究了阿波罗 11 号采集的月样中的示踪元素和铀铅系同位素所得结果都表明地球和月球应是同源的。安德森（D. L. Anderson）在 1972 和 1973 年根据阿波罗成果设计出一个月球成因模型，试图回答这个问题。他解释说，太阳星云的成分和压力与太阳的距离有关，也与离太阳圆盘面的距离有关，月球形成于温度较高而压力较低的环境，凝结物多为耐熔元素 Ca、Ti、Al 等的化合物如尖晶石，黄长石、钙钛矿等高温低压矿物，因为凝聚温度明显依赖于星云中的压力，而压力随离圆盘面距离而迅逐减小。地球则形成于圆盘面附近，吸积了多量的亲铁元素，故密度较大。

【同源假说】 homologous hypothe－sis “双行星假说”。

【沉积环吸积假说】 sediment－ring accretion hypeihesis 球成因的一种暇说。1961 年厄皮克（E. J. Öpik）提出，月球是由分布在地球周围绕地球运行的呈环形的许多星尘吸积而成；环内的星尘可能来源于地球，在运行中聚集，当距离逐渐减小到洛希极限以前仍保持碎屑状，在达到洛希极限后便开始聚合吸积而成月球。吸积的证据是古老月陆上的椭圆形月坑，它们是在月球轨道上运动的星尘以低角度撞击月面而成。林伍德（A. E. Ringwc04）修改并补充了这个假说（1970），他明确指出月球物质产生于洛希极限距离以内并来源于地球原始大气，这个浓密的原始大气发育于地球吸积的后期。地球吸积早期因撞击能和重力能而开始熔化，大量 H 和 CO 堆积成大气层；温度升高时，许多挥发元素变成气态，1500℃ 时，硅酸盐矿物还原，Mg 和 SiO_2 逸出，留下 Fe 形成地核；2000℃ 以上时，大多数硅酸盐汽化而进入原始大气。当太阳进入金牛 T 型星阶段，因微粒辐射被吹失大部分富钾气体和挥发分，剩余大气主要是气态硅酸盐，在冷凝过程中沉淀成环绕地球的星尘环，然后吸积成月球，故月球密度低和缺乏亲铁元素。

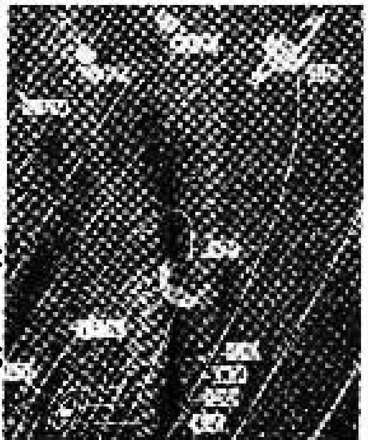
【轨道环吸积假】 orhiting－ringaccretion hypothlesis 月球成因的一种假说。是沉积环吸积假说的一种变式，由拉斯科尔（E. L. Ru－skol）和麦克唐纳（G. J. F. MacDon－ald）提出。他们认为早期因一次碎裂而吸积成几个小月球，然后又聚合成

现在的月球。有些大的撞击盆地是最后聚合时碰撞留下的伤疤。参见“沉积环吸积假说”和“捕获假说”。

【史密斯假说】 Smith's hypothe-sis 月球成因的一种假说。系美国地球物理学家史密斯（J. V. Smith）于1974和1976年提出。他结合吸积和捕获两种模式，发展了地月系形成假说。他认为先是行星吸积阶段，星尘互相碰撞吸积成地球和月球，然后发生月球被地球捕获，捕获发生在45亿年前。根据氧同位素分析资料，地球和月球的成因与玄武无球粒陨石的成因相似而与碳质球粒陨石的成因不同。他认为捕获有两种情况：一种是月球在大部分吸积完成后被捕获；另一种是在月球吸积早期就被捕获。前一种情况会使地球中产生巨大热脉冲，且形成的月球具斜长岩月壳、富镁硅酸盐月幔和富铁月核；后一种情况则地球和月球分别有不同的热体系，并因为月球物质的吸积速度很快，以致化学分异物质的保存效率很低。根据现在地质学和月质学研究表明，月球在吸积基本完成之后才被地球捕获的可能性更大一些。

行星地质学

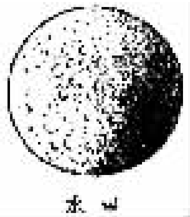
【行星地质学】 planetary geology **运用士地质学、地球物理学、地球化学等原理去研究太阳系各个行星（及其卫星）的物质成分、表面形态、内部构造及其形成机制和演化历史的学科。它是最近20多年人类通过发射宇宙探测器，到外层空间探测其它行星的质地状况，不断积累科学资料而发展起来的新兴学科。**



太阳系行星图

目前已有水星地质学、火星地质学等分科诞生。通过行星地质的研究，目前有人对行星的发展提出了大致可划分为七个阶段的设想：①凝聚阶段：从原始太阳星云中颗粒进行凝结增大形成星系；②星子交互作用阶段：由星子相互碰撞，集合成大于100公里的天体，在冲撞过程中对天体进行加热，太阳风可把部分挥发分吹掉；③吸积阶段：通过重力吸引周围的小天体形成行星；④强烈对流阶段：进行重力分异，形成星核、星幔，使原来的不均匀性得到调整；⑤板块构造阶段：对流继续进行，形成星壳；⑥最后火山活动阶段，无板块活动，但仍有足够的热使岩浆冲破岩石圈，形成火山爆发；⑦平静阶段，无火山活动，具厚岩石圈。

【水星】 Mercury **我国古称辰星。太阳系九大行星之一，按距日顺序是第一个最靠近太阳的行星，距日约5800万公里，在地球上很难观测。水星密度大（5.45克/厘米^3）而引力小（只有地球引力39%），大气非常稀薄（$<2\times10^{-9}$毫巴），比真空还要小1300倍。水星自转缓慢，自转周期（56.66天）与公转周期（87.97天）之比为2:3，也就是说，水星的一天占去大半年时间。四季不明显，昼夜温差却很大（达610%），水星表面粗糙，陨击坑和盆地都有，但没有永，这些和月球相似，但不同之处是没有陆、海两分的现象。水星没有卫星，有磁场和辐射带。**



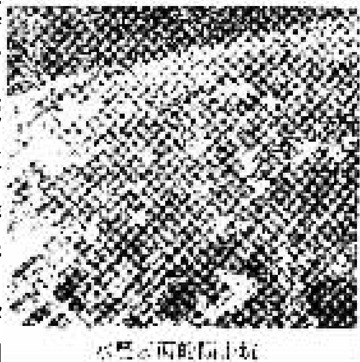
水星

【辰星】　我国古称水星为辰星。

【水墨大气】　Mereurian atmosphere　宇宙探测器水手 10 号的紫外分光计，检测到总压力小于 2×10^{-9}毫巴的极稀薄大气，主要成分是 He，Ar、Ne，一般认为 He、Ar 可能来自水星内部 U 和 K 放射性衰变产物，由于水星重力小，难以大量吸住它们；同时由红外辐射仪测得的白昼高温（达 427℃）也促使它们逸去。水是大气没有水分，可能是温度高、引力小，即使有星内部释放出来水也不能保留住。

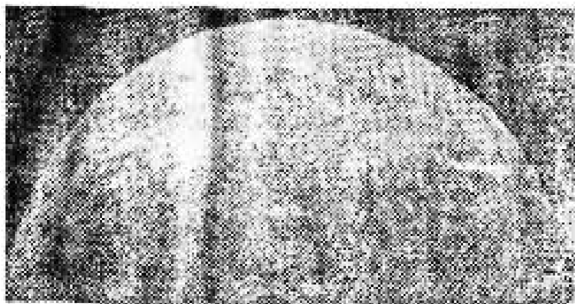
【水星磁场】　Mercurian magnetic field　1974 年水手 10 号到达水星上空时磁到强烈的弓形冲击波，证明水旦有磁场存在。在向水星接近飞行中，从行星际磁场强度 1—4γ 上升到 19 ±2γ，到弓形波区为 40γ，到距水星 704 公里高空达 98γ，为辐射带最大值。由此外推到水是表面应当有 100—200γ（不到地球的 1%），相当一个中等磁场。永星磁场的存在暗示应有一个熔融的金属核存在，不过，水星自转速度缓慢，很难使熔融金属核产生强电流，故水星磁场成因问题尚待研究。

【水星表面特征】　srffacc feature　水星表面是固体物质，覆盖着薄层表土（似土壤），表面有许多圆形的盆地和陨击坑（多数有明显的辐射纹）。有的陨击坑受歪曲修饰成长形洼坑，坑间有山脊、山结，有一条线形槽沟宽 7 公里，长 100 公里以上。水星表面反照率 8—12%，与月陆的差不多，故明暗反差不大，这是因为水星表面没有巨大的地势起伏（因表面温度可以很高），也没有暗色岩充填在盆地里的缘故。但水星表面上常出现长而高的断壁，有的高 2—3 公里，长几百公里，多呈弧形，可能是水星壳收缩时均衡调整派生的挤压断层。由于大气极稀薄，故水星表面温度变化剧烈，赤道区白昼正午为 427℃，下午降到 187℃，黎明前低到 -183℃，温差达 610℃，是九大行星中温差最大者。有人说水星表面应有一层疏松多孔绝热层导致迅速失热，其实可能是水星自转变慢，有充分时间来加热和散热。


水星表面的陨击坑

【水星盆地】　Mercurian basln　水手 10 号已发现水星表面有 17 个盆地，直径大于 230 公里以上，盆地轮廓不清晰，只有在明暗界线附近才容易辨认。这些盆地的底部平坦，很少陨击坑。因有盆地边缘隆脊所以才能够分辨出盆地来。水星盆地平原的物质反照率和其它部分（崎岖山地）的反照率约为 8—12%，不象月海、月陆那样分明，由此可知水星盆地里没有暗色熔岩充填。水星盆地直径一般不超过 440 公里，只有卡路里盆地（Caloris Basin）直径达 1300 公里以上，这是一个多环盆地，外、中、内环呈环形阶梯式，环壁不显著，有弧形破裂和辐射形浅沟。水星盆地的成因可能与陨击有关，但缺少中央峰。

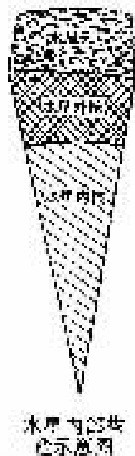
【水星陨击坑】 Mercurian erater 水星表面布满着大大小小的圆坑，称水星陨击坑。大的直径可达200公里，平底，有中央峰，再大的则过渡为盆地。直径在100—200公里的水星陨击坑多呈双环状（两个环壁），多为平底；直径小于100公里多为碗形圆底坑，也有中央峰且大多有明显的辐射纹（这比月球陨击坑辐射纹多得多）。辐射纹最显著的水星陨击坑名为凯珀陨击坑（Crater Kniper），直径41公里。直径小于10公里的水星陨击坑为数很多，直径小于1公里的多半是次生陨击坑，常呈串珠状、链状、放射状分布。水星的次生陨击坑距离原生冲击坑近，这是因为水星重力比月球重力大之故。水星陨击坑是由陨石撞击形成的，南半球比月陆的陨击坑密度大。有辐射纹的水星陨击坑多搭叠在老水星冲击坑之上，新水星陨击坑周围的较古老表面特征比月球古老表面保存得更多，水星表面从新到老都可消晰见到。


水星陨石坑

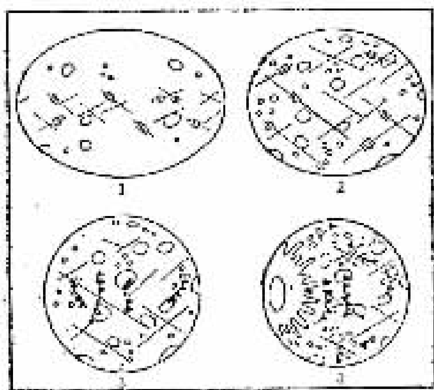
【水星内部构造】

Mercurian interior 根据水星体积小密度大的特征推断其内部应有一个占水星半径3/4到4/5的金属核，表面有一层富铁硅酸盐外壳。因水星有磁场，表明水星核处于熔融状态。水星壳冷凝后，饱受陨石撞击致使成分有所改变，加上一层陨击壳。

【水星全球构造】 Mercurian global tectonics 根据水星半径收缩，旋转速度变慢的特点，可把水星全球构造的发展由老到新划分为四个阶段（见图）：①在火星早期，存在一个厚度小于100公里的岩石圈，当时水星自转周期为20小时，由于太阳潮汐作用和自转速度比现在要快得多，使岩石圈产生应力，形成了主要走向为N40°—70°W和N40°—60°E的共轭走向滑动断裂，开始在赤道（图1）后向极区伸展（N20°—60°W和N30°—40°E）；②水星旋转速度逐渐减少，发生经向收缩（约0.1—0.2%），平移断层继续向极区移动（图2）；这个阶段开始了大规模陨石冲击；③水星进一步收缩，产生了逆断层，形成了构造断崖，大致沿南北向伸延，亦从赤道开始（图3），向两极伸展，到极区时方向有变化（图4）。在这个阶段停止了大规模陨石冲击；④在水星停止收缩后，形成了卡路里盆地。


水星内部构造示意图

【金星】 Venus 我国古称明星（因为是天空最明亮的星），“东有启明，西有长庚”和“太白辰出东方，曰启明”等所指的都是金星。为太阳系九大行星之一，按距日顺序为第二颗行星。在地球上看金星有大小和位相（盈亏）的变化。由于金星表面有浓密大气笼罩，所以看不清它的表面的全部形态。金星的直径、质量和密度都接近于地球（比地球稍小），所以称为地球的姊妹行星。在太阳系里金星的自转周期比公转周期慢（依地球的概念来说就是金星一年的时间还没有一天的时间长），而且自转是逆转的。不过对金星自转速率的值仍不是肯定的，因为还不能清楚看到金星表面，而金星大气的转动并不与金星转速一样。金星没有卫星。浓密的大气（云层）使金星的反照率高达71%，所以最明亮。



水星全球构造发展阶段示意图

【太白星】 Venus 即“金星”。

【金星大气】 Venusi anatmosphere 通过金星掩星现象估计有65—100公里厚的大气（图）存在。但对于大气成分、气温、气压均系间接推测。1967—1969年苏联金星4、5、6号试图在金星着陆，但途中失败，1970和1972年金星7、8号软着陆成功。在着陆过程中检测到金星大气成分是：$CO_2$295—97%，$N_2<3\%$，$O_2<0.1\%$，$NH_3$0.01—0.1%，$H_2O<1\%$。1978年底，金星11、12号在着陆下降中还检测到大气中有Ar的同位素^{36}Ar和^{40}Ar，两者比值比地球的高200—300倍，说明金星物质和地球物质的化学演化速度很不一样，这与高温、高密度的大气有关。地球紫外线观测有SO_2，可能存在硫酸雨。金星号测得大气温度和压力有：45公里高空风速为180公里/小时，10公里高空为7.2公里/小时，而赤道区大气顶部风速达250公里/小时。25公里高空温度（50±10）℃，压力2大气压，金星表面附近的气温446℃，气压88大气压。金星大气上部有电离层，但很弱，水手号（1974年）检测到最大电离度在白昼为30万电子/厘米^3，夜晓为1万电子/厘米^3。还摄得金星大气有亮暗螺纹云带（亮度差达30%），云带有1000公里宽，顺着自转方向以赤道面对称分别向两极散开，这是从一个宽100—500公里的“台风”吹出来的，其中心的眼叫“金星眼”。



金 星

【金星眼】　Venusian " eye "　参见" 金星大气 "。



【金星表面】　Venusian surface　宇宙飞船着陆以前，我们对金星表面几乎一无所知，现在所知的也不多。金星表面温度很高，达 450℃—470℃，昼夜温度变化不大，说明金星大气热容量很大，温室效应显著。雷达图象上出现的亮区代表金星表面上的" 糙斑 "（" rough spots "），说明是凸起或者凹陷。并发现金星表面有陨击坑，最大的直径 160 公里，最小的直径 35 公里。还发现有火山口和长达 1500 公里的沟，似为裂谷。金星 8 号着陆点物质密度约 1.5 克/厘米^3，雷达图象上是角砾块和碎屑。X 射线表明有花岗岩存在。据 γ 射线光谱分析金星表面物质成分有 K4%，U 约 200ppm，Th 约 650ppm，U/Th 相当于花岗岩和页岩，推测金星壳由富硅物质组成。金星表面地势起伏不会很大，没有明显的地形结构，这可能是由于表面温度很高，岩石强度不大，易塑性流变，不能支持太大高差，故无大山脉。金星大气尽管很浓密，但仍可让阳光透过使金星表面上得到一点可见光。

【糙斑】　rough stpor 参见" 金星表面 "。

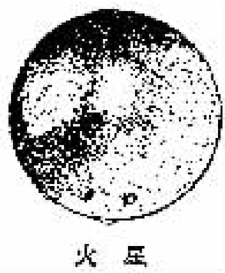


【金星内部构造】　Venusian interior　目前只能根据表面和大气资料并与地球内部类比，假定一个金星内部构造模型；金星壳（质量约占 1%），金星幔（68—78%）和金星核（21—31%）。假定金星核成分为 Ni—Fe。内部温度在 1700 公里深度附近可达 2000—2700℃，如此就会熔化而发生岩浆活动及火山作用。按热梯度推论金星中心应有一个相当流动的核，从而会引起一个容易检测出来的磁场并会捕获太阳粒子构成辐射带，然而到目前为止还没有发现磁场。这可能有三个原因：①金星自转很慢，未达到产生发生磁场的运动速度；②需要卫星作为驱使金星核电流穿过进动转矩的能源；③金星核已经固结。

【金星温室效应】　Venusian greenhouse effect　金星大气和金星表面的温度很高，共原因有各种推测，比较流行的有萨要（C. Sagan）和波拉克（J. B. Pollack）按温室效应的原理提出的模式；①大气为太阳光辐射透射；②金星表面受日照强烈加热；③金星表面反向红外辐射出相当大热能；④大气层大都不透过红外辐射而被 CO_2 和 H_2O 吸收；⑤从而在大气内部储聚热量，⑥进一步表面加热使岩石圈" 热变质 "释放出更多 CQ 和 H_2O，导致温室效应时的" 逸失 "环境。

【火星】　Mars　我国古称荧惑。太阳系九大行星之一，按距日顺序是第四颗行星，只有两颗卫星。目视观测和照片显示橙红到褐的浓淡色斑和条带。火星轨道比地球轨道略扁，在绕日运行中有时离地球很近（如在 1971 年 8 月 12 日距地球只有五千多万公里）。火星重力只有地球重力 2/5 弱，逃逸速度不及地球的一半（5.1 公里/秒），致使分子量小于 20 的气体容易跑掉再从火星内部予以补充。火星有四季变化，每季长约 6 个月。火星有周期尘暴，这时火星表面模糊不清。火星两极有白色极冠。火星表面有火山、陆和海，有“河渠”、沙漠等地貌，还有类似月面的陨击地貌。许多人认为火星可能是太阳系中又一个有生命的行星，因为在距日较近得到的温度和四季变化等都是候选条件，然而目前尚未发现有生命。火星有弱磁场。1965 年开始有各种宇宙飞船相继前往，通过 1500—30000 公里高空拍摄火星表面的分辨率可达到 80—160 米。并于 1976 年软着陆成功，自此对火星的了解非常之快，并已开始形成一门火星地质学了。

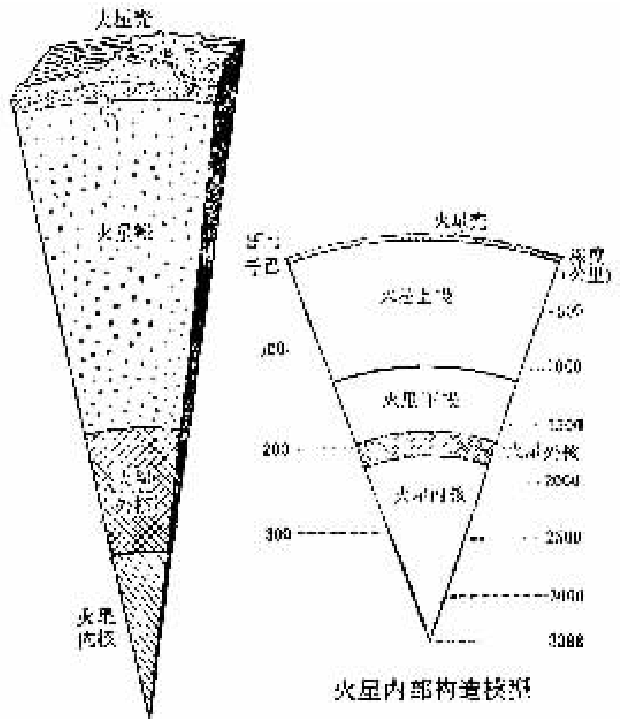
【荧惑】　我国古称火星为荧惑。


火　星

【火星形状】　shape of Mass　经宇宙飞船绕火星飞行时直接测量计算，发现火星大致呈一个三轴椭球体，极半径为 3372.7 公里，赤道半径为 3397.8 公里和 3400.4 公里。南极区（和南半球大部分地区）要比北极区（和北半球）高 3—3.5 公里，从而计算得出极扁率为 0.0075，比水手 9 号用重力效应获得的值 0.0051 稍大，可见，与重力等势面的形状相比较，则在两极要扁 8 公里。

【火星内部构造】　internal structure of Mars　根据火星平均密度（3.91 克/厘米 3）和角动量常数（0.339），以及水手 9 号获得的“火星密度随深度而增加”的资料等，提出两种内部构造模型：①双层内部构造，火星幔（厚 200—2000 公里，密度 3.7—4.0 克/厘米^3，由硅酸盐组成）；火星核（2200—3380 公里半径，由密度 8.1—10.3 的铁镍合金或由密度 4.2—4.4 的金属硅酸盐之类的物质组成）；②三层内部构造：火星壳、火星幔及火星核（如图）。火星幔可分成上幔和下幔，火星核可分成内核和外核。火星核边界最高温度为 2100—2700℃。根据火星大气尘埃（直径 1—10 微米）的 SiO_2 频带发射特征推断，火星壳成分可能是属安山岩类岩石。根据弱磁场判断可能没有金属核，或者有一个运动速率不足以产生强磁场的粘性金属核。有人计算为一个热的（800—1500℃）固体核，其直径在 1600—1900 公里之间，占火星总质量 5% 以下。

【火星壳】 Martian crustl 由大量硅和铝以及少量镁的较轻的硅酸盐岩石组成。对火星土壤分析结果表明，它富含铁的氧化物（约19%的 Fe_2O_3），这些土壤是由含铁较多的玄武岩壳风化后形成的，参见“火星内部构造”。



火星内部构造模型

【火星幔】 Martian mantle 厚约1800公里，由塑性硅酸盐组成。火星慢的含铁量（FeO/（FeO + MgO）g≈0.35）比地球地幔的含铁量（PeO/（FcO + MgO）≈0.12）要高得多。有人认为火星幔亦可能存在对流，仅是刚开始有对流现象，尚未来得及使火星表层破裂成岩石圈板块。参见“火星内部构造”。

【火星核】 Martiancore 火星核中含有硫，几乎全部的铁都以硫化铁的形式存在。与地球地核相比，火星核相对较小，其成分类似于碳质球粒陨石。参见“火星内部构造”。

【火星磁场】 Martian magnetic field 过去根据火星与地球极相似的观点出发，假定火星有一个金属核存在，就预测火星应有一个中强磁场（约为地球磁场的10—15%），但宇宙飞船检测到的磁场，则可能只有很弱磁场存在。从捕集辐射和太阳等离子体检测器证实存在弱磁场，其强度为地球磁场的0.1—0.2%，因磁场很弱，故火星不存在辐射带。

【火星重力场】 Martian gravity field 火星表面重力平均值为地球重力值的38%，为383伽。但根据重力加速度引起水手9号轨道摄动而计算得的实测值却有复杂的变化，这种偏差与内部质量非均匀分布有关。然而，把水手9号沿南纬15°飞行实测的重力场变化值作出的曲线，与地球上雷达在同一纬度上测得的火星表面起伏曲线比较却相当吻合，由此证明实测的重力变化与火星表面自然起伏之间有密切关系，所做出的重力等值线图基本上反映了火星表面高度变化情况。

【火星大气】 Martian atmosphere 火星大气厚度至少有几万公里，大气密度比地球大气小150倍，大半时间比较清澈，在低纬高山地带发现有低云。大气成分$CO_2$95%，$N_2$2—3%，Ar1—2%，$O_2$0.1—0.4%，H_2O0.01—0.1%，还有少量CO和H，以及微量CH_4，Ne，Kr，Xe等。这些气体都是由火山作用和不太强烈的排气作用自火星内部释放出来的。在低纬高山之巅，水气凝成水冰云，在极区凝结成水冰和干冰（固态CO_2）。离表面2万公里高空有原子H和O，是CO_2和H_2O在太阳紫外辐对下，经光致电离作用形成的。在300公里高空有电离层，电离浓度最大处位于125公里高空附近。在极地和高纬区上空有少量O_3（—0.1ppm）集中。据计算，光致电离分解作用每天损耗水份约有10万加仑，相当于在整个火星表面铺上一层厚10—20微米的连续水层。大气温度在250公里高空为-3℃，在135公里高空为-138℃，但火星大气温度并非到处一样，决定于纬度、高度、清洁度等因素，清洁大气的温度变化比含尘多的大气温度变化大，这是因为尘埃有吸热保温的作用。全球平均温度为-63℃，大气压力平均是5—7毫巴（在低洼地区局部较高）。由于各处气温不同，气压也有差异，因此火星大气不断在流动，最低速度为1.1米/秒，最高速度可达7.2米/秒，相当于地球上4—5级风，平均4.3米/秒。最大风速可达75米/秒，此时便出现风暴，致使尘沙蔽天，形成尘暴，历时可达几天至几周，此期间使火星表面模糊，难以摄取照片。根据温度和压力分布，可以把火星风场大致编绘出来。尘暴可以加强火星表面的风力地质作用。

【火星尘暴】 Martian duststorm 火星大气虽然比地球大气稀薄，但是比较活跃，有时剧烈运动，扬起大量尘埃，形成尘暴，使火星表面模糊，妨碍观测。1971年9月下旬巨12月下旬，出现了一次大尘暴：先是南半球中纬地带兴起一片黄云，10月上旬扩展到整个火星，除极冠明亮区外，全部火星表面模糊不清。这是自16年前发生过一次全面尘暴以来的又一次全面性尘暴，而且是火星尘暴记录史上最大最长的一次，命名为“1971年大尘暴”。这次尘暴很难用地球尘暴的标准来衡量，估计风速达270公里/小时，相当于特大强台风，粒径10微米的尘土扬起悬浮在几公里高的空中历时几个月，大气浑浊，反照率0.3—0.4。尘暴最盛时，亚马逊平原—塔西斯高原区域内的四座大火山顶（高度6—8公里），仍显现在尘云背景之上。这次尘暴直到1972年1月上旬才完全平息。

【火星表面温度】 Martian surfacetemperature 火星表面温度总体看来随纬度而异，并有昼夜变化和四季变化（因自转和自转轴倾斜约25°）。海盗1号（1976年7月20日在22.4°N，47.5°W着陆）测得昼夜温度分别为-34℃和-85℃；海盗2号（1976年9月3日着陆点在47.97°N）测得昼夜温度分别为-30℃和-81℃，昼夜温差均为51℃。水手7号和9-号测得在最大照度时赤道为17℃，到极冠附近减至-43℃。四季温度变化在中纬度冬夏温差20—40℃，极区冬夏温差约30℃。由于火星表面物质的粒度、颜色等不同，使实测温度与理论模型计算温度有明显差异，以25°N为例：理论温度最高时在正午，为12℃，最低时在晨5时，为-98℃；而实际上传感器测得温度最高时在下午3时，为-13℃，最低时在晨5时，为-68℃。实测温差比理论温差小得多的原因也与火星大气尘埃吸热的温室效应有关。较暗黑的“海”的温度较明亮的“陆”的温度高一些。

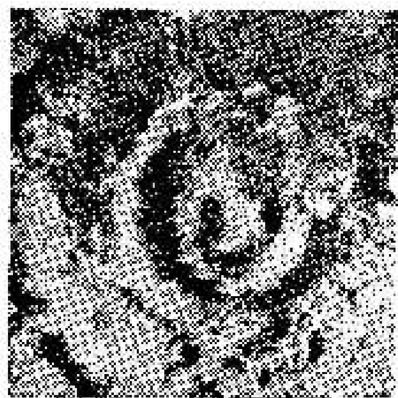
【火星表面成分】 composition of Martian surface 火星表面尚无样品化学分析，但根据熔岩地形判断，熔岩的粘度颇低，似玄武岩质；红外线光谱分析大气尘粒的 SiO_2 激发谱带特征，其 SiO_2 含量平均值约60%，而尘埃来自火星表面岩石凤化产物，因此认为火星壳表面成分至少相当于安山岩。根据海盗1、2号着陆点获得的火星土壤成分，可能是基性火成岩化学风化产物，由此推测，火星表面成分应以中基性岩为主。根据地球上进行的光谱分析，“沙漠区”（较明亮部分）分布有褐铁矿、赤铁矿以及褐铁矿膜包裹的硅酸盐矿物等成分，可能系安山岩、玄武岩之类的风化产物。其余灰暗部分“海”的成分不明。

【火星土壤】 Martian scil 海盗1、2号着陆器都在盆地上着陆，那里的火星土壤为红色细粒和角砾碎屑。其化学分主要是O（50%）、Si（15—30%）、Fe（15—16%）、Al（2—7%）、Ca（3—8%）、K（<0.25%）、S（3.1±0.5%）其它还有P、Cl、Ta、V、Cr、Mg、Co、Ni、Cu等。按氧化物重量百分比为 SiO_2（44%）、Al_21O_3（5.6%）、Fe_2O_3（18.4%）、SO_3（8.6%）、MgO（8.5%）、CaO（5.6%）。因此火星土壤含.Fe较地壳高，且 Fe_2O_3 含量甚高，说明火星过去曾有过丰富的水而且化学风化仍在进行。

【火星表面起伏】 Martian relief 火星表面地势高差是宇宙飞船沿航线飞行时利用紫外分光计、红外干涉仪分光计等直接测量计算的。已编制出火星赤道附近及南半球（从北纬20°到南纬60°）的火星表面起伏图，火星表面地势高差较大。例如科普雷特斯峡谷（Cop-rates Canyon）底比周围平原深5—6公里，希腊盆地（Hellas Basin）有7公里左右的起伏，最深部分在平均火星半径以下约4公里，而在黑勒斯庞德坑（Hellespontus Crater）的西环沿则高出火星平均表面约2公里，缓升到特里纳克里亚（Trinacria）高地。索利斯湖（Soils Lacus）和惑海（Mare Sirenum）之间的区域却在火星平均表面以上4—8公里；奥林匹斯山（Olympua Mons）高出周围平原达20多公里，比地球上最高峰珠穆朗玛峰高一倍多。

【火星盆地】 Martan basin 火星上已确认出几个由高地环绕的巨大环形盆地，计有阿尔及尔盆地（Argyre basin）、利比亚盆地（Libya basin）、希腊盆地（Hellas basin）。它们的直径有2000公里，比月球雨海大50%，还有两个小盆地耶皮古亚（Iapygia）和伊东（Edom），只有月球危海般大。希腊盆地是一个多环盆地，图表示洛威尔（Lowell）多环盆地，火星盆地中有断续的暗色物质形成平坦平原，这种物质可能是玄武质熔岩，但不成整片而是斑疤分布，色泽较淡，可能是火山灰沉积，但更象风积物。盆地外围很少保存甚至没有抛掷覆盖物，看来盆地不是陨击形成的。

【火星陨击坑】　Martian crater　火星表面上有许多圆形浅坑，是常见的主要地貌形象。它和月坑一样，有明显的中央峰，坑的周围分布着抛掷沉积物，但有明显辐射纹的火星陨击坑却很少，可能是受风蚀作用破坏或者是风积作用填没。火星大陨击坑的直径125公里，一般在50—75公里，几公里以下的火星陨击坑更多。这些火星陨击坑是陨石撞击火星表面形成的。火星陨击坑分布密度并不均匀，赤道区占40%以上，南半球又少于北半球，在南半球，直径大于一公里的火星陨击坑有5万多个有的地区火星陨击坑达到饱和，有的地区较稀疏；一片火星陨击坑稀疏的平原上散点着火星陨击坑密集区；有的大盆地里几乎没有火星陨击坑，例如希腊盆地沙漠区和极冠区，这可能是已被风沙冻土填平。较老的火星陨击坑多半经过风蚀尘积改造，形态已不完整，年轻的火星陨击坑外貌一般完整。但绝大多数火星陨击坑较老，形成年龄有人认为不到3—8亿年，有人认为20—46亿年，目前多数人认为后一估计是可靠的，这是根据与月坑对比得出的，但还有待进一步研究。



洛威尔多环盆地。虚线表示外环，内线表示陨击坑壁。

【火星峡谷】　Martian canyon　火星表面上出现几条大峡谷，有的长几百公里，宽200公里。在南纬15°西经55—70°地区有一条大峡谷，长达2700公里，宽400—500公里，深度普遍为6公里。这条峡谷名叫科普雷特斯峡谷（Copra－tes Canyon），东西向延伸，西端连接提托诺斯湖（Tithonius Lacus），东端连接黎明女神湾（Auroroe Sinus），剖面呈V形，软岩谷坡上有许多沟壑切割成劣地，北岸发育成许多支谷，谷底有崩滑碎屑。峡谷的成因尚不清楚，有人推断是一条大断裂后来经侵蚀扩大而成，这条断裂类似地球上的东非大裂谷，为火星壳板块开始在“大陆漂移”下扩张而成，或是岩浆消退引起的张裂作用产生的，它现在具有的规模乃是侵蚀作用造成的。

【火星河道】　Martian“channel”　火星表面上有许多“河道”（图），在赤道南北（北纬30°到南纬40°之间）地带特别普遍，是显著的地形特征。许多河道有较大的波形弯曲，有的河道呈辫状、网状、树枝状，大河道向河口逐渐加宽。这些都很象地球上的河流，例如：在红海（Mare Eryihraeum）里有一条巨大的蜿蜒河道，长410公里，宽5—6公里，具有网状支流河型；在拉西纳陆区（Rasena）有一条很宽的弯曲河道，长700公里以上，有的河段宽几十公里，有很明显的支河道。月沼（Lunar palus）区的河道有向源分叉，下游加宽，河口分支等等河流特征。另有一些河道可能是火山成因的，例如在奥林匹斯火山（Olympus Mons）西北坡的小沟显然是熔岩塌陷管道。

【火星风成地貌】 Martian aeolian feature



火星河道及其分叉现象

火星表面上普遍存在风成地貌，有风蚀的也有风积的。许多火星陨击坑里有风积物，例如希腊盆地西侧的黑勒斯庞特坑（Hellespontus crater），底部有沙丘，分布面积 128×64 公里，是一片沙漠区；有一些平坦的风蚀平原；火星表面有许多不稳定的“条纹”（streaks）、“尾”（tai－ls）等形相，与优势风向平行，在火星陨击坑下风侧常拖出一条白色“尾”；“条纹”常黑白相间（宽度不均匀），遇“丘岗”则从侧面绕过。这些风积物的边缘轮廓常有改变（从不同时间的图象上可以看出）。这些地貌形相普遍分布于赤道低纬区。一般认为白“尾”和白”条纹”是细粒风积物，故色浅，暗色“尾”和暗色“条纹”是风积物被吹蚀后裸露出来的岩面。风蚀作用多出现在两极高纬区，那里广泛分布着巨大条形切沟，例如南极附近高原边缘锯齿形悬崖可能就是风蚀形成的。

【火星极冠】 Martian polar cap 火星两极都各有一块白色区，叫极冠。其大小随季节而变。白色的极冠主要由干冰（冻结的 CO_2）组成，还可能有少量水冰和 CO_2—H_2O 化合物。极冠在冬季低温时因 CO_2 冻结而扩大，到夏季 CO_2 蒸发到大气中而极冠缩小，开始退缩颇快，以后退缩减慢。这一现象可能是冰冠边缘厚度较薄，或者是极冠中部有较稳定的冻结挥发物，或者两种可能性都存在。残留极冠永冻层厚度不超过一米。

【火星冰成地貌】 Martian glacial 南极冰冠残余永冻层（主要由干冰组成，厚度不大于 100 厘米）之下覆盖着纹层状平缓沉积层（图）。由 10—30 米厚的深浅相间的互层组成，出露在单面山的阶梯形悬崖上，共有 20 层之多，有的地区估计累积厚度可达 1—2 公里。暗色层可能是火山喷出物，也可能是风积物；浅色层可能是冰水沉积物。沉积物单面山上有类似外冲平原上的锅穴（有人认为是风蚀坑）。悬崖一般高达 2 公里，有的延伸达 1000 公里。



火星极区及其层状沉积

【火星混杂地貌】　Martian chaotic feature　一些破碎的角砾状岩体混嵌在一起，表面上有的呈线形，有优势方位排列；有的由杂乱交错的短岭谷和小丘群组成。在崖壁处常有弧形崩滑体，上升地区内见有弧形破裂。这种地貌形相多分布在赤道地带，例如在金色平原（Chryse Plauitia）和珍珠湾（Margaritifer Sinus）交界地带，见于皮拉区（Pyrrhae Regio）者横宽达 128 公里。这种地貌的成因不明，可能是地下冻土融化塌陷所致，或火山口塌陷，或是岩流构造。

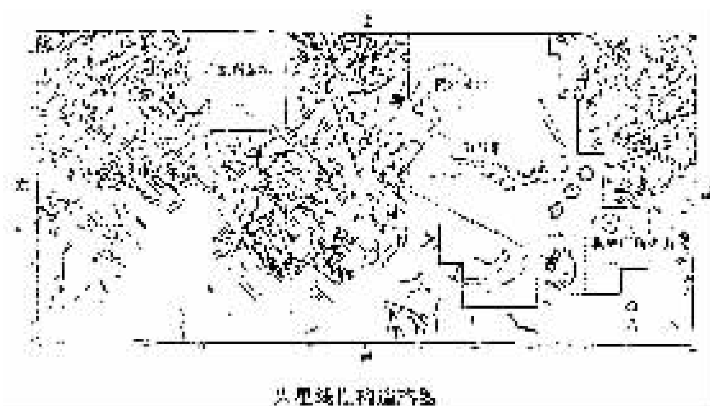
【火星切沟地貌】　Martian grooved features　是一种风蚀地貌。多呈密集的线形低山脊和平行的线形沟槽相间排列组成的地貌。在奥林匹斯山（Olympus Mons）附近主要是这种地貌。南极区的一条锯齿形崖（高 2 公里左右）就是由切沟地貌的陡崖形成的锯齿形地貌。

【白岩】　while rock　1972 年水手 9 号观测到，1976 年海盗 1 号又摄得高分辨率图象的“白岩”，位于火星赤道南 8°处一个直径 93 公里的陨击坑底部，大小约 14×18 公里，表面很象白色的“残留极冠”，从高分辨率图象上看似一片高起区，有许多沟槽和裂隙，反照率高，有人曾认为可能由冻结的气体或化学凝升物覆盖所致。但是，红外线辐射仪测量证明，白岩表面温度高，不可能有冻结的 CO_2 千冰，也不可能有水冰。白岩的性质尚待进一步研究。

【火星火山】　Martian volcano　火星上有典型的火山锥形相。在北纬 18°西经 134°位置上的奥林匹斯火山（Olympus Mons）就是一座庞大的火山锥，高出周围平原 24 公里，基座宽达 700 公里，山顶有一个复杂的巨大火山口，直径 65 公里，火口壁陡峻，这是一座形态上极似地球上夏威夷岛和加拉帕戈斯岛的盾形火山，但规模却巨大得多。巨大火山口也可能是熔岩喷出和塌陷而成的。舌形岩流远流到西边的亚马逊盆地（Amazonis Basin）和北面的豪吉里盆地（Hougeria Basin）内，流程 500—1000 公里以上。在这座火山东南一千六百公里有三座盾形火山，排列在东北－西南一条线上，各相距 600 公里，是著名的三斑（Three Spots）火山，分别称为北斑（Norih Spot）、中斑（Middle Spot）、南斑（South Spot）。三座火山的规模相似，每座火山宽约 400 公里，高约 17 公里，山顶各有一个破火山口，分别命名为阿斯克勒湖（Ascraeus Lacus）、孔雀湖（Pavonis Lacus）和魔结湖（No－dus Gordii Lacus）。这些火山形态完整，是年轻火山。现在未见其活动，但无疑曾在火星地质时期的较晚阶段活动过。

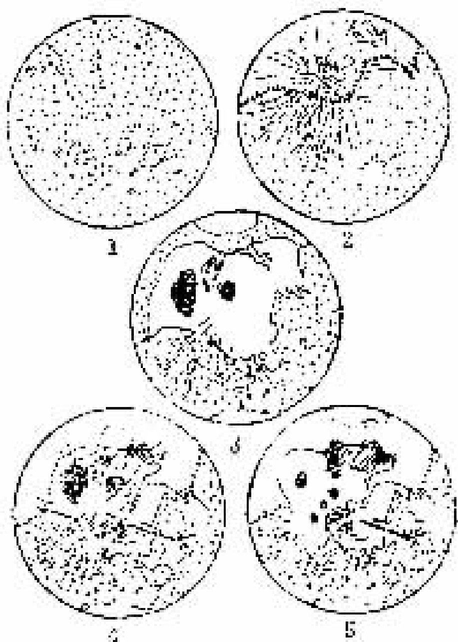
【三斑火山】　Three Spot Volcano　火星上奥林匹斯火山东南一千六百公里处的三座盾形火山，分别称为北斑、中斑、南斑，故为三斑火山。详见“火星火山”。

【火星构造变形】　Martian structural deformation　火星壳可以认为是由破裂成镶嵌状的地块组成，破碎的坚硬火星壳置于活动的壳下层之上。火星上到处有裂隙亢坟和沿大破裂喷出的熔岩体形成弯曲山脊，延伸达几千公里，尤其在显示火山特征的地区，如惑海（Mare Sirenum）、塔西斯山脉（Tharsis Ridge）、阿喀迪亚区（Arcadia）等地均可看到。这种火星构造格式与地球板块构造主要格局类似，只是没有发现消亡带和伴生的沉积物揉皱构造。腓尼基湖（Phoe - nicus Laeus）区有火星壳上隆作用引起环周张力，形成高而平坦的高地（地垒）和断谷（地堑），这是宽几公里的典型洼陷，边壁坡度大于45°，是正断层的特征。在奥尼亚湾（Aonius Sinus）东北缘有宽的地垒高原与窄的地堑谷地大致平行。科普雷特斯大断谷（Coprates fault velley）西端附近，有几组链形坑与其侧的线形沟谷平行，可能是火山链。还看到延伸几百公里的一组平行梯状断层带，下降盘均出现陡崖。还看到一组平行断层横错开另一组平行断层，构成错离2—5公里的错断山脊。还有一个小火山口被正断层错开。可见，火星壳的断裂构造很发育（图），但很少见到明显的褶皱变形，只见到熔岩压脊。



【火星地质作用】　Martian geologic process　过去认为火星象月球一样是不活动的“死”行星。经过宇宙飞船多次探测后，已发观许多表明火星在不断活动的地貌形相和构造形相，例如火山盾和破火山口，岩流，火星壳断裂，侵蚀扩大的峡谷，沙丘沉积、切沟等等。因此火星上进行着各种地质作用：有火山作用、断裂作用、升降作用、风化作用（物理的和化学的）、流水侵蚀作用、冰川作用、风力作用和陨击作用等等；但是似乎没有海洋作用和生物作用。有人认为火星还在继续演化中，现阶段类似于地球在30亿年前的演化阶段，今后火星将会有水圈（水源来自火星内部，由火山活动释放出来），从而也将有生物圈。不过火星引力小，不可能有浓密得象地球那样的大气圈。

【火星地质史】 geologic history of Mars 许多研究者根据已知火星的各种地貌类型和构造变形等相互关系，总结出火星地质史大致如下：火星约在46亿年前由陨星吸积增生而成；冷凝发生分异，表层固结成火星壳，内部分异出塑性火星幔和火星核；火星表面受到普遍而强烈的陨击作用；与此同时先后形成希腊盆地、阿尔及尔盆地和利比亚盆地；陨击率减小，希腊盆地附近开始发生火山作用，亚马孙盆地区也出现火山作用；古老陨击地貌域被再修饰，开始在月沼，西方沼等地区形成较老的平原单元；奥林匹斯火山活动，岩流向北溢流，蔓延到阿喀迪亚平原和阿尔巴岭区，形成玄武岩平原；继而发生断裂作用，继续形成孔雀湖区和极乐区平原；开始发生塔西斯山区造陆作用和科普雷特斯峡谷断陷作用：形成奥林匹斯火山盾和三斑火山盾，这期火山作用估计发生在3亿—5亿年前；开始侵蚀作用；形成各种河道（此时火星大气可能达到最大密度）；风力作用加强，产生风蚀和风积，并发生冰川作用。据此，火星地质发展历史可划分为五个阶段：①形成时期：在一个较短时期（几亿年内）由较小的天体吸积增大而形成火星，小天体的冲击造成了一个有很多陨击坑的表面（图1），由于吸积时的动能，发生了全球性分异，形成了壳、幔和核，北半球壳薄，南半球壳厚，这时还形成了浓厚的大气；②古塞尔锡斯（Tharsis）隆起，可能由于火星内部橄榄石相变为尖晶石的作用使火星幔膨胀形成隆起，这隆起使地壳破裂，茫隆起的周围形成放射状断裂，断裂穿过被陨击过的地面（图2），火星古大气被凝聚，发生了广泛的降水和侵蚀作用：③火山广泛喷发，造成火山岩覆盖的低地（图3），这与月球上广泛火山活动大致是同时的，但火星的火山活动延续时间要长得多，一直到几亿年前仍在活动；④塞尔锡斯地区的继续上升，形成了更多的放射状断裂（图4），沿着这些新的断裂带，地下水被释放出来，在地面上产生大河道，形成混杂地貌；⑤新火山活动，形成了奥林匹斯等四座大火山（图5）。



火星地质发展阶段示意图

【火星地质地文图】　geologic - phy - siographie map of Mars　**美国布朗大学马奇（T. A. Mutch）、桑德斯（R. S. Saunders）等人合编成一幅火星地质地文图。他们主要根据火星坑大小、频率分布和密度分布以及后期侵蚀、沉积等修饰特征来编制的，因此比编制月球地质图更为复杂。**

【火星卫星】　moons of Mars　**火星有两颗卫星，是美国天文学家于**1877**年**8**月在海军天文台观测到的。他把火卫一命名**Phobos**（恐惧之义），火卫二命名**Deimos**（飞翔之义），它们是护卫战神（**Mars**）兵车的侍从。根据水手**9**号探测确认两个卫星是同步**

火星地质地文图

[illegible]

卫星。两颗卫星都呈不规则形状，都有密集陨击的表面（比火星表面的密得多），反照率均低（约0.05**），它们体积都很小，但可能有表土层存在。根据这些特征判断，它们可能是玄武岩质或球粒陨石组成的坚硬固体，都是火星捕获来的小行星。两颗卫星的主要物理参数如下：火卫一距火星**9.380**公里，火卫二距火星**23.500**公里。两颗卫星的轨道偏心率都很小。**

【火卫一】　Phobos　**是火星的内卫星，距火星**9380**公里。公转周期**7**时**39**分，为火星自转周期（**24**时**37**分**22.6**秒）的三分之一弱，即火星一昼夜间可以看到三次火卫一自赤道上空经过。在太阳系里的**40**多颗卫星中，只有火卫一才是这样。它与火星距离很接近洛希极限。其表面陨击坑密度与月球差不多（如图）。比火卫二体积大而棱角更尖锐，参见“火星卫星”。**

名称	长半径（公里）	中间半径（公里）	短半径（公里）	质量（公斤）	平均密度（克/立方厘米）
火卫一	13.5	10.7	9.6	96×10^{15}	1.9
火卫二	7.5	6.0	5.5	2.0×10^{15}	2.1

【火卫二】 Deimos　**火卫二的轨道长半径为** 23，520 **公里。火星对火卫二的潮汐摩擦使火卫二不断远离火星。火卫二体积不大，只有** 15×12.2×11（**公里**），**在表面上亦可见到许多陨击坑。火卫二的反照率在** 0.05 **左右，类似于碳质球粒陨石和碳质小行星。参见“火星卫星”。**



火卫一表面陨击坑

【小行星】 asteroid，planetoid　**在火星和木星轨道之间有许多似球形、椭球形甚至不规则形状的小天体沿各自的轨道（大多数是椭圆形，轨道面大致接近于黄道面）绕日运行，统称小行星。到** 1981 **年为止，已编号的小行星有** 2200 **多颗，雷达探测到的有** 50，000 **多颗（直径在** 1 **公里以上者），整个小行星带总质量约为地球的** 0.04%**。最大的几个小行星是谷神星（**Ceres，**小行星** 1 **号，直径** 1003 **公里）；智神星（**Poillas，2 **号，直径** 608 **公里），这两颗星的表面是碳质的；灶神星（**Ve - sta，4 **号，直径** 538 **公里），表面可能是玄武质的；婚神星（**Juno，3 **号，直径** 247 **公里），其表面为硅质。大多数小行星直径小于** 50 **公里；爱神星（**Eros，433 **号）是一颗棒形小行星，长** 35 **公里，宽** 16 **公里，厚** 7 **公里，表面也为硅质。这些小行星表面有许多凹坑，象蜂窝。我国解放后历年发现有几十颗小行星，均以紫金山和钟山来命名编号。有少数小行星轨道偏心率很大，类似短周期彗星轨道，例如靠近木星的特洛伊小行星群和接近地球的阿波罗小行星群。先驱** 10 **号在** 1972 **年末穿越小行星带时，发现小颗粒数量远比估计的低，而木星附近的小颗粒比预计的大** 1—2 **个数量级，这是较大天体吸收小颗粒的结果。小行星的成分与陨石相当，有不少小行星含各种球粒陨石成分，所以有人认为坠落地球的陨石来自小行星。小行星的成因有两种流行而相反的说法：一种说法是原始太阳星云未凝成行星的残留物，在其它大行星体引力的摄动下再不会聚集成大行星；另一种说法是原来属较大的星子或其它天体，在接近大行星（如木星）时受强大引潮力被撕裂成大小碎片。几颗大的小行星谷神、智神、灶神则可能是没有碎裂过的原始幸存者。除散漫的小行星外，还有成群运行的小行星，多半按与大行星的动力学和运动学关系而成带或成群分布呈有规律的运行。主要的有带状小行星群、特洛伊小行星群、跨火星小行星群和阿波罗小行星群。**

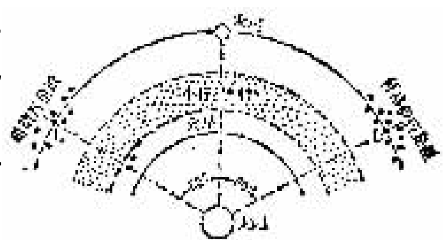
【带状小行星群】　asteroidal belt　小行星轨道大多位于火星和木星轨道（1.5—5.2 天文单位）之间，而其中十之八九又位于 2.3—3.3 天文单位之间，平均轨道距离集中在 2.8 天文单位处。但在这个宽距离带里，小行星又呈几个集中带运行，其间由柯克伍德空隙隔开。所以实际上在小行星区域内是若干个带状小行星群绕日运行。

【柯克伍德空隙】　Kirkwood gap 大多数小行星轨道位于火星和木星轨道（1.5—5.2 天文单位）之间，但并非均匀分布，其间存在若干空隙，在这些空隙里没有小行星，这种空隙叫柯克伍德空隙（是美国天文学家 D. Kirkwood 在 1866 年发现的，故名）。据研究，小行星的平均运动周期与木星的运动周期成简分数（例如 1/2、1/3、2/5、3/7）时，木星对这些小行星因共振效应而产生摄动，木星的引力势必把这些星体从共振轨道上移去。如果两星体运动周期不是简分数关系，则不发生共振，这种小行星的运动轨道将在相当长时间内保持不变。

【特洛伊小行星群】　Trcjan asteroids　或译为“脱罗央”小行星群。这是一群与木星同一轨道和同一运动速度绕日运行的小行星。分为两组：一组超前于木星前头 60°黄经，叫希腊行星组（Greek planets），一组落后于木星后面 60°黄经，叫特洛伊行星组（Trojan planets）。它们正位于拉格朗日点上（图）。任何小行星当其在运行中一旦处于拉格朗日点位置范围内时，就会参加到特洛伊小行星群里来（受木星重力场捕获），但当土星接近时引起摄动也可把特洛伊群中某些成员拉出去。有人认为有些特洛伊小行星就是木卫逃离出来的。

【希腊行星组】　Greek planets　特洛伊小行星群中超前于木星前头 60°黄经的一组小行星。参见“特洛伊小行星群”。

【特洛伊行星组】　Trojan planeis　指特洛伊小行星群中落后于木星后面 60°黄经的一组小行星。参见“特洛伊小行星群”。


特洛伊小行星群

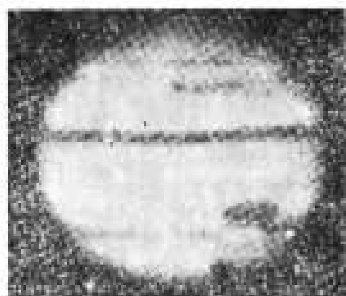
【拉格朗日点】　Lagrangian points　法国几何学家和天文学家拉格朗日（J. L. Lagrange，1736—1813），于 1772 年在解一个天文学上互相吸引的三个星体的性状问题时指出，如果一颗小星体的平均运动和轨道都与其靠近的比它大得多的星体相同且都绕日公转时，当太阳、大行星、小星体分别位于一个等边三角形的三顶点时，那末小星体与大行星的相对位置便可保持不变。小星体此时所在位置叫拉格朗日点〔参见“特洛伊小行星群”附图〕。

【跨火星小行星群】 Mars – crossing asteroids 目前已测知有 30 多颗小行星的轨道已跨进火星轨道以内，也就是说，这些小行星的近日点小于火星的远日点。其中有些小行星有可能受到进一步摄动而跨过地球轨道，或者被地球吸引而成为地球陨石的一部分来源。

【阿波罗小行星群】 Apollo astefoids 已发现有些小行星轨道位于地球轨道以内，进入太阳系中心部分，所以叫阿波罗（“太阳神”之意）小行星群。这种小行星估计有 100 颗以上，它们都是直径半公里左右的小行星。阿波罗小行星群的半寿期只有太阳系年龄的 1%（5000 万—6000 万年）。这个小行星群可能是地球等的重要陨石来源，因为这类小行星已跨进地球轨道以内，要把它们摄动到地球轨道上与地球碰撞只需要较小的能量即可。

【木星】 Jupiter 我国古称岁星或太岁。太阳系九大行星之一，按距日顺序为第五颗行星，按体积是最大的行星。木星体积是其它行星总体积的 1.53 倍，木星质量是其它行星总质量的 2.47 倍，为地球质量的 317.83 倍。木星自转速度很快，自转周期只有 9 时 50 分，所以呈明显的扁球形。木星释放能量远远大于它得自太阳的热量。它本身能生热，散热率也远远超过其内部放射热，所以它的表面温度很低，约 –150℃ 左右。根据 1979 年 3 月和 7 月旅行者 1 号和 2 号先后探测资料表明，木星的主要成分是氢和氦。旋转的稠密而巨厚的气体和液体施加于中心的压力可能超过 1 亿大气压，故内部可能有一个岩石核。有人认为内部温度不高，不超过 2000℃，不能引起核反应；但也有人认为木星在一些方面近似恒星，它自己释放能量表明内部有可能进行核反应。核内有四分之三是金属氢，其比重接近于水银比重。木星的元素与太阳一致，比例也相似。木星有 16 颗卫星；有强磁场；表面有云带和红斑。1980 发现木星也和土星一样有光环。

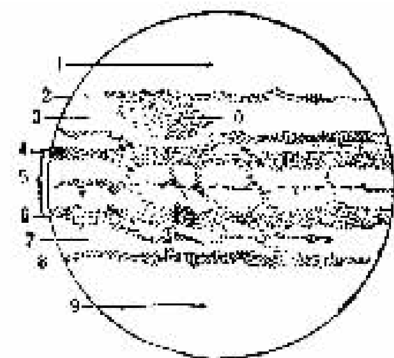
【木星大气】 Jovian atmosphere 木星表面有浓厚的大气层，与木星的主体可能是连续的，两者之间不存在明显的界面。木星大气在不断运动，速度比地球大气运动快得多。竖向对流强烈，加上木星自转便在大气层顶部构成了 20 多条彩色“云带”，称“木星带”。从云顶光谱分析得知，木星大气主要是 H、He 以及 CH_4、NH_3 组成，还有少量其它成分，如 PH_3、H_2O、C_2H_2、C_2H_6 等。木星大气顶部有电离层，厚约 600 公里，是太阳辐射使高层大气电离而成。从大气层顶向下厚达 2300 公里的大气质量只有木星质量的 1% 左右；大气密度均匀增加，在 2300 公里深度处为 0.26 克/厘米^3。大气温度，暗带比亮带暖些，顶层大气温度，暗带为 –147℃，亮带为 –154℃，在 50 公里深处暗带温度上升到 –113℃，表明木星本身是发热的行星。木星赤道附近高空出现过“极光”，一般认为这是木卫一的伊奥火山喷射出来的带电磁粒子与大气作用引起的，和地球极光的成因不同。


木星（左下之椭圆为大红斑）

【木星带】　Jovian belt　木星大气表面显现出彩色云带（土星上也有），呈纬向分布，有深灰、褐、暗红、兰等色，夹杂有白、暗兰、橙等色“区”，共有 20 条带和“区”，叫做木星带（如图）。这些色彩带可能是闪电和紫外线辐射使木星大气中各种少量组分（元素和化合物）引起化学变化，从而产生了不同色彩的气体，木星自转运动把它们带动而形成条带。先驱 10 号发现木星带含有高能电子和高能质子，前者比后者多 100 倍。

【大红斑】　Great Red Spot　木星表面南半球靠近赤道的地方有一块明显而较稳定的巨大蛋形区，长约 45，000 公里，最宽处约 12，000 公里，呈红色，称“大红斑”。这块红斑比周围高出约 8 公里，看来其顶部较冷，下部较热，是一个巨大的涡流区。它可能是木星大气中的 PH_3 在大气对流中经过长期的相互作用而形成红岭（P），红色表明它比周围的云温度低。在地球上望远镜中观测到这块大红斑已存在 400 年，其位置和形状都相当稳定，原因尚不知。

【木星磁场】　Jovian magnetic field　木星有强大的磁场，比地球磁场大 400 倍。据先驱 10 号和 11 号探测，木星磁场的外磁层顶在距木星 760 万公里处（碰到弓形波），内磁层开始于距木星 290 万公里处，磁鞘外限距木星 1660 万公里；磁场象口袋，袋口朝向金牛座。还探测到木星赤道的磁场强度不稳定，在 2—12 高斯之间波动。捕获有大量电子和质子的辐射带位于 3—4 个木星半径处，辐射带强度比地球的两个辐射带强 1 万—100 万倍；木星磁轴与自转轴交角约 15°，故木星自转一周期间使磁层和辐射带来回摆动达 30°左右。木星磁场极性与地磁场相反，地磁场罗盘指北针指向木星南极。木星磁矩比地磁矩大 2000 倍。



木星表面云带分布简图
1.南极区；2.南温带云带；3.南温带；4.南赤道区云带；5.赤道带；6.北赤道区云带；7.北温带；8.北温带云带；9.北极区；10.大红斑

【磁鞘】　magnetosheath　地球或木星等有强磁场的行星，在朝向太阳方向的磁场与超声速的太阳风粒子相遇，便在磁层顶外面形成一个受扰动的磁端区，叫做磁鞘，磁鞘内的磁力线是游移不定。磁鞘的外限以弓形磁流体冲击波为标志。

【木星卫星】 Jovian moons 目前已知木星至少有16颗卫星。按距离木星的远近可以分成内卫星和外卫星两类：木卫一至木卫五属内卫星（基本参数见表）；木卫六至木卫十四属外卫星。木卫一至木卫四早在1610年初由伽利略发现，称“伽利略”卫星，它们体积大（直径从2920公里到5100公里），质量大（为木星质量的十万分之几），亮度大（星等为5—6），距木星近（均在190万公里以内）；木卫五是1892年发现的，距木星最近（只有18万公里），但体积却很小（直径240公里），亮度也小（星等为13）；但与外卫星比较，无论在体积、质量、亮度上都算最大。外卫星距木星要远得多（在1147万公里以外），体积均小（直径8—100公里），亮度也小（星等为14—20），偏心率和轨道倾斜都很大。有四个卫星（木卫八，九、十一、十二）是逆转的。因此有人认为，外卫星可能都是俘获来的小行星或彗星。内卫星在宇宙地质方面比较有意义。经光谱分析证明木卫二和木卫三上有水霜，木卫一和木卫四也可能有水霜，水霜底下有类似硅酸盐的物质存在。木卫一周围有辉光钠气云的稀薄气体（密度为地球大气的二万分之一），延伸至少110公里（该大气层顶部有电离层），因此木卫一呈桔黄色。1979年7月旅行者2号发现木卫一有火山活动，共有十座活火山，其中最大的活火山现已休眠。因此把木卫一（Io）看成是太阳系中最活跃的天体。木卫一直径3620公里（略小于月球），但密度为3.50克/厘米^3（略大于月球），可以肯定这颗卫星是由富铁的硅酸盐组成。下表列出五颗木星的卫星的主要参数：

木卫名称		距木星平均距离（公里）	半径（公里）	质量（公斤）	平均密度（克/立方厘米）
木卫一	Io	412，600	1，816	8.916×10^{22}	3.55
木卫二	Europa	670，900	1，563	4.873×10^{22}	3.04
木卫三	Ganymede	1，070，000	2，638	1.490×10^{23}	1.93
木卫四	Callisto	1，880，000	2，410	1.064×10^{23}	1.21
木卫五	Amalthea	181，300	120	?	?

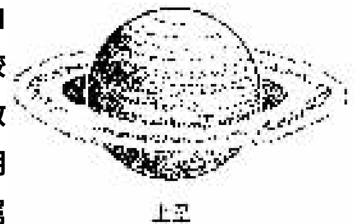
【木卫一】 Io 木星的第一颗卫星为伽利略最早用望远镜测到的四颗卫星之一，又名伽利略卫星。共表面覆盖着易蒸发的钠盐。观测证实木卫一存在着纳蒸气构成的大气。空间探测发现，在木卫一轨道上存在着一个钠云，同时还存在着一个比钠云大得多的氢云。在木卫一的向阳面存在着电离层。木卫一表面比较平坦，环形山较少；已发现上面至少有六座活火山，火山喷发强度比地球大。此外，它还具有一个红色的极冠。

【木卫二】 Europa 木星的第二颗卫星，为伽利略最早用望远镜观测到的四颗卫星之一，又名伽利略卫星。表面覆盖着砂砾土壤和冰霜，共岩体上覆盖着由冰构成的壳。空间探测发现其表面是一个明亮的球体，夹杂着一些宽阔的黑色条纹和淡黄色的暗区，说明其表面为冰层覆盖的情况。冰层下可能是岩石，黑色条纹可能是它的裂缝。

【木卫三】 Ganymede 木星的第三颗卫星，为伽利略最早用望远镜观测到的四颗卫星之一，又名伽利略卫星。其表面也覆盖着砂砾土壤和冰霜。空间探测发现其表面具有十分明显的山脊和峡谷，表明木卫三表面存在着断层。

【木卫四】 Callisto 木星的第四颗卫星，为伽利略最早用望远镜观测到的四颗卫星之一，又名伽利略卫星。其表面和木卫三类似。从空间探测取得的照片表明，木卫四上有一些由同心环围绕着的大盆地，地势起伏不大，同心环盆地放射出奇特的亮光，说明其表面有冰层。木卫四上的环形山比木卫三多，这又说明木卫四的地质年龄比木卫三大。

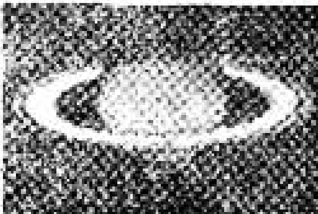
【土星】 Saturn 我国古称填〔zhèn〕星。太阳系九大行星之一，按距日顺序是第六颗行星，按体积是第二颗巨大行星，质量是地球的 95 倍，但密度只有 0.7 克/厘米^3，能浮在水面而不沉。土星表面温度实测值（－176℃）比估计值（－203℃）高，故认为土星和木星一样能够不断放出能量（热能和一部分强烈无线电波）。土星有弱磁场，磁场形状象金鱼。土星的成分与木星相似，主要是由氢和氦构成的液体和气体球，不过它的氢和氦的总质量较低，远远小于临界限（在临界限以上就会产生强烈的热效应和磁效应）。土星的低密度（行星中密度最低者）表明气体没有相当压实并可能有一个很小的液态或固态的金属氢核。土星有上千个小光环，还有 17 颗卫星。



【填星】 我国对土星的古称。见“土星”。

【土星光环】 Saturn’s ring 在望远镜里很容易看到土星有三个明亮的扁平光环：内环、中环、外环；各环之间有暗黑的环缝隔开。内环宽 21，000 公里，外缘直径 179，000 公里；中环宽 26，000 公里，外径 234，000 公里，外环宽 16，000 公里，外径 274，000 公里。内环较薄（厚 3—10 公里）、较暗，中环最厚（不超过 100 公里）、最亮。1969 年在长时间曝光下摄影发现了第四个最内环，稀薄而暗弱。光环在土星赤道平面内运转，但不与土星连接。1973 年雷达观测发现光环中含有无数 1 米以上直径的固体，都是一些形状不规则而表面粗糙的岩块，以及可能由冻结的气体和水霜（water frost）组成的光环。愈近土星，其角速度愈大。1979 年 9 月 1 日先驱 11 号飞越土星时在距土星 50 万公里和 100 万公里之间发现有赋能粒子活动而证实存在两个新发现的

光环，具体特征尚不清楚。此前不久曾在这两个光环以内发现过另一个光环，但尚待进一步证实。土星光环的成因有可能是一颗卫星走进土星的洛希极限内崩溃而成，也可能是被土星捕获的星际物质而未结合成卫星者。多数人同意前一种说法。


土星和它的光环

【土星卫星】　Saturn ’s moons　**土星卫星数目。目前已知有17颗卫星。卫星中最大的是土卫六，直径5120公里，比永星（直径4878公里）还大。这颗卫星有大气层包围，是天体地质学家们很感兴趣的一颗卫星，旅行者号将对它作详细探测。据初步观测土卫六的大气层有甲烷的吸收谱带。推测土星的卫星主要由冰组成，土卫六可能还有固体岩石。土卫九是逆行的。下面列出九颗土星卫星的主要物理参数：**

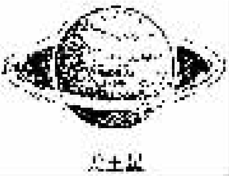
土卫名称		与土星平均距离（公里）	半径（公里）	质量（公斤）	平均密度（克/立方厘米）
土卫一	Mimas	185，000	195	3.76×10^{19}	1.2
土卫二	Enceladus	238，000	250	(7.40×10^{19})	(1.1)
土卫三	Tethys	295，000	525	6.26×10^{20}	(1.0)
土卫四	Dione	377.000	560	1.05×10^{21}	1.4
土卫五	Rhea	527，000	765	(2.28×10^{21})	1.3
土卫六	Titan	1，222，000	2，560	1.359×10^{23}	1.9
土卫七	Hyperion	1，481，000	(145)	(1.10×10^{20})	7
土卫八	lapetus	3，560，000	720	(1.93×10^{21})	(1.2)
土卫九	Pholbe	12，930，000	(70)	?	?

注：括号中表示数据的精度较差

【土卫六】　Titan　**土星第六颗卫星，名“提坦”。其半径为2560公里，大于水星和冥王星，是太阳系中最大的一颗卫星。它是最早发观具有很厚大气层的卫星，大气主要成分是甲烷和氢，大气压为0.1—1个地球大气压之间，其表面可能是冰。有人推测在土卫六上可能存在着生命，为近年来引人注目的天体。**

【天王星】　Uranus　**太阳系九大行星之一，按距日顺序是第七颗行星。可能是由水、甲烷、氨冻结而成，可能还有氢和氦成分，望远镜中观察到天王星表面呈粒状。天**

王星自转轴与北黄极交角为 98°，与黄道大致平行，所以可以说是逆行的（实际上是躺着转的）。天王星有 5 颗卫星，都不大，最大的是天卫三（Titania），直径也不过 1000 公里。自 1977 年开始发现天王星也有光环以来，到目前为止，先后共发现有 9 个之多。因此，土星已不是惟一的带环行星了。根据天王星光环的岁差计算出天王星的自转周期是 15 小时，而不是过去估算的 10 小时 49 分。有人推测天王星可能有一个不大的岩核，外面包围着冰，再外则为浓密大气，这还有待证实。天王星是世界近代史时期发现的第一颗新行星。是英国天文学家赫歇尔（W. Herschel，1788—1822）用自制望远镜在 1781 年 3 月 13 日发现的。天王星五个卫星的主要物理参数见下表：



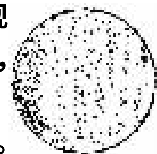
土卫名称		与天王星平均距离（公里）	半径（公里）	质量（公斤）	平均密度（克/立方厘米）
天卫一	Aricl	192，000	430	6.7×10^{20}	(2.0)
天项二	Umbriel	267，000	450	7.6×10^{20}	(2.0)
天卫三	Titania	438，000	520	1.2×10^{21}	(2.0)
天卫四	Oberon	586，000	460	8.2×10^{21}	(2.0)
天卫五	Miranda	130，000	160	3.4×10^{19}	(2.0)

注：括号表示数据的精度较差

【天王星光环】 Uranus ’ring 1977 年 3 月 11 日清晨，我国紫金山天文台和北京天文台在观测天王星掩星现象时与其它几个国家同时发现了天王星光环，光极暗弱，位于天王星赤道平面附近。通过计算研究，光环可能有好几个，较密集的主光环宽度有 100 公里左右，离天王星中心距离约有两个天王星半径。当年曾发现 5 个光环；1978 年又发现 3 个光环，外面一个光环是高椭率的偏心环，宽度较大但有变化，靠近天王星部分较窄，远离天王星部分较宽；1979 年又发现 1 个，共 9 个光环，宽度大都只有几公里，最宽的光环为 19—104 公里。但都是完整的环而不是偏弧。它们可能是由反光力比黑煤粉还差的物质（如冰或铁屑）组成。光环很薄，比土星光环薄得多。美国天文学家托马斯·范弗兰登认为，可能在各光环的位置上均有一个物体（也许是小卫星）绕天王星运行时散发出气体、尘粒散布在轨道上形成暗弱光环，因此宽度在旧环消散新环形成的新陈代谢过程中有所不同。

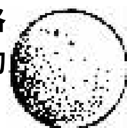
【海王星】 Neptunes 太阳系九大行星之一，按距日顺序是第八颗行星。系由冻结的水、甲烷、氨的混合物组成的固体，比天王星更致密，可能有岩石质核。由于氨比甲烷更易冻结，故大气中甲烷相对变富而氨相对变贫。海王星有两颗卫星：海卫一（Triton）直径有 4000 公里，比月球和冥王星还大，而与水星差不多；海卫二（Nereid）

较小，直径只有940公里，且离海王星远（约556万公里），公转周期将近一年。海卫一是逆转的。1982年6月发现海王星亦有光环。海王星是由法国天文学家勒维里耶（U. J. J. Leverrier，1811—1877）根据天王星的摄动计算，于1846年发现的。与此同时，另一位英国天文学家库奇·亚当斯（J. Couch Adams，1819—1892）也在1846年通过独立地计算，作出了同样的发现。



海王星

【冥王星】　Pluto　太阳系九大行星之一，按距日顺序是第九颗行星。由于距离远又暗淡，很多物理性质都是不确定的。不少行星学家认为它可能是从海王星逃出去的一颗卫星，也有人认为是被太阳俘获的一颗彗星。1978年美国科学家发现冥王星的一颗卫星，命名“查龙”（Charon），直径约800公里，距冥王星有19，000多公里。根据冥卫与冥王星运行关系，精确测量出冥王星的直径为2400公里，比以前推测的小4000公里，从而成为太阳系最小的行星。冥王星是美国天文学家汤博（C. W. Tombaugh，1906—）根据与他一起工作的天文台台长洛威尔（P. Lower，1855—1916）的理论推算出的位置进行搜索，经过16年的搜寻，于1930年1月在望远镜照片上发现的。



冥王星

天　文　学

总　　论

【天文学】　astronomy　是研究天体的位置、分布、运动、结构、化学组成、物理状态、天体起源和演化以及宇宙的发展规律的科学。根据研究的内容不同，可分为天体测量学、天体力学，天体物理学、恒星天文学、射电天文学和天体演化学等。随着科学技术的发展和应用，近年又有许多新的分支产生，如观测手段方面的分支有红外天文学、紫外天文学、X 射线天文学、γ 射线天文学、中微子天文学和空间天文学等；研究对象方面的分支有太阳物理学、太阳系物理学、恒星物理学、星系天文学等。整个自然科学中，天文学是一门最古老的学科。天文学与人类生产实践密切相关，并促进有关学科的发展。我国是世界上天文学发展最早的国家之一，在有文字可考的将近四千年中，不断地有发现，有发明，有创造，有记录，为人类积累了宝贵财富，对天文学的发展作出了杰出的贡献。日、月食、太阳黑子、彗星、流星、新星和超新星等天文现象的记录和星图的绘制都以我国为最早。至今仍然保存着的大量天文古迹和史料，也是研究古代天文学史的珍贵文化遗产。

【天体测量学】　astrometry　天文学最先发展起来的一个分支学科。它的主要内容包括球面天文学，方位天文学，实用天文学等。主要任务是测量和研究天体的位置、距离、大小和运行以及天文基本常数等，并编制星表，为恒星天文学、天体力学和天体物理学等其它各个学科提供资料。

【球面天文学】　spherical asironomy　天文学的一个分支学科。是用球面三角学研究天体在天球上的视位置、视差、光行差、大气折射、地球运行等引起的位置变化，以及天体的视位置与真位置的关系的学科。它是天体测量学的理论基础。

【实用天文学】　practical　天文学的一个分支学科，是根据天文观测资料推算地面经纬度、方位角和时刻等的学科。它包括航海天文学、大地天文学（或天文大地测量）、航空天文学等。现代实用天文学的主要研究课题是地面点的天文定位问题。它为经济建设提供有关的资料，并为地球物理学、地质学、地理学和制图学提供必要的参考数据。

【天体力学】　celestial mechanics　天文学的一个分支学科，是研究天体（包括人造天体）在万有引力和其它力的综合作用下的运行规律、轨道计算方法、天体在某一时刻位置的预测方法和天体形状等问题的学科。天体力学以万有引力定律为基础，研究

对象主要是太阳系内的天体。天体力学的发展同数学、力学、地学和星际航行学等都有联系。

【恒星天文学】　stellar astronomy　天文学的一个分支学科。是运用统计方法研究恒星、星际物质及星系等，在空间的分布和运动，银河系的结构、各种星系的结构及相互关系等。以探讨各种恒星系统（如星团、星协、银河系、河外星系）的结构和演化问题。

【天体物理学】　astrophysics　天文学的一个分支学科，是研究天体的物理性质（如光度、质量、大小、温度、磁场、密度、结构）、化学组成、内部结构 、能量来源和演化的学科。按研究对象不同，分为恒星物理、大阳物理、行星物理、彗星物理和星云物理等学科。天体物理学是近代天文学的主要分支，近代天文学的许多重大成就，不少是采用天体物理学的研究方法取得的。使用物理学的技术和方法分析来自天体的电磁辐射，可得到天体的各种物理参数；提供天体的各种物理参数，是实测天体物理学的任务。根据这些参数，运用物理理论来阐明发生在天体上的物理过程及演变规律，则是理论天体物理学的任务。

【高能天体物理学】　high energy astrophysics　天体物理学的一个新的次级分支学科。是研究宇宙空间和天体的高能现象和高能过程，如超新星爆发、星系核心的活动和爆发、类星体、中子星、宇宙线、X 射线源、γ 射线源等都是高能天体物理的研究对象。高能天体物理和高能物理有密切联系，两者相互配合、相互促进。

【中微子天文学】　neutrino asironomy　天体物理学的一个新的次级分支学科。是研究恒星上可能发生的中微子过程以及这些过程对恒星的结构和演化的作用等。中微子是一种不带电、静止质量为零的基本粒子。由于中微子和一般物质的作用非常微弱，在恒星内部产生的中微子能不受阻碍地跑出恒星表面。所以通过恒星发射的中微子的观测，可以取得恒星内部物质和结构等资料。

【太阳物理学】　solar physics　研究太阳的物理状态和变化过程，了解其辐射能量、表面温度、活动区物态和化学成分等知识的学科。

【宇宙电动力学】　cosmical electro dynamics　天体物理学的一个分支。是研究宇宙空间星体磁场和星际磁场与带电粒子之间的相互作用，以及各种宇宙电磁现象的一门学科，因而也是理论天体物理学的一个分支。

【射电天文学】　radio astronomy　称无线电天文学，是天文学的一个分支学科。于二十世纪四十年代建立，是应用无线电技术观测天体和星际物质所发射或反射的无线电波，借以研究天文问题。它与光学天文学互相配合和补充，由于无线电波可通过光波所不能透过的尘埃和气体，因而利用无线电波可进行昼夜观测，并能观测到更远的空间；对某些只发生无线电波而不发生光的物体，也能进行观测和研究。六十年代天文学上的四项重大发现，如类星体、脉冲星、星际分子和宇宙微波背景辐射等，都是通过射电天文观测手段所获得的。

【雷达天文学】　radar astronomy　射电天文学的一个分支学科。指使用雷达技术向天体（或人造天体）发出无线电波并接收反射的回波，以进行有关天文研究的学科。于二十世纪四十年代中期发展起来。它主要研究太阳系内的天文现象，如流星的分布和物理状态，月球、行星和太阳等天体的自转，表面特征或大气结构，测定太阳系内天体相互间的距离等。近年来又出现光学波段的激光雷达，用于测距，可以达到更高的精度。由于发射功率的限制，雷达天文学工作原理与一般雷达基本相同，只是探测的对象不同而已。

【天体演化学】　cosmogony　研究宇宙中各种天体的发生、发展和形成过程的学科。特别是太阳系的起源、恒星的演化等的各种假说。广义的天体演化学还包括古代对天体起源的各种神活传说；现代的天体演化学主要指根据科学原理提出的学说（假说）和理论。天体演化、物质结构、生命起源三者被称为自然科学三大基本理论问题。

【天体】　celestial　宇宙间各种星体的通称。如恒星、行星、卫星、彗星、流星以及星云等都可称为天体。

【星】　star　宇宙间的天体，称为“星”。按其物理性质可分为恒星（如太阳）、行星（如地球）、卫星（如月球）、小行星、彗星和流星。因太阳离地球较近，看起来比其他恒星大而亮得多。在日地平均距离处，太阳的角半径为959″.62。月球是离地球最近的天体，看起来也很大而亮，在月地平均距离处，月球的角半径为932″.6，比太阳略小。

【星座】　constellation　古代，人们为了便于认星，将整个天球划分为若干小区域，叫做星座，我国称星宿或宫。每个星座可由其中较亮星的特殊分布、想象为人、物、动物的形象而辨认出来，如将七颗呈勺状分布的亮星叫做大熊座，我国古称北斗。很多星座的名称在古代就已定出，大多以古希腊神话中的英雄人物（如武仙座）或动物（如狮子座）等名称命名。现在国际通用的星座共有88座，它们各有专名，其界线大致是平行和垂直于天赤道的弧线。在星座中，恒星只是亮星有专名，一般在星座名称后加上希腊字母和阿拉伯数字编号表示，如织女星又叫天琴座α星。在我国古代将天空中的恒星分为三垣和二十八宿。

【星图】　star atlas　表示星体视位置的投影图。用天文坐标来标明天体的位置，用不同大小或符号分别表示不同星等，将分布在天球上的恒星，按照它们的球面视位置投影在平面上的图。投影方法不同，描绘的星图的形式也不相同。较详细的星图除绘有普通恒星外，通常还有星团、星云、变星、银河等。根据当地的地理经纬度绘制的，可以在任何指定日期和时刻找到所需要的天空星座的图，叫“活动星图”。我国宋代的石刻“苏州天文图”是世界上公认的最古老天文图，系南宋光宗初年（公元1190—1194年）黄裳所作，王致远刻石，南宋理宗淳癋丁未年（即7年，公元1247年）建立，至今仍完好无缺。此天文图以北极为中心，南天可见界线为外大圆，赤道为中圆，北极附近可以常见的界线为小圆。黄道和赤道斜交，就拓本来量，黄、赤二道对径大概相等，约514厘米，外大圆为830厘米，内小圆约195厘米，周列有辰次名称和分野。图下附刻图说明41行，每行各刻51字。内容有太极、天体、地体、地经、赤道、日、黄道、

月、白道、经星、纬星、天汉、十二辰、十二次、十二分野等等。对宋朝一切天文知识，都作了概述。据研究，淳癒天文图的观测时间在元丰年间（公元 1078—1085 年），黄裳系根据元祜初年（公元 1086—1093 年）苏颂所作浑象或新仪象法要中的星图所绘制的。现代详细星图绘有几十万颗恒星，是天文观测工作不可缺少的工具之一。

【星表】 star catalogue 是关于星体的各种数据的记录，包括天体在天空中的视位置、星等，自行、光谱型等。根据不同需要，可编制如恒星光谱型表、星等表、射电源表、X 射线源表等各种专用星表。星表上的数据，随着仪器精度的提高、方法的改进以及科学技术的发展，精度逐渐提高。公元前四世纪我国编制的《甘石星经》，是世界上最古老的一本星表。《甘石星经》是战国时楚人甘德所著，有《星占》八卷，魏人石申著有《天文》八卷，人们把这两部书合起来，叫做《甘石星经》。西方古代最著名的恒星星表是《多禄某》星表，系公元二世纪制成，内容主要抄录公元前二世纪依巴谷所观测结果，其中载有 1020 颗星的位置。星表是现代天文工作中必不可少的工具书，根据不同的需要，已编制出不同种类的星表。如基本星表，相对星表、包含有天体物理量的星表等。

【三垣】 我国古代天文学家将天球上的恒星分为三垣、二十八宿。三垣即太微垣、紫微垣和天市垣。与现在国际通用的星座不同。太微垣有星 10 颗，以五帝座为中枢，成屏藩形状。东藩四星：由南起叫东上相、东次相、东次将、东上将（即室女座 γ、δ、ε 与后发座 42 等星）；西藩四星：由南起叫西上将、西次将、西次相、西上）相（即狮子座 σ、τ、θ、δ 等星）；南藩两星：东称左执法（即室女座 η 星），西称右执法（即室女座 β 星）。紫微垣有星 15 颗，东西列，以北极为中枢，成屏藩形状。东藩八星：由南起有左枢、上宰、少宰、上弼，少弼、上卫、少卫、少丞（即天龙座 τ、θ、η、ζ、υ、73，仙王座 π，仙后座 23 等星）；西藩七星：由南起叫右枢、少尉、上辅、少辅、上卫、少卫、上丞（即天龙座 α、x、λ、d 鹿豹座 43、g、H_1 等星）。左右枢之间叫瘟阖门。天市垣有星 22 颗，以帝座为中枢，成屏藩的形状。东藩十一星：由南起有宋、南海、燕、东海、徐、吴越、齐、中山、九河、赵、魏（即蛇夫座 η、υ，巨蛇座 ξ、η、θ，天鹰座 ζ，武仙座 112，o、μ、λ、δ 等星）西藩十一星，由南起有韩、楚、梁、巴、蜀、秦、周、郑、晋、河间、河中（即蛇夫座 ζ、ε、δ，巨蛇座 ε、α，δ、β、γ，武仙座 χ，γ、β 等星）。

【二十八宿】　我国古代天文学家将全天的恒星分为三垣、二十八宿。二十八宿是：东方苍（青）龙七宿（即角、亢、氐、房、心、尾、箕），南方朱雀（鸟）七宿（即井、鬼、柳、星、张、翼、轸），西方白虎七宿（即奎、娄、胃、昴、毕、觜、参），北方玄武七宿（即斗、牛、女、虚、危、室、壁）。与现在国际通用的星座不同。如东方苍（青）龙七宿中的角宿有星二，即室女座以 α、ζ 两星。南方朱雀（鸟）七宿中的井宿有星八，即双子座 μ、γ、υ、ξ、ε、α、ζ、λ 八星。西方白虎七宿中的奎宿有星十六，其 9 颗即仙女座 η、ζ、ι、ε、δ，π、ν、μ、β 和双鱼座 76、τ、ι、ν、φ、χ、φ_1 七星。北方玄武七宿中壁宿有星二，即飞马座 γ 和仙女座 α。古代印度，巴比伦等也用二十八宿。因此二十八宿起源何处，曾有争论。而后在我国解放前后出土的大量甲骨文中不仅找到了部分二十八宿星名，还可看到象形文字和某些星座图形互相吻合，以及二十八宿以角宿为首，牛女两宿的变动来看，二十八宿无疑源自中国。



【天文台】　observatory　是从事天文观测和研究的机构。为减少地球大气的干扰和城市灯光的影响，大多建在山上，天文台内设有各种天文望远镜，安装在特制的圆顶室内，进行天体观测；并设有一些测量仪器，用以测量观测到的资料。然后利用所取得的结果，编制各种星表和历书或进行授时工作；并对天体的分布，运动、结构、物理特性、化学组成和演化等方面进行研究。

【观星台】　中国古代的天文观测台，又叫测景台。相传周代曾在河南登封县告成镇建台测影，登封县告成镇即古代阳城，阳城测景，汉、晋都曾实施，历志均有记载，观今还保存着的周公测景台，是世界上唯一仅存的最古天文台遗迹。现存周公测景台的石表，是南宫说手迹，建于唐开元（公元 713—741 年）年间。元代（公元 1271—1368 年）郭守敬曾在周公测景台原址设计建立了观星台。用于测日影定季，并保存至今。观星台基本结构可分两部分：①迴旋踏道簇拥着的台身；②台身北壁凹槽内向北平铺的石圭。台身颇似覆斗，高 9.46 米，连小室（明代增建）通高 12.62 米，小室有四窗（两在北墙，两在凹槽东、西壁上方的室壁上）。台顶平面呈方形，边长 8 米多，底边长 16 米多，顶上置有漏刻（今已无保存）。北壁下方设有对称的两个踏道口，可盘旋登临台顶。台北壁正中的凹槽直壁是测影“高表”的遗迹。直壁上方相对两小室窗口下沿置横梁，由此到石圭的高度为 9.7468 米，即为表的高度。石圭与直壁、横梁为一组观测日影的仪器。梁彤投在石圭上，石圭就如一把尺子，可量出表影的长度，所以又称为“量天尺”。石圭以 36 方圭石接连平铺，长达 31.19 米，圭石下面为砖砌的基座。



以此所测结果用来推算夏至和冬至，其精密程度超过前代。现名为登封观星台或登封测景台。它在中国文化史和天文学史上都有重大意义。解放后，国家曾多次对观星台进行了测绘、调查和修缮。1975 年又进行了全面整修，为之焕然一新，巍峨壮观。为全国重点文物保护单位之一。

【现象台】　observatory　是我国古代观测天文和气象的机构。辽迁都北京后，把宋朝在汴京的仪象运到当时的燕京，在金海陵贞员元二年（公元 1154 年）才设铜浑仪于太史局的候台。元初沿袭金的旧制，直至元 16 年（公元 1279 年）建立司天台属太史院。明朝改名为观星台。清朝又改名为观象台，属钦天监。辛亥革命后称为中央观象台，属教育部。它的旧址在今北京东城泡子河，城墙尚有“观象台”三字，台上有古代天文观测仪器；房屋尚完好，是我国著名天文古迹之一。

【天文馆】　planetarium　是普及天文知识、辅助天文教学、编译通俗的天文刊物的机构。主要是利用天象仪放映人造星空，进行有关天文知识的演讲。1957 年我国建立了第一座天文馆—北京天文馆。

【圭表】　gnomon　我国古代的天文仪器。垂直立在地面上的一根竿子（或柱子），高八尺，叫做表。立竿则影见，用来量度影的长短的工具，与表相连的座子，叫做圭。因此立竿验影的这套工具叫做圭表。利用圭表可以测量方向、时刻、日影的长短和北极星的高度等。一天之内，中午时的日影最短。一年之内，夏至时日影最短，冬至时最长。利用连续两次日影最长或最短之间所经历的时间，作为测定回归年长度的依据。在公元前一千年左右，西周初期即已发明了最原始的天文仪器——土圭。后来演变成为圭表河南登封县告成镇（即古代的阳城）的观星台和量天尺就是在元代按圭表，原理建成的。现陈列在南京紫金山天文台的一具圭表，是明正统（1437—1442）年间所造的。



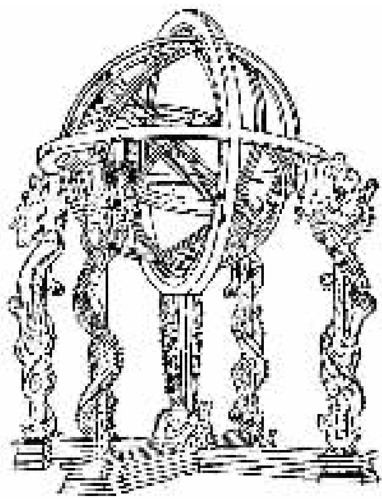
北京故宫博物院

【土圭】　亦称周髀。古代的“土”作“度”讲。故土圭即度圭，是我国古代用来度量日影长度的一种仪器。早在公元前 1000 年左右的西周初期即已发明，《周礼地宫》上所载“土圭”即是。在水平地面上之八尺杆为表，从杆足起量杆影长短的为圭，用土圭可测定年长 $365\frac{1}{4}$天，冬至和夏至，一日时刻和方向等。

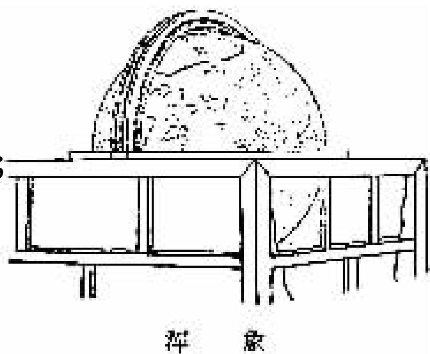
【日晷】 sundial 又称日规，日晷仪。是我国古代按日影长度测定时刻的一种仪器。一般在有刻度的盘中央装一根与盘面垂直的金属棒。它利用太阳光照射金属棒所产生的阴影投在刻度盘上的长短和位置来表示时刻。

【简仪】 abridged armilla 我国元代天文学家郭守敬（公元1231—1318年）一生创立十三种仪器。简仪是其中之一。他把地平坐标和赤道坐标分别安装，包括赤道经纬仪、地平经纬仪（元史称立运仪）和候极仪等部分。简仪有同时并测的效用，构造和使用比浑仪简便，机巧精密，胜过前人，但有互不遮掩的缺点。它比十六世纪（公元1598年）末叶丹麦天文学家第谷（Tycho Brahe）发明的同样仪器早三百多年。所以德人，天文学家汤若望（1629年来中国）尊称郭守敬为中国的第谷。现陈列在南京紫金山天文台的一具简仪，是明正统（1437—1442）年间所造的。

【浑仪】 armillary sphere 又叫浑天仪。我国古代测定天体位置的一种仪器。其历史悠久，汉以前，就有如《春秋纬文耀钩》:“唐尧即位，羲和立浑仪”一类的记载，长沙马王堆的五星占等，表明汉以前就有浑仪。但古代测天的仪象，到汉朝才算比较完备。《晋书天文志》载:“落下闳、耿寿昌等造圆仪以考历表，后至和帝时贾道逵（公元30—101年）系作，又加黄”。浑仪是在支架上固定着两个互相垂直的圈，分别代表地平圈和子午圈；其内还有若干个能绕一条和地轴平行的轴转动的圈，它们分别代表赤道、黄道、时圈、黄经圈等。并在可转动的圈上，附有可绕中心旋转的窥管，用以观测天体。现陈列在南京紫金山天文台的一具浑仪，系明正统年间（1437—1442）所造。


浑 仪

【浑象】 celestial globe 也叫浑天仪。用来表示天象的仪器，与现代天球仪相似。东汉顺帝时张衡（公元78—139年）制造浑象。《晋书天文志》载，“具内、外规，南、北极，黄、赤道；列二十四气，二十八宿，中、外星官及日、月、五纬，以漏水转之于殿上室内，星中、出、没，与天相应；固其关戾，又转瑞轮□荚于阶下，随月盈虚，依历开落。”意思是，他利用齿轮系统将浑象和漏壶联系起来。用漏壶滴出的水发动齿轮，带动浑象绕轴旋转，并使浑象的转动与地球的自转速度相等，一周一天，可以将天象准确地表示出来。浑象经唐代一行和梁令瓒、宋代张思训和苏颂等人的发展，成为世界上最早的天文钟。


浑 象

【水运仪象台】 我国宋代天文学家苏颂（公元1020—1101年）建造成一个高约12米，宽7米的水运仪象台。仪象台有三层：上层设有浑仪，进行天文观测；仪上用龙柱支持，仪下设水槽定水平；仪中设窥管，用以观星，高低起落，都可随意，并有脱摘板屋，移动启闭，都很方便。中层设浑象，有昼夜机轮，能自行运转，使仪面星度和天象相合。下层设木阁，阁共五层，每层有门，可见木人出入，叫司辰。第一层木人，左边摇铃，右边敲钟，中间击鼓；第二层报初正时刻；第三层报刻时间，均有木人举牌出来报时？第四层击夜漏金钲。第五层报夜漏更筹。运转机轮，设木阁后面；旁边设天池，河车、水壶等器，引水升降，以转机轮。机械制作，异常精巧。这在世界天文史和钟表史上均占有非常重要的地位。

【天球仪】 celestial globe 指天球的模型。在一可绕轴转动的圆球上绘有星座、黄道、赤道以及赤经圈、赤纬圈等，用以帮助人们认识星空。

【天文望远镜】 astronomical telescope 用以观察天体的一种望远镜，是当代最基本的天文观测仪器。通过大口径的物镜能接收与汇聚更多的光辐射，使遥远、暗淡的天体看起来变亮，从而看到更遥远和更暗弱的天体。根据构造不同，可分目视望远镜和照相望远镜；根据物镜的不同，又分为反射望远镜、折射望远镜和双射（或称折射-反射）望远镜三种。

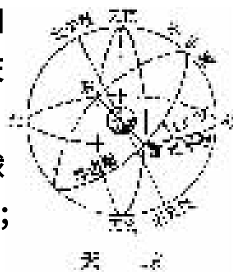
【射电望远镜】 radio telescope 又称无线电望远镜。用于研究天体无线电辐射的高灵敏度的定向无线电接收系统，也可用于接收由天体（如行星、流星或月亮）反射回来的无线电信号。为提高它的分辨能力，多采用大抛物面天线或天线阵进行干涉或综合，制成多天线射电干涉仪或综合孔径射电望远镜，主要由天线和接收机两部分构成。天线用来接收天体发射或反射的无线电波，相当于光学望远镜的物镜。天线类型很多；由许多作为半波振子的金属棒构成的，称为振子天线，专用于米波波段无线电波的接收。有的天线则呈抛物面形状，称为抛物面天线，主要用于分米、厘米和毫米波波段的无线电波的接收。天线和接收机用传输线联接起来，接收机先把天线传来的高频电信号放大，然后加以检波，再把高频电信号变成可用仪表测量和记录的低频电信号，或变成直接进行照相的图形，然后进行分析研究。

【色球望远镜】 chromospheric telescope **指观测太阳色球活动现象（如耀斑、日珥和谱斑等）的仪器，主要由透镜系统和干涉偏振滤光器组成。滤光器利用光的干涉偏振原理制成，只让很纯的单色光（波段约0.5埃或更小）通过。平常用白光看不到的色球活动现象，由于它们在某些波段上辐射很强，把滤光器的透射带调到活动现象的强辐射波段上，便可进行观测。目前，已制成氢（H_α，6，563埃）和钙Ca^+ K，3，936埃）的色球望远镜。**

【太阳塔】 solar tower **一种观测太阳的仪器，其外形建筑成塔式，故名。塔顶装有定天镜，将射来的太阳光线垂直向塔底反射，使其进入成象的光学系统及附属设备。塔高一般为20米以上，在这个高度上太阳像的清晰度显著提高。这种装置系美国天文学家海尔所发明。**

球面天文学

【天球】 celesrial **指以空间任意一点（往往是观测者位置）为中心，以任意长为半径所作的球面，用以研究天体的视位置和视运动的辅助工具。把所研究的天体沿观测者视线投射到天球面上，使天体方向间相互关系的研究化为球面上点与点间的研究。中心设在地球中心，称地心天球；中心设在太阳中心，称日心天球；中心设在银河系中心，称为银心天球。由于天球是无限大的，观测者在地球上的任意点，均可认为自己是在天球的球心，在太阳上也如此。通常是在天球上建立一些基本圈（地平圈、天赤道、天子午圈、时圈、地平经圈等）和基本点（天顶、天底和天极等）来表示天体在天球上的位置。**



【天顶】 zenith **通过天球中心作观测点的铅垂线，它与天球相交于两点。其中位于观测者头顶上的一点Z，称为该地的天顶；与之相对的一点Z′，称为该地的天底，见图天球。**

【天底】 nadir **天球上同天顶相对应的一点，称为天底。见“天顶”。**

【地平圈】 horizon **指通过天球中心（实际是观测者的眼睛）并与铅垂线（天顶与天底联线）相垂直的平面，称为天球地平面，又称地平。地平与天球相交的大圆，称地平圈。**

【天极】 celestial pole **通过天球中心、地球自转轴的延长线，称天轴。它与天球相交的两点，称天极。在天赤道以北的一点称北天极，以南的一点称南天极。**

【天球赤道】　celestial equator 通过天球中心，与天轴相垂直的平面，称天球赤道面，它与天球相交的大圆，称天球赤道，又称天赤道。

【天子午圈】　celestial meridian 通过天极和天顶的大圆，称天子午圈，也称该地的子午圈。天球子午圈和地平圈相交的两点，即该地的南点和北点。

【四方点】　子午圈和地平圈相交于南北两点。地平圈上和南北两点相距 90°的两点即东西两点。这四点总称为四方点或方位点。

【卯酉圈】　prime vertical　通过天顶并与子午圈垂直的大圆，称为该地的卯酉圈。卯酉圈和地平圈相交的两点，即为该地的东点和西点。

【时圈】　hcur circle　通过天球两极的大圆，称为时圈，又称赤经圈。

【地平经圈】　azimuth circle　指天球上通过天顶与天底并与地平圈相垂直的大圆。又称竖直圈。

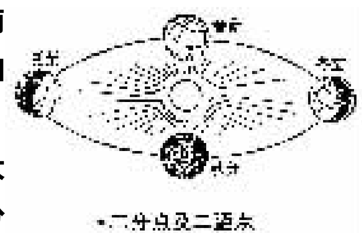
【地平纬圈】　altitude circle　又称等高圈。指天球上与地平圈平行的小圆。

【等高圈】　almucantar，almucantarat　即“地平纬圈”。

【极距】　polar distance　由天球的北极沿时圈到天体的角距离称为这个天体的极距。而“北极距”，则是指从北天极量起的极距。极距是赤纬的余角，即极距 = 90° − 赤纬。

【北极距】　从北天极量起的极距。详见“极距”。

【二分点】　equinoxes　黄道和天赤道相交的两点。太阳由南半天球进入北半天球通过天赤道的一点，称为春分点；太阳由北半天球进入南半天球通过天赤道的一点，称为秋分点。图示地球一年四季的变化。



二分点及二至点

【春分点】　vernal equinox　每年 3 月 21 日前后，太阳由南半天球进入北半天球通过天赤道的那一点，称春分点。

【秋分点】　autumnal equinox 每年 9 月 23 日前后，太阳由北半天球进入南半天球通过天赤道的一点，称秋分点。

【二至点】　solstices　黄道上距寓二分点相差各 90°的两点。太阳到达黄遭上最北的一点，称为夏至点，太阳到达黄道上最南的一点，称为冬至点。

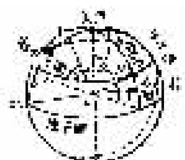
【日至】　即夏至和冬至。夏至又称长至，冬至又称短至。

【夏至点】　sumnler solstice　每年 6 月 22 日前后，太阳到达黄道上最北的那一点，称夏至点。夏至是北半球白昼最长的一天。

【冬至点】　winter solstice　**每年 12 月 22 日前后，太阳到达黄道上最南的那一点，称冬至点。冬至是北半球白昼最短的一天。**

【天球坐标系】　celestial system of coordinate　**又称天文坐标系；为确定天体在天球上的投影位置所用的球面坐标系。根据天球上的基本圈、基本点以及坐标量度方向的不同，常用的天球坐标系有：地平坐标系、第一赤道（时角）坐标系、第二赤道坐标系、黄道坐标系和银道坐标系。因各具特点，使用时需针对具体情况，选取最方便的坐标系。**

【地平坐标系】　horizontal system of coordinates　**选取地平圈和天顶为基本圈和基本点的坐标系。它采取用地平纬度和地平经度表示天体的位置。地平纬度 h（又称高度），是天体与地平圈间的夹角 h 所对应的弧长$\overset{\frown}{DM}$，从地平圈起算沿天体的地平经圈量度，由 0°至 90°，向天顶方向量度为正，向天底方向量度为负；地平经度 A（又称方位角），是通过天体的地平经圈与子午圈间的夹角 A 或在地平圈上所对应的弧长$\overset{\frown}{SM}$，从南点向西（大地测量、航海、航空从北点向东）量度，由 0°至 360°；有时从南点或北点分别向东、西两个方向量度，由 0°至 180°，向西为正，向东为负（图）。由于天体有周日视运动，天体的地平坐标随时发生变化，加上观测者在地面上的位置有一定关系，所以在实用天文学中，包括航海、航空和大地测量等在测定时间和观测站的位置时，广泛应用地平坐标系。但在其它一些天文工作中，常感到诸多不便，因而改用其它坐标系。**



地平坐标系

【地平纬度】　altitude　**天文学中称高度。地平坐标系统中的一个坐标，即天体对地平所张的仰角或俯角。从地平起沿天体的地平经圈量度，由 0°至 90°，天体在地平之上为正，在地平之下为负。**

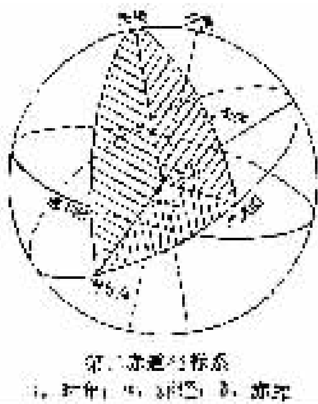
【地平经度】　longitude　**天文学中称方位角。地平坐标系统中的一个坐标。即子午圈和通过天体的地平经圈，在天顶所成的角度，或在地平圈上所夹的弧长，在地平圈上从南点起向西（大地测量、航海，航空从北点向东）量度，由 0°至 360°，有时从南点或北点向东、西两个方向量度，由 0°至 180°。**

【第一赤道坐标系】　**又称时角坐标系。以天极和天赤道为基本点和基本圈的坐标系。用赤纬与时角表示天体的位置。赤纬 δ 是天体沿时圈与天赤道间的夹角（由 0°至 90°），向北为正，向南为负；时角 t 是通过天体的时圈与测站子午圈间的夹角，由子午圈向西量度为正，向东为负（也有从子午圈起，顺时针方向量度 0°到 360°），常以时、分、秒表示。在第一赤道坐标系中，赤纬不随周日视运动而变化，而天体的时角却从 0°均匀地增加到 360°。**

【赤纬】　declination　是天体沿时圈与天赤道间的夹角（0—90°），向北为正，向南为负。在第一赤道坐标系中，赤纬不随周日视运动而变化。

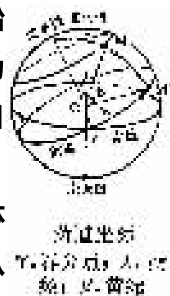
【时角】　hour angle　是通过天体的时圈与测站子午圈间的夹角，由子午圈向西量度为正，向东量度为负。从子午圈起，顺时针方向量度0°—360°，常以时、分、秒表示。

【第二赤道坐标系】　又称赤道坐标系。以天赤道和春分点为基本圈和基本点的球面坐标系。用赤纬和赤经表示天体的位置。赤纬δ从天赤道（赤纬为零）向南、北天极各分为90°，天赤道以北为正，以南为负；赤经α是通过天体的时圈（或赤经圈）与春分点间的夹角，由春分点沿赤道圈向东量度0°到360°（或由0小时到24小时）。赤经的量度方向正好与方位角和时角的量度方向相反，即沿着和周日视运动相反的方向量度。



【赤经】　right ascension　是通过天体的时圈（或赤经圈）为与春分点间的夹角，由春分点沿赤道圈向东量度0°——360°或由0—24小时。

【黄道坐标系】　ecliptic system of coordinates　以黄道为基本圈，春分点为黄经起算点的球面坐标系，用黄经λ和黄纬β表示天体的座标。在天球中，通过球心作一垂直于黄道面的直线，交于天球两点，称黄极。在天赤道北面的一点称北黄极，南面的一点称南黄极。通过黄极的大圆，称黄经圈，与黄道平行的圆，称黄纬圈。天体的黄经从春分点算起，沿黄道向东量度0°到360°；认黄道向南、北黄极各分为90°，黄道以北为正，以南为负。天体的黄道坐标λ、β和赤道坐标α、δ一样，不随周日视运动而变化。

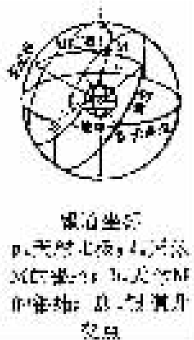


【黄纬】　ecliptic latitude　从黄道开始，沿某天体的黄经圈到该天体的角距离，称为该天体的黄纬。在黄道以北为正，黄道以南为负，各从0°到90°。

【黄经】　longitude，ecliptic longirude　春分点的黄经圈与通过某一天体的黄经圈在黄极所成的角度，或在黄道上所夹的弧长，称为该天体的黄经。

【黄极】　polc of the ecliptic　天球上与黄道角距离均为90°的两点。靠近北天极的叫北黄极，靠近南天极的叫南黄极。黄极与天极的角距离等于黄赤交角（23°27′）。北黄极在天龙座δ与ζ两星联线的中央。

【银道坐标系】　galactic system of coordinates　**一般以银道为基本圈。在** 1958 **年以前，是以银道对赤道而言的升交点为原点（**1958 **年以后，改为以银河系中心为原点）的球面坐标系。其球面坐标是：银经** l **和银纬** b**。通过银极所作的大圆称银经圈，与银道平行的圆称银纬圈。天体的银经从升交点量起，按反时针方向从** 0° **到** 360°**。银纬则从银道起沿银经圈向两侧量度，**0°**到** 90°**，向北为正，向南为负。银道坐标系主要用来讨论银河系内天体的空间分布和运动。**



银道坐标

【银道】　galactic equator　**银河系的绝大部分恒星组成铁饼状体，通过银河系中心和银河系自转轴垂直的平面，称为，银道面。银道面和天球相交的大圆，称为银道。**

【银极】　galactic pole　**通过银河中心并垂直于银道面的直线交于天球的两点，称为银极。在银道以北的称北银极，以南的称南银极。**

【银纬】　galactic latitude　**银河系的主要部分是一扁平的圆盘状结构，其平均平面称银道面。银道面是银道坐标系的基本平面，它与天球相交的大圆称为银道。在天球上与银道相平行的小圆称为银纬圈。银纬圈与银赤道的夹角称为银纬。**

【银经】　galactic longitude　**银道的几何极称为银极，银极有南银极和北银极之分。通过两个银极所作的大圆称为银经圈，所有的银经圈都与银道相垂直。天体的银经为经过该天体的银经圈与经过银经为** 0°**点的银经圈的夹角；称为银经。**

【中天】　culmination，meridian transit　**天体通过观测者所在的子午圈时，称中天。天体每天两次经过观测者所在的子午圈，离天顶较近的一次称上中天，离天顶较远的一次称下中天。**

【赤道】　equator　**通过地心并与地球自转轴垂直的假想平面，称为赤道面。赤道面与地球表面相交的大圆，称为赤道。**

【椭球体赤道面】　equatorial plane of ellipsoid　**通过地球椭球体中心，并同其旋转轴垂直的平面，称椭球体赤道面。**

【南北线】　meridian line　**子午面与地平面的交线。**

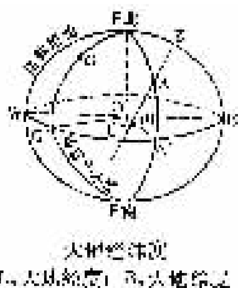
【子午线】　meridian　**也叫真子午线、经线。子午面与地球表面的交线。**

【子午面】　meridian plane　**一般是指通过地球表面的一点并包含地球南北两极的面，称为该点的子午面；严格地说，包含铅垂线方向并与地球自转轴平行的平面叫天文子午面；包含地球椭球面的法线及其短轴的平面叫大地子午面。**

【本初子午面】　first meridian eplane　通过英国伦敦格林威治天文台旧址与地球自转轴构成的平面，称为本初子午面。本初子午面与地球表面相交的线，称为本初子午线，又称为零度经线或首子午线，是地球上计算经度的起始经线。1884 年国际经度会议决定以通过英国伦敦格林威治天文台的经度为本初子午线，全球经度用它作为零点。1953 年格林威治天文台迁移到东经 0°20′25″的地方，但全球经度仍然以原地址为零点来计算。

【大地经纬度】　地球表面是不规则面，为了能用数学方法表示，把它设想成一个大小和扁率与地球最为接近的旋转椭球体，称为地球椭球体。地球椭球体的中心与地球重心重合，旋转轴与地球自转轴重合。通过地球椭球体中心，并同其旋转轴垂直的平面，称为椭球体赤道面，它与地球表面相交的线，称为赤道；通过地面 A 点和地球椭球体旋转轴的平面，称 A 点的大地子午面。A 点的大地子午面与格林威治天文台旧址大地子午面（本初子午面）间的夹角 L，称为大地经度。通过 A 点的地球椭球体的法线与赤道平面的夹角 B，称为大地纬度。

【经度】　longitude　地球上东西方向确定位置的分度。通过地球两极作半个大圆，称为地理子午圈，又称经圈、经线。通过英国伦敦格林威治天文台旧址的地理子午圈，称为本初子午圈（或本初子午线，又称零度经线），经度起算以此为起点，向东、西量度，各分为 180°。向西量度的称为西经度，简称西经；向东量度的称为东经度，简称东经。常用度、角分、角秒为单位，以“°”、“′”、“″”表示；有时用小时、时分、时秒为单位。以“h、m、s”表示。我国各地均属于东经。首都北京的经度是东经 116°2′20″，或写作 $7^h45^m26^s$（7 时 45 分 26 秒）。因所用坐标系统的意义不同，分为天文经度、大地经度和地心经度。


大地经纬度
L：大地经度　B：大地纬度

【纬度】　latitude　地球上南北方向确定位置的分度。取赤道的地理纬度圈（简称纬线）为零度，在地球表面由赤道至南、北极间平行赤道的小圈各分为 90°，分别称南纬度（简称南纬，用“ - ”号表示）和北纬度（简称北纬，用“ + ”号表示），以度、分、秒或“°”、“′”、“″”表示。我国首都北京的纬度为北纬 30°57′，记作 $\phi = +39°57′$（或直接写为 $\phi = 39°57′$）。因所用之坐标系统的意义不同，可分为天文纬度，大地纬度和地心纬度。

【地面点坐标】 coordinate of aiht on Earth surface 确定地球上点的位置时所采用的坐标。通常所采用的坐标系有天文坐标系、大地坐标系和地心坐标系等，它们之间有一定的换算关系。

【天文经纬度】 包含地面某点 A 的铅垂线和地球自转轴的平面称 A 点的天文子午面。A 点的天文子午面与本初子午面间的夹角 λ 称 A 点的天文经度；A 点的铅垂线与地球赤道平面所成的夹角 φ 称 A 点的天文纬度。

【地心经纬度】 包含地面某点 A 与地心之连线和地球自转轴的平面称为地心子午面。A 点的地心子午面与本初子午面之间的夹角 α 称地心经度；A 点同地心之连线与地球赤道面所成的夹角 β 称地心纬度。

【回归线】 tropic 指一年中太阳直射点在地球表面上来回移动的界线。由于地球既有自转又有绕日的公转运动，黄道面和赤道面相交角 23°27′。因此，地球在绕日公转的过程中，太阳光线直射点在北、南纬 23°27′之间来回移动：每年夏至日（6 月 22 日前后），太阳直射点自南向北移动到北回归线上，然后转向南去；冬至日（12 月 22 日前后），太阳直射点自北向南移动到南回归线上，然后转向北去。所以，北纬 23°27′的纬线是太阳能够垂直照射的最北界线，称为北回归线；南纬 23°27′的纬线是太阳能够垂直照射的最南界线，称为南回归线。只有在南、北回归线之间的地区，才见到太阳直射头顶的景象，也是全球吸收太阳热量最多的地带，形成热带。所以回归线又是热带和温带的分界线。

【远日点】 aphelion 行星绕太阳的公转轨道呈椭圆形，太阳位于椭圆的一个焦点上。当行星绕日运行一周时，其中一点距离太阳最近，称近日点；另一点距离太阳最远，称远日点。地球的近日点距离为 1.471×10^8 公里；远日点距离为 1.521×10^8 公里。

【近日点】 perihelion 见“远日点”。

【地球公转】 revolution of the Earth 地球围绕太阳的旋转运动。公转一周的时间若以春分点为标准，就是一回归年，即 365.24119 平太阳日（365 日 5 时 48 分 45.6 秒）。公转轨道呈椭圆形，太阳位于椭圆的一个焦点上。地球在公转轨道上运行，每天平均移动 59′08″.2，公转平均速度为 29.79 公里/秒，就现在来说，每年 1 月 2 日前后地球离太阳最近，距离为 1.471×10^8 公里，称近日点，速度为 30.3 公里/秒；每年 7 月 2 日前后，离太阳最远，距离为 1.521×10^8 公里，称远日点，速度为 29.3 公里/秒。地球近日点和远日点联线运动的周期为 21000 年。由于赤道面与黄道面成 23°26′32″56 交角，地球公转一周便产生了一年的四季。

【地球自转】 rotation of the Earth 指地球绕地轴的旋转运动。由于地球自转，因而就出现白昼黑夜和天体东升西落的现象，并可用落体偏东和傅科摆等实验加以证明。

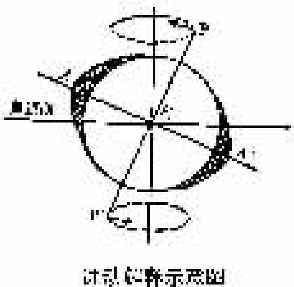
地球相对太阳自转一周为 24 平太阳时，相对恒星自转一周为 23 时 56 分 04.1 秒（平太阳时）。经长期观测表明，地球自转速率是不均匀的。①长期变慢，日长每世纪约增千分之一至二秒；②季节性变化，其值可达万分之七秒；③不规则变化，3000 年来除长期变慢外，尚有周期为 10 年左右的或快或慢的变化，其值最大可达千分之四至五秒。前两种对地壳运动影响较小，第三种影响较大。地质力学认为，产生自转速率变化内因是主要的，地球内部物质运动是控制地球自转速率变化的自动车阀。

【周日视运动】　指观测者每天看到天体东升西落的运动。天体从东方地平线升起，直达天空最高位置，然后转向西方逐渐落入地平线下。由于这种运动每天有规律地重复出现，故称天体的周日视运动。它是一种表面现象，是地球自转的反映。

【升交点】　ascending node　行星（或卫星）的轨道平面和黄道面并不重合（如月球的轨道平面——白道面与黄道面的平均交角为 5°09′），两者的交线称交点线。此交点线与黄道相交于正好相对的两点。行星（或卫星）由黄道之南侧向黄道之北侧运行时所经过的交点，称升交点；行星（或卫星）由黄道之北侧向黄道之南侧运行时所经过的交点，称降交点。

【降交点】　descending node　行星（或卫星）由黄道之北侧向黄道之南侧运行时所经过的交点，称降交点。

【进动】　又称旋进。古代叫恒星东行，或节气西退。在物理学上指转动物体的旋转轴绕另一轴旋转的运动，在天文学中指地球自转轴绕黄道轴旋转的运动。地球是个椭球体，赤道部分较突出。赤道面与黄道面相交约 23°26′32″.66 的角度。白道面与黄道面不重合，相交约 5°09′的角度。当太阳和月球的吸引力作用于地球赤道上时，有使赤道面和黄道面相合的趋势。但地球的自转速度很快，对这种作用产生抵抗力，相互抗衡的结果，地轴便围绕黄道轴作圆锥形运动，使春分点沿黄道向西缓慢运行，速度每年 50.2 角秒，绕轴一周约 26000 年。这种运动称旋进，又称陀螺式进动。因而，太阳每年通过春分点的时刻总比太阳回到恒星间的同一地方的时刻要早些，也就是说回归年比恒星年要短。这种现象，天文上叫岁差，又叫二分点岁差。

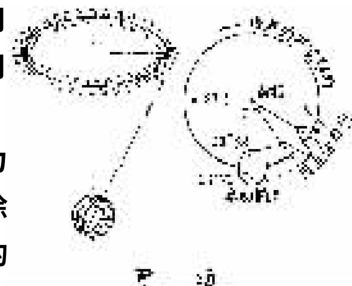


【旋进】　procession　即“进动”。

【岁差】　procession of the equinox　见“旋进”。

【章动】　nutation　指物体自转轴绕另一轴旋转时自转轴的摆动。地轴绕黄极运动除了长期的进动外，还有许多短周期的微小变幅，其中最大一种以 18.61 年的周期、作振幅为 9″.21 的摆动，称为章动，或极点的点头式运动。章动和岁差的结果，使天极绕黄极的运动在周期为 26000 年的进动运动基础上，又迭加了周期为 18.61 年的椭圆运动，在圆形轨道的附近波浪式前进。椭圆的长轴指向黄极，等于

18″.42，短轴等于13″.72。引起章动的原因，是某些天体，特别是月球对地球赤道突出部分的吸引作用产生的；所以章动周期和黄白道交点的移动周期一致。章动在18.61年内约为18″.42的偏差，在26000年间有1400次波动。它通常可分为：太阳章动（由于太阳赤纬变化而发生的，振幅约1″.2，周期为一年），月球章动（与月球交点运动有关的，周期为19年）和每月章动（月球赤纬变化而发生的，其量不到0″.1三种。



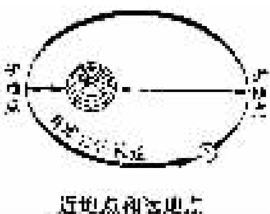
【摄动】　perturbation　若某一行星只受太阳的吸引力作用，则它的运动会准确地遵守开普勒定律；实际上，除了太阳外，其他行星也在吸引它；在这种情况下，行星的运动就和开普勒定律所指的椭圆轨道有偏差，这种观象称摄动。引起摄动现象的力称摄动力，产生摄动力的物体，即第三体，称摄动体。受摄动力作用的物体称为被摄动体。如月球绕地球运行时受太阳和其他行星的吸引力作用而发生摄动。由于行星质量和太阳质量相比仅为1∶750，十分微小，所以这些行星运动对月亮的摄动作用也就很小。

【轨道要素】　orbital elements　又称“轨道根数”，是表示天体运行轨道的各种参数。行星在空间的位置可由六个参数决定，其中五个是几何因素，一个是动力学因素。这六个参数是：轨道倾角 i——行星轨道面与黄道面的交角；轨道升交点的日心经度 Ω；升交点到近日点的角距离 ω；半长轴 a；偏心率 ε；在时间 t_0 或在过近日点时刻 T_0 的平近点角 M_o。平近点角是一个辅助量，等于行星在过近日点后所经过的弧长，这时假定行星在圆形轨道上作等速运动，并在行星的公转时间 P 内走一整周。

【地球轨道】　Earth’s orbit　地球围绕太阳运行的路径。大体呈偏心率很小的椭圆，太阳即位于该椭圆的一个焦点上。地球到太阳的距离变化在 1.471×10^8 公里至 1.521×10^8 公里之间，平均距离为 1.496×10^8 公里。地球轨道所在的平面，称地球轨道面。

【近地点】　perigee　月球成人造地球卫星绕地球运行时的椭圆形轨道离地心最近和易远的点，分别称为近地点和远地点。对月球来说，称月球的近地点和远地点；对人造地球卫星来说，则称为人造地球卫星的近地点和远地点。例如，月球的近地点为356，400公里，相当日7个地球半径；远地点为406，700公里，相当64个地球半径。

【远地点】 apogee 参见“近地点”。



近地点和远地点

【近点月】 anomalistic month 月球绕地球运转，月球中心连续两次通过它的轨道上的近地点或远地点所需的时间。这段时间为27.5545505日，即27日13时18分33.1秒。

【近点年】 anomalistic year 指地球在绕太阳公转的轨道上连续两次通过近日点所经历的时间。地球的近日点由于长期摄动，每年向东移动约11角秒，所以近点年比恒星年约长5分钟，等于365.25964平太阳日。它主要用于研究太阳运动。

【交点月】 nodical month，draconitic month 又称交周月。月球绕地球运转，连续两次通过白道和黄道的同一交点所需的时间。这段时间为27.2122200日，即27日5时5分35.9秒。这一周期对于日、月食的推测具有重要意义。

【交点年】 draconitic year 又称食年，是太阳在天球上连续两次经过月球轨道的升交点所需要的时间间隔，长度为346.62003平太阳日。它主要用于计算日食。

【恒星时】 sidereal time 以地球相对于恒星的自转周期为基准的时间计量系统。春分点相继两次上中天所经历的时间称为恒星日，等于23时56分4.09秒平太阳时，并以春分点在该地上中天的瞬间作为这个计量系统的起点，即恒星时为零时，用春分点时角来计量。为了计量方便，把恒星日分成24个恒星小时，一恒星小时分为60恒星分、一恒星分分为60恒星秒。所有这些单位统称为计量时间的恒星时单位，简称恒星时单位。按上述系统计量时间，在天文学中称恒星时。

【恒星日】 sideral day 春分点相继两次上中天所经历的时间，称恒星日，一个恒星日等于23时56分4.09秒平太阳时。

【真太阳时】 true solar time 简称真时，又称视时。是以地球相对于太阳的自转周期为基本单位的时间计量系统。太阳圆面中心相继两次上中天所经历的时间，称为真太阳日，并以太阳圆面中心在该地上中天的瞬时时刻定为真太阳时的12时。真太阳时的基本单位是真太阳日。为了计量方便，真太阳日又分为24真太阳小时，一真太阳小时分为60真太阳分，一真太阳分为60真太阳秒。按这一系统计量的时间，称为真太阳时，在数值上等于太阳圆面中心的时角加12小时。但是，由于太阳周年视运动的不均匀性，又因黄道和天赤道不在同一平面内，所以一年中真太阳日的长短不一，最长的和最短的真太阳日约差51秒，用来计时很不方便。日晷所表示的时刻就是真太阳时。

【真太阳日】 true solar day 太阳中心相继两次上中天所经历的时间称真太阳日。参见“ 真太阳时 ”。

【平太阳】 mean sun 为满足日常生活和科学应用的需要而引进的一个假想的参考点称平太阳。平太阳与真太阳不同，它是在天赤道上作匀速运动的，其速度与真太阳的平均速度一致。采用平太阳这个假想点作为参考点来规定的时间，称为平太阳时。

【平太阳时】 mean solar time 简称平时，以地球相对于太阳的自转周期为基本单位的时间计量系统。因地球在其公转的椭圆轨道上运行速度的不均匀性，黄道和赤道又不在同一平面内，所以太阳时角就不是均匀变化的，因此用它来计时很感不便。在天文学中为了弥补这一缺陷，假想有一天体在天球赤道上以均匀的速度由西向东运行，其速度等于地球绕太阳运动的平均速度，这个假想天体称为平太阳。平太阳中心相继两次上中天所经历的时间，即一年内真太阳日的平均值，称为平太阳日。它比恒星日约长 3 分 55. 909 秒。为了计量方便，一平太阳日又分为 24 平太阳小时，一平太阳小时为 60 平太阳分，一平太阳分为 60 平太阳秒。这些统称为计量时间的平太阳时单位，简称不太阳时单位。平太阳时的基本单位是平太阳日。按上述系统计量的时间，称为平太阳时，在数值上等于平太阳的时角加 12 小时。一个地方的平太阳时，以平太阳对于该地子午圈的时角来量度，并以平太阳在该地下中天的瞬间作为平太阳时零时。一般钟表所指示的就是平太阳时。

【平时】 mean time 即平太阳时。

【平午】 mean noon 平太阳上中天的时刻，即平太阳时 12 时。

【时差】 eqnation of time 真太阳时角与平太阳时角之差。其最大值达 16 分多，每年有四次为零。每天的时差值载于《天文年历》中。

【几何平黄经】 geometric mean longitude 平黄经是假设太阳以平均速度运行所在的黄经度，不包括光行差的影响，所以称为几何平黄经。

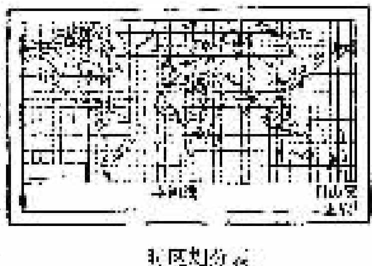
【地方时】 local time 是以天体通过各地子午圈为准所定的时刻。平太阳上中天时为地方平太阳时的 12 时，春分点上中天时为地方恒星时的零时。地方时一般指的是平太阳时的地方时。平太阳相对某地方子午圈的时角加 12 小时，称该地的地方时。地球上不同地点的地方时之差等于它们的经度差。

【世界时】 universal time 又称格林威治标准时或格林威治标准时、格林威治平时。以太阳通过伦敦格林威治天文台旧址本初子午圈为准的平太阳时，也就是格林威治的地方时。因各地地方时不同，为使全世界有统一的时间标准，1884 年国际经度会议决定，以本初子午圈的地方时为国际上通用的标准时，称为世界时。这样在电信及科学记录时能取得一致的数据。从 1963 年起，我国世界时测定的精度已达到世界先进水平。

【格林威治平时】　Greenwich mean time　又称格林尼治平时。即世界时。

【格林威治标准时】　Greenwich standard time　又称格林尼治标准时。即世界时。

【时区】　time zone　1884年国际经度会议制定的时区制度。是以本初子午线为基准，将地球表面划分为24个区，称为时区。以本初子午线为基准，东西经度各7.5°的范围内作为零时区，然后向东，西每隔15°为一时区，每一时区内一律使用它的中央子午线的时间，称为该区的标准时。本初子午线的零时区的标准时称格林威治标准时。



时区划分表

【区时】　zone time　由于地球自西向东自转，在地球上便看到太阳东升西落的现象，人们习惯把当地所见太阳位置最高的时刻定为当天的中午，并以此为标准计算地方时，但这样会带来很多困难。1884年国际经度会议商定采用以时区为单位划分各地标准时间。时区的划分是以英国伦敦格林威治天文台旧址的本初子午线，即经度零度为标准线，把西经7.5°到东经7.5°之间的地区经度间隔15°，划为零时区，又称中时区，以本初子午线的地方时为零时区的标准时，即格林威治标准时，又称世界时。再从零时区边界分别向东、西每隔经度15°（或一小时）划一时区，全球共划为24区。每区都以本区中央经线的地方时为标准时，称区时。我国首都北京位于东经116°21′20″，划在东八区，此区中央经线为东经120°，故北京时间为东经120°的地方时。每越过一区的界线，时间相差1小时。时区的实际界线并不严格按照经线，而往往参照行政区界或自然界线划分，也有根据自己的需要确定本国的时间。若按标准时区的划分，我国由西到东横跨东五区、东六区、东七区、东八区和东九区共五个时区，最东和最西时间相差四个多小时。我国采用首都北京所在的东八区标准时间，即北京时间为全国统一的时间。

【北京时间】　Beijing（Peking）time　在中华人民共和国成立以后，我国开始采用首都北京所在的东八区的区时，称为北京时间。它是以东经120°子午线作为标准时间的。实际上并不是北京当地的地方时，当北京时间八点钟时，世界时为零点，即北京时间等于世界时加8小时。

【日界线】　date line　又叫国际改日线或国际日期变更线。地球上各处的日出时刻因东西位置的不同，而有早晚的差异。向东航行的人迎着太阳，必定感到日子变短；向西航行的人追赶太阳，必定感到日子变长。为了避免这些差异，于1884年国际经度会议决定，将180°的经线作为日期变更的界线。由于要照顾行政区域的统一性，日界线并不完全沿180°的经线划分，而是绕过一些岛屿和海峡，自北通过白令海峡、阿留申群岛，南过萨摩亚，斐济、友爱、汤加等群岛，而达新西兰东边。向东航行的船只过这一线时即减去一天，如二日正午改为一日正午；反之则增加一天。

【历书时】 ephemeris time 以地球公转周期为基准的时间计量系统。1956 年国际度量衡委员会曾采用历书时的秒长为时间的基本单位（目前以原子时的秒长为时间的基本单位）。规定“历书时是从 1900 年初附近太阳几何平黄经为 279°41′48″04 的瞬时起算的，这一瞬间的历书时为 1900 年 1 月 0 日 12 点正。历书时的基本单位定为历书时 1900 年 1 月 0 日 12 时的回归年长度的 1/31，556，925.9747 为一秒”。在天文年历中从 1960 年起正式采用。由于地球自转角速度不均匀，以自转周期为基准的时间也不均匀（只能精确到一亿分之一或 10^{-8}）。而地球公转周期稳定，且影响公转的因素也研究得比较清楚，所以历书时是一种比较均匀的时间。如果用 ΔT 表示，把某一瞬间的世界时时刻化为相应的历书时时刻应加的改正值，即历书时时刻 = 世界时时刻 + ΔT，ΔT 是时间的函数，它在一年内的变化很小，可由观测天体（如月球）位置来决定，我国天文年历中每年都给出此值。ΔT 的数值，1978 年为 ΔT = +50″.0。

【原子时】 atomic time 以原子内电子能级跃迁频率为基准的时间计量系统。原子能级跃迁频率由物理方法而不是天文方法测定，所以，它是一种物理时间。这种频率相当稳定，其精度（稳定度）高达 10^{-13}，即比地球自转计时精确得多。以此为基准建立的很均匀的计量时间系统，称为原子时。为了将原子时与天文时（历书时、世界时）对比，取原子振荡频率为铯原子振荡器振荡 9，192，631，770 周为一原子时秒。目前，规定原子时的秒长为时间的基本单位。这对研究地球自转角速度变化的精确度有一定意义。常用的原子钟有铯原子钟、铷原子钟和氢原子钟。原子时已被采用为正式时间标准。现在世界上已有 70 多架原子钟组成原子时。原子时的优点是精度高，随时可获得，但原子振荡频率受不同重力场的影响，故有微小的变化。

【太阴日】 lunar day 月亮相继两次经过同一点的子午圈之间所经历的时间叫一个太阴日，为二十四小时五十分。

【历法】 calendar 是指以年、月、日等计时单位依一定法则组合，计算较长时间的系统。因日的长短是依据天象、月和年的长短，有的主要依据天象（平均值依据天象），但也有的纯由人意而定。当月和年是依据天象规定时，则年、月、日不能互为公约数，所以在排列制定历法时不得不采取截长补短，使月包含的日数、年包含的月和日数都为整数。各国历代历法的重点不同，大体可分三类：年、日依据天象的称为阳历；月、日依据天象的称为阴历；年、月，日都依据天象的称为阴阳历。

【太阳历】 solar calendar 又称阳历、公历、格里历，是历法的一种。以地球公转一周为一回归年（365.2422 平太阳日，即 365 天 5 小时 48 分 46 秒），作为基本时间单位的历法。其特点是：年的长短依据天象平均长度，约等于回归年；月的长短则是人为规定，与月相盈亏无关。一年中分为若干个月，也系人为规定。现今大多数国家通用的阳历创始于罗马（公元前 46 年），后经教皇格里高利十三世（Gregorius XIII）于 1582

年命人修订而成。为了计算方便，采用平年为365天，则每年余0.2422天（即5小时48分46秒），积四年共计0.9688天（即23小时15分4秒），差不多等于1天。为了补上这个差数，每四年增加1天，加在二月份，这一年二月为29天，全年为366天，叫“闰年”也叫“二月闰”。但每四年差0.0312天（即44分56秒）、积400年差3.1天，所以满400年中减去三个闰年，即每400年中有九十七个闰年。这样太阳历的历年平均长度（365.25×400－3）÷400＝365.2425平太阳日，与回归年只差0.0003平太阳日，约3300年才差一日。太阳历把一年分为12个月，1、3、5、7、8、10、12月各31天，4、6、9、11月各30天，2月平年28日，闰年29日。现在世界通用的公历就是太阳历。我国辛亥革命后，于公元1912年采用了太阳历，但未用公元作为纪元。1949年10月1日中华人民共和国成立时，改用公元作为纪元，同时还保留了原有的夏历。

【太阴历】 lunar calendar 又称阴历，历法的一种。以太阴（即月亮）的运行为标准来计量时间，即根据月亮圆缺的周期定出的历法。月亮相邻两次朔（或者两次望）之间的间隔，称为一月，12个月为一年。奇数的月为30天，偶数的月为29天，全年为354天。月相变化的周期是一个朔望月，等于29，5306平太阳日，所以太阴历每年要多出0.367068日，每30年就积累11.0120天。为了使平均历年的长度接近12个朔望月的长度，在太阴历中规定30年中第二、五、七、十、十三、十六、十八、二十一、二十四、二十六、二十九年为闰年，这一年最后一个月加一天，这样30年多出了0.01168日，2500年后多出一天。这种历法在人类历史上出现最早，因未结合地球公转，春夏秋冬的规律不能在月份中反映出来，有时冬天过年，有时夏天过年。所以除回历外，早已弃置不用了。我国的农历并不是这种纯阴历，而是一种阴阳台历。

【阴阳历】 luni－solar calendar 历法的一种。我国辛亥革命前，除太平天国颁行的《天历》外，余则均属阴阳历。它既照顾月亮运行，又照顾地球公转，同时考虑到朔望月和回归年两个周期，并把它们调和起来，把朔望月作为一月，使年的平均长度接近于回归年。这样，阴阳历就兼有阴历和阳历的优点，每月都符合于月亮盈亏的周期，每年都和季节交替的周期相差不多。各月的日数有30日和29日，分别称大月和小月。一年中有12个月，共计354日或355日。这与回归年的365.2422日相差10日21时。为了使平均历年接近回归年，约每隔3年设置一个闰月，5年再闰，19年7闰。有闰月的年，称闰年，闰年有13个月，共计384或385日。我国的农历是阴阳历的一种。此外，全年还有“二十四个节气”，把“二十四节气”中的12个双数（如雨水，小满，……）称“中气”，以12个中气为12个月的标志。没有中气的月就是闰月，并以前一个月作为它的名字，再加上“闰”字，故名“闰×月”。如1974年农历为“闰4月”，1976年农历的“闰8月”，1979年农历为“闰6月”等。阴阳历在我国实行很早，西周（公元前11世纪至公元771年）的金文中有就大量关于月亮圆缺变化的记载。经过

长期月相和日影长短变化的观察，使得回归年朔望月的周期逐渐准确，历法也就日趋精密。阴阳历比阴历优越，主要缺点是平年和闰年的日数相差太大。

【回归年】 tropical year 又称太阳年。地球绕太阳公转一周的时间间隔，即太阳视圆面中心相继两次过春分点所经历的时间。为 365.24119 平太阳日，或 365 日 5 时 48 分 45.6 秒。

【农历】 Chinese traditional calendar 又叫夏历、旧历，习惯又叫阴历，但与太阴历不同，并非纯阴历（见阴阳历）。

【十二气历】 是我国古代著名科学家沈括（公元 1031—1095 年）等在《奉元历》被守旧势力破坏后，继续大胆革新，提倡用阳历替代农历的主张。他说：最好的办法不如以十二个月的节气为一年，可直接把立春那一天，做为孟春的头一天，把惊蛰作为仲春的头一天。大尽三十一日，小尽三十日，年年齐尽，永无闰月。十二月常一大一小相间，纵然有两个小尽月相接连，一年不过一次。象这样，一年四季的节气就正常了。这种历法是很科学的阳历，注以朔望日期，把四季二十四节气和十二月完全统一起来，很适合农业生产的需要，是当时一部先进历法。沈括的这个正确主张竟遭到守旧派的反对，未能实行，但他坚信将来会有人采用他的主张。果然，七百年后（公元 1851 年）洪秀全领导的太平天国，所颁行的“天历”就是同沈括的“十二气历”一样的阳历。公元 1930 年，英国气象局局长、天文学家肖纳伯曾制了与《十二气历》类似的历法，但比沈括的《十二气历》要晚九百多年。1922 年国际天文会议上，考虑到现行历法的缺点，曾提出了修改历法的许多设想，其中有两个方案特别引人注目，一是“十三月历”，二是“四季历”。而“四季历”正与沈括“十二气历”原理相同。

【天文年历】 astronomical almanac 每年出版的天文历书。其中所载主要项目为太阳、月亮，行星和恒星的视位置，各种天文常数、天象、日食、月食、太阳和月亮的出没时刻等。中国科学院紫金山天文台自 1951 年开始，按年出版天文年历。1964 年独立编算工作成功，1969 年开始正式按年出版《中国天文年历》。

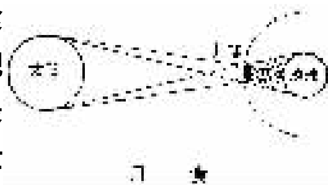
【二十四节气】 the twenty－foursolar terms 又称二十四节或二十四气。是把地球公转一周的过程划分为二十四等分，每一等分为一节气，用以表示季节、物候和气候的变化。在天文学上用太阳的黄经来计算，分黄道为三百六十度，取春分点为零度，每十五度为一个节气，六个节气为一季，合四季为二十四节气。每一节气约十五日，也有以节气的开始一日为节名，如清明节、冬至节等。我国远在春秋时代就已通过农业生产实践，用圭表测日影定出春分、夏至、秋分、冬至四大节气。在西汉，二十四节气已完全确立，并成为农业活动的主要依据。我国幅员辽阔、在同一节气，各地区气候变化不同，农事活动也不相同。二十四节气的名称及其开始时太阳的黄经度数、日期见下表。每个节气的阳历日期是基本固定的。

季节	项目						
春季	节气名	立春（正月节）	雨水（正月中）	惊蛰（二月节）	春分（二月中）	清明（三月节）	谷雨（三月中）
	节气开始日期	2月4日或5日	2月19日或20日	3月5日或6日	3月20日或21日	4月4日或5日	4月20日或21日
	太阳到达黄经	315°	330°	345°	0°	15°	30°
夏季	节气名	立夏（四月节）	小满（四月中）	芒种（五月节）	夏至（五月中）	小暑（六月节）	大暑（六月中）
	节气开始日期	5月5日或6日	5月21日或22日	6月5日或6日	6月21日或22日	7月7日或8日	7月23日或24日
	太阳到达黄经	45°	60°	75°	90°	105°	120°
秋季	节气名	立秋（七月节）	处暑（七月中）	白露（八月节）	秋分（八月中）	寒露（九月节）	霜降（九月中）
	节气开始日期	8月7日或8日	8月23日或24日	9月7日或8日	9月23日或24日	10月8日或9日	10月23日或24日
	太阳到达黄经	135°	150°	165°	180°	195°	210°
冬季	节气名	立冬（十月节）	小雪（十月中）	大雪（十一月节）	冬至（十一月中）	小寒（十二月节）	大寒（十二月中）
	节气开始日期	11月7日或8日	11月22日或23日	12月7日或8日	12月21日或22日	1月5日或6日	1月20日或21日
	太阳到达黄经	225°	240°	255°	270°	285°	300°

注：节气开始日期系比较常见的阳历日期

【天干地支】 the heavenly stems and earthly **是我国一种特有的表示年、月、日、时顺序的方法。甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸称为十干，简称天干；子、丑、寅、卯、辰、巳，午、未、申、酉、戌、亥称为十二支，简称地支。由天干为第一字和地支为第二字顺序排列成甲子、乙丑等六十个顺序，周而复始，循环使用。用它来计年，60 年为一周，常叫“六十花甲子”，称干支纪年，如甲子年、癸酉年等；用它来计月，每五年为一周，称干支纪月，用它来计日，循环往复，称干支纪日；计时类同。这种干支计时在我国开始很早，殷代（公元前 16 世纪至公元前··世纪）的甲骨文中已用干支纪日（即用甲子、乙丑……癸亥来排列日子的次序）的记载。**

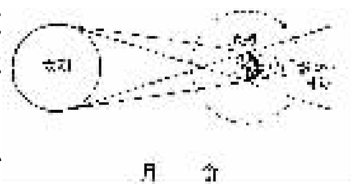
【日食】 solar eclilse **月亮绕地球公转，同时又和地球一起绕太阳公转。由于地球和月亮都不发光，所以在它们背向太阳的一面都拖着一条长长的黑影。朔月时，如果月亮在黄、白道的一个交点附近，当月亮走到太阳和地球之间，太阳射到地球上的光线部分或全部被月亮遮住，便发生日食。太阳被月亮整个遮掩时，叫日全食；中心部分被遮蔽，四周剩下一道窄环，叫日环食；部分遮盖，叫日偏食（如图）。每年日食最少有** 2 **次，最多有** 5 **次，在不同地方观测到的日食现象有显著差异。我国有世界上最早的日食记录（公元前** 2137 **年** 12 **月** 22 **日的日食）。殷代（公元前十三世纪）即有刻在牛胛骨上的一片卜辞上记载："癸酉贞日夕有食"（意即癸酉日的傍晚有日食）。从汉代起，对日食的观测，已有日食时太阳的位置、初亏和复圆的，时刻以及亏起方向等，如《汉书·五行志》载："征和四年（公元前** 89 **年）** 8 **月辛酉晦（即月末一天），日有食之，不尽如钩，在亢二度；晡时（即申时）食，从西北，日下晡时，复。"总计我国历史上的日食记录约有一千一百次左右。这些记录的详细研究，对探讨古地球自转、月球的运动、万有引力常数是否发生变化有一定意义。观测日食的意义也很大，如太阳活动、检验广义相对论及其他方面的重要研究，有许多是要在日全食时进行的。**



【凌日】 transit **水星和金星等内行星，当其轨道与黄道的交点恰好下合时，地球上可以看到行星在太阳面上出现一个小黑圆点，实际上是内行星在日面上的投影，这种观象称凌日。其原理与日食相似，所不同的是凌日为自西向东，而日食则为自东向西。**

【月食】 lunar eclipse **望月时，月亮如果在黄、白道的一个交点附近，地球位于月球和太阳之间，当三者构成一直线时，地影遮蔽月亮，便发生月食（如图）。因地影宽度比月亮大** 2.7 **倍，所以月食只有全食和偏食两种，没有环食。月全食是地影掩盖月面的全部而成；月偏食只是月亮的一部分在地影之内而出现。在学术上，月食没有日食重要，只用于微弱恒星的掩星观测和月面温度测定等。古代月食观测记录，对天文年代学有重大贡献。一年中月食最多不超过** 2 **次，有时一次也没有。月食时，朝向月球的半个地球上的观测者都能看到，而地球上能看到日食的地区比较小，所以看月食的机会反比看到日食的机会多。《诗·小雅》载："彼月而食，则维其常"，指的是发生在公元前** 776 **年的一次月食，为世界最早的月食记录，比国外的记载早** 55 **年。**

【沙罗周期】　saros　简称沙罗周。沙罗即重复循环的意思。古代巴比伦人所发现的一种日、月食大概恢复到同样状态的周期。因日、月食一定要发生在朔望和黄白道交点附近，所以沙罗周期要同时包含会合周期，即朔望月和交点月的公倍数，即223个会合周期，或只差62分钟便等于242个交点月，相当于6585 $\frac{1}{3}$日或18年11 $\frac{1}{3}$日（如果在这段时间内有5个闰年，就是1.8年10 $\frac{1}{3}$日）。这时太阳、月球和黄白道交点差不多又回到原来的相对位置，前一周期内的日月食又一次重新出现。因沙罗周期不是日的整数倍，发生日食的地方要向西，同时也向南或向北移动，因而对同一个地方来说，平均要300多年才能见到同样的日全食或日环食。一个沙罗周期内平均交食71次，其中日食43次，月食28次。



【黄道】　ecliptic　地球绕太阳公转的轨道平面，称黄道面。黄道面与天球相交的大圆称黄道。

【黄道面】　ecliptic plane　地球绕太阳公转的轨道平面，称黄道面。

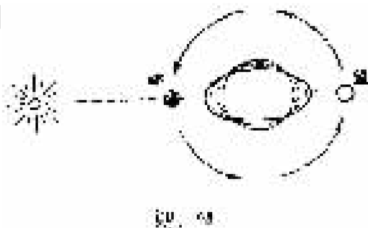
【白道】　Moon’s path　月球绕地球公转的轨道平面与天球相交的大圆，称白道。白道和黄道的交角平均为5°9′。

【白道面】　月球绕地球公转的轨道平面称白道面。

【朔望月】　synodic month　也叫会合月、太阴月。从新月（朔日即夏历每月初的一个月相）到下一个新月或从满月（望）到下一个满月的时间间隔，叫一个朔望月，是月相变化的周期，其平均值为29.5305882日，即29日12时44分2.82秒。这是月球的会合周期。我国的农历就是按朔望月计算的。而一个恒星月后要经过两天多时间才完成一个会合月。这是因为月球经过一个恒星月之后，在恒星之间再度大致回到其原来的位置时，太阳本身在这段时间里也已经向东移动了一段距离的缘故。

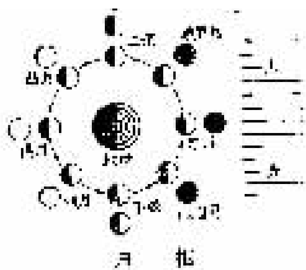
【恒星月】　sidereal month　月球接连两次和一个恒星有同一黄经所需的时间间隔，平均为27.32166140日，即27日7小时43分11.54秒。

【朔】　new Moon　月球和太阳的地心黄经相等时，叫朔，又叫合朔。朔在我国是农历每月初一，常称为朔日，这时月球走在地球和太阳之间的位置，并和太阳差不多同时出没，看不到月亮，这时的月相叫新月或新月相。



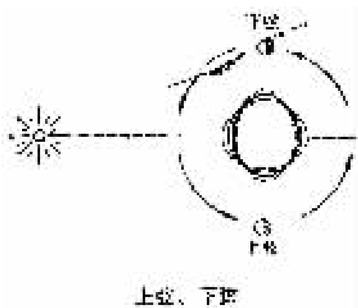
【望】 full Moon 月球和太阳的地心黄经相差180°时，叫望。由于月球运动的不均匀性，望在农历每月不一定是15日，可能是16日，甚至是17日。这天太阳在西面落下去的时候，月球正好从东方升起来，这时的月相叫满月或望月。

【月相】 phase of the Moon 指月球明亮部分的各种不同形象。由于月球绕地球旋转，又随地球绕太阳旋转，在地球上看来，月面的光亮部分和暗黑部分的形象，随月球、地球和太阳三者的相对位置而不断变化，所以把月面明亮部分的盈亏圆缺的形象叫做月相。当月球恰好在地球和太阳之间时，月球以黑暗半球对着我们，因而看不见它，这时的月相叫新月；随后可看见月球上被照亮半球的一小部分，形如蛾眉，这时的月相常叫蛾眉月。以后继续增大，当月球在太阳东面90°时，可见到月球西边明亮的半圆，这时的月相叫上弦。以后可见到月面的大部分，这时的月相常叫凸月。月球和太阳在正相反的方向，便可看见整个月面，这时的月相叫望月或满月。此后，月球开始亏，可见的明亮部分逐渐减小，这时的月相叫残月。当月球在太阳西面90°时，可见到月球东边的半圆，这时的月相叫下弦。以后又变为峨眉月，而可见到的明亮部分逐渐缩小，重新又回到新月。月相更替的周期，平均等于29.5305882日，即29日12时44分2.82秒，一个朔望月。



【新月】 new Moon 当月球恰好在地球和太阳之间时，月球以黑暗半球对着我们，这时的月相称新月。

【上弦】 first quarter 在地球上看，月球在太阳之东90°时，可以看见月球西边的半圆，这时的月相如弓，时间恰在夏历每月初八、初九日，故称上弦。



【下弦】 third quarter，last quarter 在地球上看，月球在太阳之西90°时，可以看见月球东边的半圆，这时的月相如弓，时间恰在夏历每月二十二日，二十三日，故称下弦。

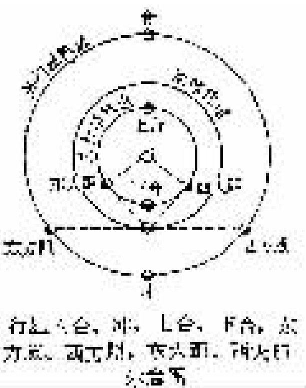
【满月】 full Moon 又称望月。即望日（夏历每月十五日）的月相。月球和太阳黄经相差180°的时候，这时太阳西下时，月球正好从东面升起，呈现望月的月相。

【月龄】　Moon’s age　**指自新月起算到各月相所经过的日数。由** 0 **到** 29.5 **日；新月为** 0 **日，上弦为** 7.4 **日，满月为** 14.8 **日，下弦为** 22.2 **日，最后又回到新月为** 29.5 **日。**

【天平动】　libradon　**月球环绕月心所作的周期性的、象天平那样摇摆的运动。主要由于月球轨道的偏心率、月球自转轴和绕地球转动的轨道面的法线有** 6°—7° **的交角而形成的。月球自转周期和绕地球公转周期相等，总以同一面对着地球，按理只能看见** 50% **的月面，但由于天平动，人们在地面上可看到的月面达** 59%**，其余** 41% **则看不见（在月球飞船发射后，这一部分月面也就可以看到了）。天平动可分几何天平动（光学天平动）和物理天平动两类。**

【合】　conjnnction　**从地球上看来，当行星和太阳的地心黄经相等时，叫做合。内行星有两个合：①当内行星正好在太阳和地球之间时，称下合，又称内合；②当太阳在地球和内行星之间时，称上合，又称外合。外行星没有下合。无论上合还是下合，从地球上看起来，太阳和内行星在天空中同一方向，它们同升同落，这时人们看不见内行星。**

【冲】　opposition　**当地球运动到外行星和太阳之间，外行星和太阳的地心黄经相差** 180°**，从地球上看来，此时的行星位置称冲。冲时，太阳从东方升出地平线，外行星正好从西边落下去；相反，太阳西下，外行星就从东方升起来，整个晚上都可看到。由于行星和地球的轨道都并非正圆，冲时外行星和地球之间的距离也就不相同，特别是火星。当地球最接近外行星时的冲叫大冲，以别于一般的冲。冲日前后，外行星的光度最亮，地球在行星和太阳之间，是观测行星的最好机会。内行星则没有冲的现象。**



行星大合、冲、上合、下合、东方照、西方照、东大距、西大距示意图

【顺行】　direct motion　**从北天极观看，行星都以反时针方向绕着太阳公转。由于人们在运动着的地球上看行星，看到的只是它们在天球上的视运动，而且是行星与地球相对运动的结果，因此，看见行星在星座间的运动比较复杂。有时，行星在天球上逐日向东运动，这叫顺行；有时行星逐日地向西移动，叫逆行。**

【逆行】　inverse motion　**参见“顺行”。**

【大距】　eiongation　**地球上看行星（或月球）方向和太阳方向的夹角，叫距角。对地球上的观测者来说，太阳、月球和外行星的距角可由** 0° **变到** 180°**；内行星的距角有一定限度，当内行星的距角达到最大时，叫大距（如左图）。内行星在太阳东面达到最大的角度，叫东大距，这时我们应该在日落时的西方天空去找它；内行星在太阳西面达到最大的角度，叫西大距，这时我们应该在黎明前的东方天空去找它。内行星大距时**

最容易观测，这一点对水星来说尤其重要。水星和金星的大距分别为27°8′和48°。

【距角】 elongation 地球上看行星（或月球）方向和太阳方向的夹角叫距角。

【东大距】 eastern elongation 内行星在太阳东面达到最大的角度，称东大距。参见“大距”。

【西大距】 western elongation 内行星在太阳西面达到最大的角度称西大距。参见“大距”。

【留】 stationary 从北天极观看行星从顺行变为逆行，或从逆行变为顺行时，看起来似乎在短时间内有停留不动的现象，称为“留”。因此，对于内行星来说，留发生在东大距之后或西大距之后，亦即在下合以后。发生在下合之后的称逆留，即行星逆行而留，留后顺行；发生在上合以后的称顺留，即行星顺行而留，留后逆行。对外行星来说，留发生在冲前后。

【方照】 quadrature 在地球上看，外行星的距角可在0°（合）到180°（冲）之间变化，外行星在太阳东或西90°时，称方照。在太阳东90°时，称东方照，在太阳西90°时，称西方照。东方照时，太阳西下，外行星刚从东方地平线升起；西方照时，太阳东升，外行星恰在西方地平线落下。

【东方照】 eastern quadrature 在地球上看，外行星的距角在太阳东90°时，称东方照。参见“方照”。

【西方照】 western quadrature 在地球上看，外行星的距角在太阳西90°时，称西方照。参见“方照”。

【会合周期】 synodic period 月球或一个行星接连两次达到日心黄经相同的状态所需要的时间，也即行星在接连两次冲或合等同一种状态之间的时间间隔，称一个会合周期。月球的会合周期即朔望月。

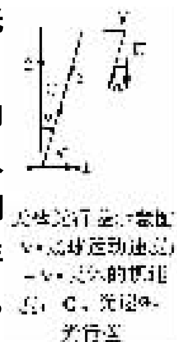
【天文单位】 astronomical nnit 天文上计量天体间距离的一种单位，以A. U. 表示。其数值取地球和太阳之间的平均距离。1天文单位（1A. U.）等于149，600，000公里。一般用以计量太阳系里各天体间的距离。

【光年】 light year 即天文上量度天体距离的一种单位，即光在真空中一年内所走的距离。光的速度约每秒30万公里，一光年约等于94605亿公里。如牛郎星（河鼓2）距地球16. 3光年，即它所发的光，在空间需行经16. 3年才到达地球；现在我们在地球上看见牛郎星的光是它在16. 3年前所发出来的。

【秒差距】 parsec 天文上表示恒星距离的一种单位。天体的周年视差为1角秒时的距离称1秒差距。1秒差距等于3. 2616光年，即308570亿公里。秒差距等于视差的倒数，如半人马座α星（即南门二），视差为0″. 75，它的距离即是1/0. 75 =1. 33秒差距或4. 3光年。

【视差】　parailax　观测者在不同观测点看到同一天体的方向之差。它可用二观测点之间的距离在天体处的张角来表示。天体视差与天体到观测者的距离之间存在简单的三角关系。测出天体的视差，就可以测定天体的距离。天体视差的测定是测量天体距离最基本的方法，称为三角视差法。由于天体的距离都相当遥远，故其视差非常小。为精确测定天体的视差，必须尽可能地把基线拉长。测量太阳系内的天体，常以地球半径作为基线，所测室的规差称为周日视差。测定恒星视差时，以日地平均距离为基线，所测定的视差称为周年视差。

【光行差】　aberration　处于运动中的观测者所观测到天体的视方向与静止时所观测到天体的真方向之间的差。当观测者随着地球运动时，由于地球运动包含有各种不同的成分，相应地就产生不同的光行差，如地球绕日公转所产生的光行差称周年光行差，地球自转所产生的光行差称周日光行差，太阳运动所产生的光行差称长期光行差。周年光行差和周日光行差都是由于地球的周期性运动引起的，因此相应的光行差位移本身也具有周期性。



【自行】　proper motion　恒星对于太阳的空间运动可以分解为视向运动和横向运动两个分量。横向运动是恒星于一年内所行经的距离对人眼所张的角度，称自行，常以一颗背景微弱的恒星在天球上的位移而测定，单位是角秒/年。自行一般是很小的，只有 200 颗星的自行达到每年 1 角秒，其中 50 颗达到每年 2 角秒，而以“巴纳德星”的自行为最大，每年移动达 10.31 角秒。

【大气窗口】　atmospheric window　能够穿透地球大气的天体辐射波段。由于地球大气中各种粒子对辐射的吸收和反射，只允许部分波段的电磁辐射到达地面，通过这些波段的观测，才能够看到发出这一辐射的相应天体，故称此波段为大气窗口。按天体辐射所属波段的不同，分为光学窗口、红外窗口和射电窗口。

【大气折射】　atmospheric refraction　又称蒙气差。来自天体的光线经过地球大气层，受到地球大气折射，此种观象和由此引起的折射量大小统称大气折射。大气折射的结果，使从地面看到的天体位置向天顶方向偏折，在进行天体位置测量时，必须对这种影响进行改正。

【大气消光】　atmospheric extinc tion　指来自天体的辐射经过地球大气时受到的吸收和散射，从而引起了天体辐射强度的减弱和颜色变化。大气消光与大气的成分、辐射波长、辐射穿透的大气厚度有关。天体离天顶愈远，其辐射受到的消光作用愈严重，天体辐射的波长愈短受到消光的作用也愈严重。

【大气色散】 atmospheric disper sion 地球大气对某一天体辐射来的不同波长的光线，其折射情况不同，形成了一种色散效应，叫做大气色散。天体辐射的紫色波段比其红色波段更靠近天顶，且随着天体的天顶距变化而变化。

【晨昏蒙影】 twilight 日出前、日没后的一段时间内，天空中呈现的微弱光亮的现象和过程叫做晨昏蒙影。晨昏蒙影是由大气散射引起的，它随着季节、气象条件和地理位置而变化。晨昏蒙影分为三种，据太阳视面中心与地平的相对位置而定：当太阳视面中心在地平线下 6° 时，称为民用晨光始或民用昏影终，此时天空明亮，仍可进行户外作业；当太阳视面中心在地平线下 12°时，称航海晨光始或航海昏影终，此时周围景色模糊，星象陆续消失或陆续出现。当太阳视面中心在地平线下 18°时，称天文晨光始或天文昏影终，此时天空背景开始显示或不再显示日光的影响。晨昏蒙影不同阶段的时刻分别载于天文年历中。

【夜天光】 night sky light 在太阳落入地平线下 18°以后的无月晴夜，在远离城市灯光的地方，夜空所呈现的暗弱弥漫光辉，在测光工作中称为天空背景。其主要来源是气辉、黄道光、银河光、恒星光，以及地球大气对这些光源的散光。夜天光的光谱由连续光谱和发射光谱线共同组成。

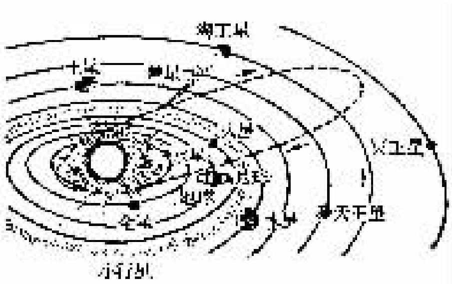
【黄道光】 zodiacal light 地球上低、中纬地带于春季黄昏后在西方地平线上，或于秋季黎明前在东方地平线上出现的淡弱的三角形光锥。黄道光很弱，需要选择良好的观测条件，才能观测到。黄道光起因于行星际尘埃对太阳光的散射，因此，黄道光的光谱与太阳光谱极为相似。黄道光的分布具有与黄道面对称，对通过太阳的黄经圈对称。黄道光的亮度朝太阳方向单调增强，可以认为它是外日冕的延伸。黄道光的亮度有短期变化与长期变化两种，其原因很复杂。

【对日照】 counterglow 反日点（天球上黄道带内与太阳相距 180°的一点） 附近一个非常暗淡的亮斑。它通过黄道带与黄道光的光锥相连。对日照大致呈卵形，长径为月球直径的 40 倍左右，十分暗弱，只有在良好的观测条件下才能被看到。它的起因说法不一，但从其光谱与太阳光谱很相近来看，似乎可以肯定它是反射太阳光的行星际物质。

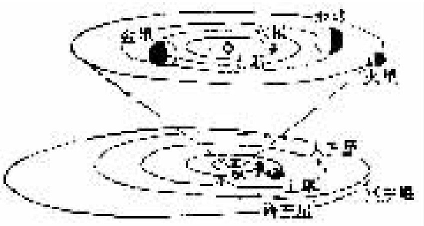
太阳系

【太阳系】 solar system 是以太阳为中心、受太阳引力支配、并围绕它作旋转运动的天体组成的天体系统。包括太阳，九大行星（水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星），和已编号的约 2000 多颗小行星，50 颗卫星，已观测过的约 1500 多颗彗星和 700 多个已知的流星群，以及散布在行星际空间的流星物质

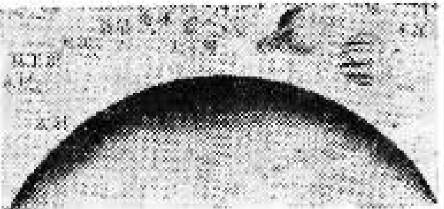
和行星际物质。太阳系以太阳为最大，质量为整个太阳系质量的99.87%，它绕银河系中心轨道运行的速度约为每秒250公里。太阳系的直径为一百二十亿公里。最远的冥王星与太阳的平均距离为五十九亿公里，相当于日地距离的39.44倍。


太阳系结构示意图

【行星系】　planetary system　有若干颗行星共同围绕一颗恒星运转而构成一个系统，这个系统又以该恒星为核心一起绕着另一个质量—引力中心运动。这个系统叫行星系。太阳系就是一个行星系。目前还没有其它行星系存在的直接证据。我们仅从其它恒星在运动中的摄动状况，在理论上归因于受行星影响来判断。例如根据巴纳德星（Barnard）的运动状况判断可能有两颗大质量行星绕其运动，它应该看成是一个行星系。目前有许多天文学家推测我们银河系和其它星系里可能有几百万个这样的行星系。


行星系结构示意图

【行星】　planet　太阳系内绕太阳旋转的不发光天体，包括水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星等九大行星。由于它们距离我们很近（比其它恒星天体），在天空中相对于“不动”的恒星来说有较大位移，所以称为行星。广义讲，可把行星理解为宇宙中绕某一恒星公转的不发光天体。太阳系的九大行星（除金星外）绕太阳沿同一方向运转，公转周期离太阳越近的越短，反之亦然（见开普勒定律）。它们自己不发光，而是反射太阳的光。水星和金星位于地球轨道与太阳之间运行，称内行星；其余六大行星在地球轨道之外运行，称外行星。行星轨道都呈椭圆形，但偏心率很小，大都近圆形。它们均有自转，周期各不相同，自转越快的行星，扁率越大。金星最慢，近圆球状；木星最快，呈扁球状。根据九大行星离太阳远近和物理特征不同可分为两类：离太阳较近的水星、金星、地球和火星，称类地行星；离太阳较远的木星、土星、天王星和海王星等，称为类木行星（见下表）。


行　星

【内行星】　inner planet　位于地球轨道与太阳之间运行的行星。如水星和金星。

【外行星】 superior planet **在地球轨道之外运行的行星，如火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星。**

【类地行星】 terrestrial planet **太阳系中的水星、金星、地球和火星。其特点与地球类似，故称为类地行星。它们距离太阳较近，与类木行星相比较，它们的体积小、质量小、密度大、表面温度高、自转速度慢、卫星少（见行星条附表）。而冥王星也有上述特点，所以也有将其放入类地行星之中。**

太阳系行星的轨道要素和物理特征简表

星体	距日平均距离		轨道面与黄道面交角	运转周期		运转速度（公里/秒）		逃逸速度（公里/秒）
	10^6公里	天文单位		公转	自转	公转	自转（赤道）	
太阳	—	—	—	2亿年	25天（赤道）	250.0	2.06	617.23
水星	57.9	0.39	7°0′17″	88天	59天	47.9	0.003	4.17
金星	108.2	0.72	3°24′0″	224.7天	224天8时（逆转）	35.0	0.002	10.36
地球	149.6	1.00	—	365.25天	23时56分	29.8	0.465	11.18
火星	227.9	1.52	1°51′0″	1.88年	24时37分	24.1	0.240	5.03
木星	778.3	5.20	1°18′54″	11.86年	9时50分	13.1	12.66	60.24
土星	1427.0	9.54	2°29′58″	29.46年	10时14分	9.6	10.30	36.06
天王星	2869.6	19.18	0°46′38″	84.0年	10时49分	6.8	3.89	22.19
海王星	4496.6	30.06	1°47′14″	164.8年	15时48分	5.4	2.52	24.51
冥王星	5900.0	39.44	17°9′16″	247.7年	6天9时17分	4.7	0.00	5.02

星体	平均半径		扁率 $\frac{a-c}{a}$	体积	平均密度		总质量	
	公里	与地球比		与地球比	克/厘米³	与地球比	10^{27}克	与地球比
太阳	695980	109.24	0.002	1303750.0	1.41	0.256	1991000	333166
水星	2433	0.38	0.029	0.056	5.43	0.984	0.318	0.053
金星	6053	0.95	0.00	0.857	5.26	0.953	4.883	0.817
地球	6371	1.00	0.0034	1.000	5.52	1.000	5.976	1.000
火星	3380	0.53	0.005	0.149	3.91	0.708	0.642	0.108
木星	69753	10.95	0.063	1312.5	1.34	0.243	1810.0	319.61
土星	58219	9.14	0.103	763.0	0.69	0.125	568.4	95.11
天王星	23470	3.68	0.070	49.99	1.60	0.290	86.82	14.53
海王星	22716	3.57	0.079	45.32	2.27	0.411	102.7	17.18
冥王星	5700	0.89	0.156	0.72	1.65	0.299	1.08	0.18

星体	平均表面重力		表面压力	表面温度℃		表面状况	反照率	卫星数
	厘米/秒²	与地球比	(大气压)	夜间	白天		%	
太阳	27872	27.9	1.4	—	—	气体等离子体	—	—
水星	357.8	0.36	1－4(估计)	－185	＋410	固体	5.6	0
金星	887.4	0.90	102	－40	＋500	固体、云层	72	0
地球	980.7	1.00	1	＋2	＋22	固体、云层	39	1
火星	374	0.38	5^{-3}	－103	＋27	固体	16	2
木星	2601	2.65	10^{4}－10^{7}	－150	＋10	云层	70	16
土星	1117	1.14	10^{1}－10^{4}	－170	－50	云层	75	22
天王星	1049	1.07	2－8	－170	－160	云层	90	5
海王星	1325	1.35	5－10(估计)	－170	－150	云层	82	3
冥王星	221	0.23	不详	－230	－210	?	14.5	1

【类木行星】 Jovian planet 太阳系中木星、土星，天王星和海王星，其特点与木星类似，所以叫做类木行星。它们距太阳较远，与类地行星相比较，它们的体积大、质量大、密度小、表面温度低、自转速度快、卫星多，并有由气体和尘埃组成的、平行赤道的带状物，与地球上的纬向构造似有某些相似之处（见“行星”条的太阳系行星的轨道要素和物理特征简表）。

【巨行星】 giant planet 指木星和土星这两颗行星。

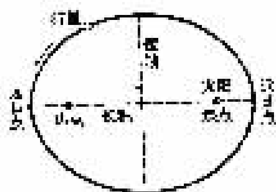
【行星学】 planetology 研究行星系中行星、卫星等天体的物质形态、运动特征和伴生的能量转化的宇宙科学。它与天体力学和天体地质学有密切联系。行星学是天体演化学的一门分支学科。

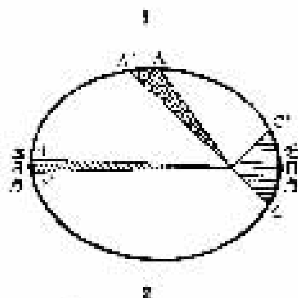
【比较行星学】 comparative planetology 把各个行星的物理性质、组成成分和物态、内部构造、表面特征等进行单项和综合对比，找出它们的异同点，然后归纳出它们在成因和演化上的共同规律和特殊规律。是天体演化学的一门分支学科。

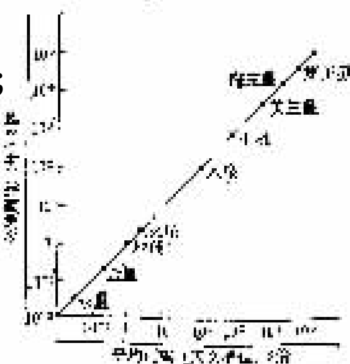
【波得定律】 Bode’s law 又称提丢斯—波得定律，是表示各颗行星和太阳的平均距离之间的一种关系。1766 年提丢斯（J. O. Titius1729—1766），提出，1772 年经柏林天文台台长波得（JohannElert Bode，1747—1826）改进公布。这定律说：在 0.4 上各加以 0.0，0.3，0.6，1.2…等数，便得各行星和太阳之间的平均距离，单位是天文单位。九大行星到太阳的平均距离依次为：此序列大致近于行星距离的天然序列，只是它在表示火星和木星距离的 1.6 与 5.2 之间多一个 2.8，而缺少表示海王星距离的

	0.0	0.3	0.6	1.2	2.4
+)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	0.4	0.7	1.0	1.6	2.8
	水	金	地	火	小行星
实测值	0.39	0.72	1.00	1.52	2.9
	4.8	9.6	19.2	38.4	76.8
+)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	5.2	10.0	19.6	38.8	77.2
	木	土	天王	海王	冥王
实测值	5.20	9.54	19.18	30.06	39.44

30.1，此外77.2与冥王星的实际距离（39.5）相差也太大。上述模拟出的行星距离天然序列的方法，称波得定律或波得定则。在此定则发表时，天王星等尚未发现。而天王星（1781年发现）与小行星（谷神星，发现于1801年）的发现，给了它以生命力，证实它有一定预见性。天王星的实际距离与预见值相差不大，而火星与木星距离之间的2.8这个值，又恰好与谷神星、智神星这两颗最著名的小行星的距离相符合，后来还进一步发现，在火星与木星之间有一个小行星带，其多数距离太阳为2.5天文单位。总之波得定律只能作为求行星距离的近似方法。







开普勒三定律示意图
1.第一定律，2.第二定律，3.第三定律

【开普勒定律】　Kepler’s laws；3a－德国天文学家开普勒（Kepler，1571—1630年）根据丹麦天文学者第谷（1546—1601年）20多年的观测资料和他自己的观测记录，总结出了以他的名字命名的行星运动三大定律：①行星运行的轨道是椭圆形的，太阳位于椭圆的一个焦点上；②从太阳引向行星的矢径在相同的时间内，在轨道平面上所扫过的面积相等；③行星公转周期的平方与它和太阳的平均距离的立方成正比。开普勒发现了行星运动三大定律以后，阐明了行星轨道的几何特征，而其物理原因只是肯定了力的存在，并指出了来自太阳，但未能发现力的定律，后来被牛顿的万有引力定律所揭示。

开普勒第三定律

星名	公转周期（年）	和太阳平均距离（天文单位）	周期平方	距离立方
水星	0. 241	0. 337	0. 058	0。058
金星	0. 615	0. 723	0. 378	0. 378
地球	1. 000	1. 000	1. 000	1. 000
火星	1. 881	1. 524	2. 540	3. 540
木星	11. 862	5. 203	140. 7	140. 8
土星	29. 458	9. 539	867. 8	868. 0

【宇宙速度】　cosmic velocity　指物体摆脱地球引力飞向星际空间所必须具有的速度：①作为人造地球卫星环绕地球运行必须具有的速度是 7. 9 公里/秒，称为第一宇宙速度或环绕速度；②作为人造行星环绕太阳运行必须具有的速度是 11. 2 公里/秒，称为第二宇宙速度或脱离速度；③脱离太阳系飞向星际空间必须具有的速度是 16. 7 公里/秒，称为第三宇宙速度。

【逃逸速度】　escape velocity 又称脱离速度。是从地球（或其它天体）表面一个物体向宇宙空间要脱离地球引力场范围所必须具备的最低速度。地球的逃逸速度为 11. 2 公里/秒。

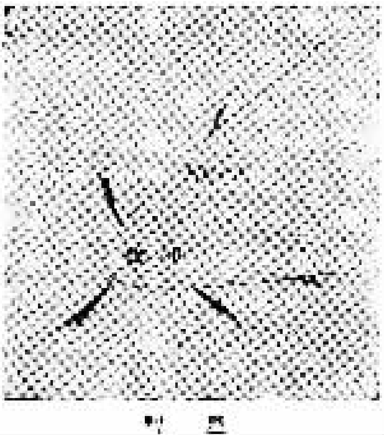
【洛希极限】　Roche limit　两颗星体在万有引力下相互吸引，主星对伴星的潮汐应力与伴星的抗张强度相等时的最短距离叫洛希极限。两星距离小于洛希极限时因主星引力大增，致伴星会破裂崩解。法国数学家洛希（E. Roche）根据无抗张强度的星体来确定的这个极限，故名。洛希极限决定于主星和伴星的相对质量和密度。如果主、伴星密度相同，则洛希极限值为主星半径的 2. 44 倍；月球的洛希极限值为地球半径的 2. 89 倍，约 18，400 公里。

【反照率】　albedo　太阳光照到太阳系中行星、卫星或其它小天体上部分被反射，部分被吸收，反射的比率称反照率。深色的物体的反照率较低，浅色物体的反照率较高。一个物体的反照率为 1 即表示它完全反射了照到它的光，而黑体的反照率为 0。由于光线在不同的方向的反射性能不同，在实际计算一个行星和卫星的反照率时，应估计到太阳光与所测物体的方位和地球与所测物体的方位之间的角度。反照率是测量行星、月球和小行星等天体表面性质的一项指标。

【卫星】　satellite　围绕行星运转的星体。月球就是地球的卫星。卫星和行星一样，本身不发光，而是反射太阳的光。太阳系里除水星和金星尚未发现有卫星外，其它 7 颗行星已发观 50 颗卫星（地球 1 颗、火星 2 颗、木星 16 颗、土星 22 颗、天王星 5 颗、海王星 2 颗和冥王星 1 颗）。其中有 6 颗是逆行的。

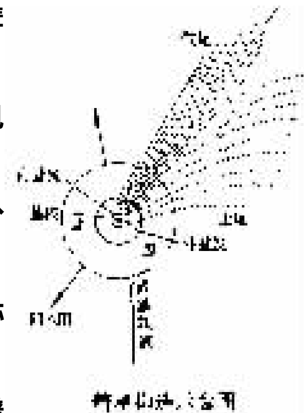
【彗星】　comet　俗称扫帚星，我国古代也称妖星、孛星、蓬星、㊺枪，它是绕太阳公转的天体。由于其运转轨道呈椭圆，抛物线或双曲线，时而离太阳很近，时而又离

太阳很远，有时甚至一去不复返。因而其形状特殊，当远离太阳时，呈观一个发光的云雾状小斑点；当接近太阳时，便拖出一条长尾，形如扫帚，背着太阳方向延伸出去，其长达数千至数十亿公里，如1843年出现的大彗星，尾长达3.2亿公里，1882年出现的大彗星，尾长达15亿公里。这是彗星接近太阳时由于其光压和粒子辐射把气体和尘埃逐出彗头的缘故。它与太阳系其他天体相比，就具有密度小、质量小、体积庞大、形象特殊的特点。目前世界上已发现的彗星有1500多个，算出轨道的到1978年有964个。我国历史上约有600次彗星记录。从《晋书·天文志》载：“彗星无光，传日以为光，夕见则东指，晨见则西指。”从秦始皇七年（公元前240年）到清宣统二年（公元1910年），哈雷彗星共出现过31次，我国每次都有记录。世界土最早的记录见于《春秋》一书：“鲁文公十四年（公元前613年）秋七月，有星孛入于北斗。”西欧关于哈雷彗星的最早记录在公元66年，比我国最早的记录迟了670多年。1965年我国紫金山天文台发现了两颗彗星，我国的这些宝贵资料，对研究哈雷彗星轨道的变化，探讨冥王星以外有无行星等问题，具有重要意义。天文上观测彗星有喷气和爆发现象，表明彗星上亦有爆发性化学反应。彗星对地球的可能影响有很多讨论，比较现实的彗星的有毒成分（氰化物）在靠近地球时，有可能污染大气，污染程度尚无定论；另一个危害是彗星体以较高速度冲击地球，这是相当罕见的事件，但从地质时间尺度来看是值得注意的一个因素。



【扫帚星】　“彗星”的俗称。

【彗星构造】　cometary structure　彗星的一般构造有一个彗头（cometary head）和一条彗尾（cometary tail）。彗头中心有一个彗核（cometary nucleus），其外包围着彗发（coma）。彗核直径只有几公里，是彗星惟一的固体部分，彗星质量（10^{16}—10^{18}克）几乎全部集中在彗核内，密度约1克/厘米^3。彗发直径随与太阳径向距离不同而异，从20，000—200，000公里以上，在挨近太阳时最大。彗发分内外两层，内彗发（inter－coma）直径约2000公里，是尘粒和中性气体的混合层；外彗发（outor－coma）由中性气体分子组成，密度约2.6×10^{-20}克/厘米^3，只有地面大气密度的20亿亿分之一。彗头外面还有一层氢云包围的彗晕（comet halo）是由OH和H组成的更稀薄气体，直径可达几百万—几千万公里。彗尾是从彗头伸出来的，长度也与太阳径向距离成反比，从100万—1.5亿公里，根据组成物质不同有尘尾和气尾之分。多数彗星同时有两条彗尾，多的有六条，但有的只有一条短尾。



【彗头】 cometary head　彗星的主要组成部分。包括彗核和彗发。详见“彗星构造”。

【彗核】 cometary nucleus　彗头最中心的部分。详见“彗星构造”。

【彗发】 comla　彗头的组成部分，位于彗核的外围，分为内彗发和外彗发两部分。

【彗晕】 comet halo　彗头外围包围的一层稀薄气体，称为彗晕。

【彗星成分】 comet's composi－tion　观测分子发射谱带和原子发射谱线可求出彗星成分，由于谱线部位关系，成分不易十分确定。彗核不能直接看见，其成分靠间接推测，一般认为是由米级硅酸盐岩屑和“复杂”的烃（类似碳质球粒）嵌在水冰和冻结气体（NH_3、CO_2、C_2N_2 等）基质中组成的固体块，在距离太阳远（约 >1.7 天文单位）时象一颗昏暗的星，当逐渐接近太阳时受太阳辐射加热升华和光致电离而产生中性气体分子和微米到厘米级尘屑，形成彗发，主要成分是 H_2O、OH、CO，详见表。HCN、CH_3CN 两种成分是用射电法在科霍切克彗星（comet Ko－houtek）内首次发现的，太阳系里没有发现过，在银河系稠密的星际云中才有，故有人认为彗星是来自太阳系以外的天体。彗发在紫外线照射下，H_2O 分裂成 H 原子和 OH 原子团而构成彗晕。在彗发形成的同时，在辐射压力和太阳风的作用下也形成彗尾。气尾是由带正电的离子组成等离子体尾，运动速度高达 800 公里/秒，总是顺着矢径方向向外延伸；尘尾是太阳辐射的光压把彗头里的尘屑（多数是微米级，厘米级较少，也有米级的尘屑）推出，由于质量比气尾离子大得多，运动加速度很慢，结果滞后于矢径而形成弯曲的扇形尾。由于彗星的原始成分不同：有的含尘粒多，故尘尾特别发育；有的含尘粒少，故气尾比较突出。前者如科霍切克彗星，后者如哈雷彗星。参见“彗星构造”附图。

彗头	彗尾
H, OH, H_2O, O, S	CO^+, CO_2^+, H_2O^+, OH^+
C, C_2, C_3, CH, CN, CO, CS	CH^+, N_2^+, Ca^+, C^+, CN^+
HCN, CH_3CN, NH, NH_2, Na, Ca, K, Ca, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu	

* 不包括[illegible]

【短周期彗星】 short－period comet　绕日运行周期小于 200 年，轨道呈椭圆形或双曲线形状。后者认为是木星对长周期彗星的摄动形成的，也有人认为原是椭圆轨道，受行星摄动才成为双曲线的，所以这种彗星有足够速度改变轨道形状，甚至逃离太阳系。到 1979 年，短周期彗星占已编录的 658 颗彗星的 20% 弱。椭圆形轨道的彗星有明显的周期性，有名的哈雷彗星（Halley's comet）周期为 76.1 年，最近一次近日点时

间是 1910 年 3 月；周期最短的是恩克彗星（comer Encke），周期为 3.3 年，最近一次近日点时间是 1977 年 6 月。大多数短周期彗星的周期集中在 7 年左右。

【长周期慧星】 long – period com – ets 绕日运行周期大于 200 年，轨道接近抛物线形状，越出离太阳 5 万天文单位甚至 10 万天文单位以上，周期长的要隔 10 万—100 万年才偶尔接近太阳一次。绝大多数彗星属于长周期彗星，到 1979 年占已编号的 658 颗彗星的 80% 以上，有 545 颗。1977 年 11 月 3 日我国紫金山天文台在黎明前发现的一颗新彗星，国际上定名为“ 紫金山彗星 ”，编号为 1977q，就是一颗长周期彗星。科霍切克彗星（comet Kohoutek）的周期为 75，000 年，本内特彗星（co – met Bennett）在 1970 年出现之后，要等 1000 多年才再回来。

【哈雷彗星】 Halley ’ s comet 以英国天文学家哈雷的名字命名的一颗彗星。哈雷认为 1682 年出现的一颗大彗星与 1607 年、1531 年曾经出现的彗星轨道相似，经过推算确认是同一颗彗星的三次回归出现。其周期为 76 年。其近日距为 8800 万公里，远日距为 53 亿公里，轨道偏心率为 0.967，是第一颗经计算预报出现的彗星。在我国古代文献中，有世界最早的哈雷彗星记录；而且，从公元前 240 年起，哈雷彗星每次回归出现，中国都有详细的观测记录，这是极其珍贵的天文资料，至今仍有宝贵的价值。哈雷彗星的原始质量约 10 万亿吨，估计每公转一周，约损失质量 20 亿吨，故尚可长期存在。哈雷彗星将于 1986 年 2 月 9 日出现经过近日点，1985 年 11 月 18 日离地球约一亿公里，是最好的观测时刻，位于昴星团附近，届时整夜可以看到。

【奥尔特云】 Oortcloud 大多数彗星成群集中在离太阳 2 万—15 万天文单位地区形成一个彗星云，叫做“ 奥尔特云 ”。这是荷兰天文学家 J. H. Oort 于 1950 年指出有这个彗星云存在。奥尔特认为彗星仍是太阳系成员，当附近有其它恒星经过时，由于摄动使少量彗星轨道改变，有的就进入到太阳系内部。他认为在奥尔特云中有 10^{11} 彗星，总质量约占地球的十分之一到百分之一。

【流星群】 mefeoric stream，meieo – tic swarm 指沿同一轨道绕太阳运动的一大群流星体。行星空间的流星多成群结队运行。属于同一群流星，在空中大多平行运动。流星群的轨道和某些彗星的轨道很接近，表示流星群很可能是彗星瓦解后的碎片、碎块。当流星群闯入地球的大气层时，表现为流星雨。尤其是当地球的轨道与崩解的彗星的轨道相交切时，流星特别多，流星雨尤为壮观。那时从地面看去，许多流星好像从天空中的某一点向四面放射出来，这个公共点称为流星群的辐射点。流星群以其辐射点所在的星座命名。已发现的流星群有 500 多个，其中较著名的有：狮子座流星群、仙女座流星群、英仙座流星群和天琴座流星群等。白天出现的流星群可用雷达方法探测。我国是世界流星群记载最早的国家，《左传》中“ （鲁）庄公七年四月辛卯，夜中星陨如雨 ”，

即记载了公元前687年3月16日的世界上最古的天琴流星群。

【流星雨】 meteor shower 当地球在运行的路程中与流星群相遇时，流星便成群出现、如雨倾泻，所以叫流星雨。参见“流星群”。

【火流星】 bolide 质量巨大的流星体，当其闯入地球的稠密大气层后，与空气发生冲击、摩擦，前面由高温气体组成的压缩云，灼热发光，头部往往形如火球，眩耀夺目，并常常拖着一条长长的光带，称这种流星为火流星。参见“流星”。

【流星余迹】 meteor trail 流星在其穿过地球大气层（离地面50—140公里处）的路途上，常常会形成一条云雾状的长带，称为流星余迹。它由电离的气体和流星体的碎片所组成。研究流星余迹，可以准测地球高层大气的物理状况，并可利用它进行地面无线电通信。

【地月系】 Earth－Moon system 月球是地球的一颗卫星，它和其它行星及其卫星不同；月球和地球与其它行星及其卫星相比较，在直径、质量上都相差不大（见“月球”），地、月相距又近，两者间万有引力较大，因而在绕日运行中地球和月球便成一个互相吸引又互相排斥的共同体，并有一个共同质心，称这个共同体为地月系。称共同质心为地月系中心或质心，它位于离地球中心约4645公里或距地心0.73倍地球半径处。所以月球并不是绕地心而是绕共同质心运行，每天运动速率为$13^{0}.19$，周期为27.3天，即恒星月。

【太阳】 Sun 太阳系的中心天体，是一颗恒星。是地球上光和热的主要来源。太阳直径为1，391，980公里，为地球直径的109倍，体积为地球体积的130万倍。质量为1.99×10^{33}克，为地球的33万倍，平均密度为1.409克/厘米^3。太阳是一个炽热的等离子气体球，表面的绝对温度约为6000度，越向内部温度越高，中心绝对温度达20，000，000度。发光度为3.9×10^{33}尔格/秒。由氢核合成氦核的热核反应产生巨大的能量，以辐射的方式，由内部转移到表面，而发射到空间。肉眼看到的表面层称光球，光球上面的一层称色球，最外层称日冕，这几层组成太阳的大气。太阳也在自转，其周期在日面赤道带约为26.38天，越近两极越长，在两极区为32.5天，平均周期为27天。其变化是：北（南）纬20°为27.27天，北（南）纬40°为27.5天，北（南）纬80°为30天。太阳和地球几乎是由同样的化学元素所组成的，不过比例上有差异。太阳上最丰富的元素是氢，其次是氦，还有碳、氮、氧和各种金属。太阳与地球的平均臣离是149，598，000公里。

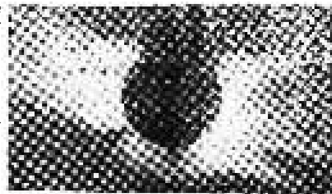
【太阳对流层】 conlection zone of the Sun 在太阳大气（光球层）以下处于对流状态的一个层次，一般认为厚约15万公里。由于该层内的氢不断电离，增加气体比热，破坏了流体静力学平衡，引起气体的上升或下降，形成了对流。目前关于太阳对流层理

论的研究还很不成熟，未能得出定量结果。

【光球】 photosphere 又称光球层。用肉眼所看见的太阳表层。厚度约100—300公里，由它发射出太阳大部分光能。太阳黑子，光斑等都在这一层里活动，光球的平均温度约6050°K，所以所有元素都处于中性原子状态或低电离度的离子状态。

【色球】 chromosphere 又称色球层。是太阳大气的中间一层。位于光球层之上，大约延伸至几千公里高度，温度从几千度上升到几万度。主要由氢、氦、钙等原子和离子所组成。平时用单色光观测，日全食时当光球发出的强烈光线被月亮所掩蔽时，也可见到这个暗红色的气层，所以叫色球或色球层。

【日冕】 solar corona 是太阳大气层最外、最厚，最稀薄的一层。主要由高度电离的原子和自由电子组成，温度高达1，000，000°K以上。其范围、形状同太阳活动有关。太阳活动极盛期，日冕呈圆形，伸出达几个太阳半径远；在极衰期，日冕在太阳两极处缩短，在太阳赤道带突出。日冕可分内、外冕两部分，离太阳圆面边缘不大于0.3太阳半径的日冕部分称内冕，高约20，000公里，亮度约为光球的百万分之一，几乎和满月一样亮；大于0.3太阳半径的日冕部分称外冕。日冕光谱中的连续散射由两部分组成，一是日冕内自由电子散射的连续辐射，一是太阳和地球之间行星际尘粒散射的光球辐射。以前只能在日全食时观测日冕，现可用日冕仪经常观测。近年来，人造卫星的观测表明日冕气体不断地向外扩散，形成太阳风。



日冕，1973年6月日全食时

【太阳活动】 solar activity 太阳表层一切活动现象的总称。是太阳局部剧烈变化的表现，如黑子、光斑、谱斑、耀斑和日珥等现象，通称太阳活动。它们之间往往密切联系，伴生出现，并互相转化。太阳活动通常以太阳黑子为主，它随黑子的出现而增强，消失而减弱。黑子区常为太阳活动中心，活动中心随太阳自转而移动。太阳活动有强有弱，平均11.04年为一周期，峰期三至四年。峰年时太阳活动剧烈，紫外线和微粒辐射增强，当达到地球大气层时，引起磁暴、极光、电离层扰动以及无线电通讯中断等现象。太阳活动也影响气象、水文等各种地面上的现象。

【太阳活动预报】 solar activity prediction 指对于太阳表面活动情况的预先报告。目前对预报工作做得比较成功的是为期一天的耀斑预报。太阳活动直接影响到多种地球物理现象，当日面上出现大耀斑时，往往还同时发射出强烈的紫外线、X射线和大量的高能粒子流，它们能使地球大气电离层的电离度增高和电波吸收加强，从而影响地面无线电通讯的正常进行。地球高层大气受到太阳活动的影响，温度、密度也会发生很大的变化；此外，太阳活动对气象、水文、地震、人造卫星的运行和探测工作都有影响。太阳活动预报需要完整的太阳地球物理资料，同时要求进行国际合作。预报根据的数据包

括有黑子、耀斑、谱斑、太阳X射线、太阳射电、日冕发射线、太阳微粒辐射、太阳风和各种地球物理数据。美国博尔德空间环境服务中心是全世界的预报中心，从这里每天一次发布地球物理警报。总的说来，目前预报的水平还不够高。

【太阳黑子】　sunspot　太阳光球表面暗黑的斑点。我国在汉永光元年（公元前43年）间就发现了黑子。在《淮南子》上记载有“日中有瘸乌”，瘸乌即指日斑。《汉书·五行志》里载有：“汉成帝河平元年（公元前28年）三月乙未，日出黄，有黑气，大如钱，居中央”。不但说明黑子出现的日期，而且说明了黑子的形状、大小和位置。和黑子活动有联系的极光现象，我国也有丰富的记录，从《汉书·天文志》里记载的建始元年九月戊子（公元前32年10月24日）的一次开始，到公元十世纪为止就有145条。利用这些资料可以研究地球磁场的变化和日地关系等问题。黑子大小不一、直径从1000至200，000公里不等。大黑子往往有一个或数个暗黑的核心，称本影或暗核，四周围绕较淡的边框，称半影。黑子的绝对温度为4240°K，比光球低约1370°K，在明亮光球反衬下显得暗黑。若整个日面均被黑子布满，太阳亮度可比平常亮度减弱三分之二。黑子常成对、成群出现在太阳中、低纬度区，总是由小到大，由少到多，由简单到复杂；再变小变少，最后消失，演变寿命从几小时到18个月。黑子具有磁场，强度约1000至4000高斯，而每对黑子的前导黑子和后随黑子的磁性正好相反，黑子的磁极性约11年变更一次，与黑子数具有的11年周期变化相符。黑子出现时，引起色球层和日冕扰动，产生耀斑和爆发日珥等现象，太阳活动有时抛出大量带电粒子流，经十几小时至几十小时到地球大气层，与地磁场遭遇而产生磁暴、极光等现象。

【太阳黑子相对数】　sunspot rela－tire number　表示太阳黑子活动程度的一种指数。为1849年瑞士天文学家吴尔夫提出，故又称为吴尔夫黑子相对数。其定义为

$$R = K(10g + f)$$

式中g为日面上观测到的黑子群数，f为观测到的单个黑子总个数。K为换算因子。随观测者的具体情况不同而异。吴尔夫在他自己观测中取$K = 1$。任一观测者用他自己的观测值与苏黎世同期的观测值比较，可得出他自己观测中的K值为：$K = R_z/(10g + f)$，式中R_z。为苏黎世的黑子相对数。

【太阳黑子周期】　sunspot cycle　太阳黑子活动所具有的周期性变化规律，称为太阳黑子周期。根据对黑子长期观测的记录分析，得出太阳黑子活动周期约为11年左右。后来又发现黑子还有22年的周期和大约80年的长周期。太阳黑子周期同一系列的地球物理、水文、气象等现象有密切的联系。太阳黑子11年周期的另一种显著表现，是黑子群在日面纬度上分布状况具有的规律性，称为斯玻勒定律。研究太阳黑子周期的目的，是为了弄清各种周期的物理机制。当前对太阳活动的周期性有两种解释：有人认为

太阳活动周期性起因是由于太阳大行星对太阳的起潮力所引起，或由其引起了“触发”作用而使太阳活动；也有人认为太阳活动的周期性起源于太阳本身，目前还没有肯定的结论。



1700—1975年间太阳黑子的变化

【黑子本影】 penumbra of sunspot 发展完全的黑子中间的暗核部分是黑子本影。本影有很强的磁场，强度约为1000—4000高斯，此与黑子大小有关，黑子的面积越大磁场越强。磁场的方向大致是径向的。本影自身还具有结构，如本影点、本影闪耀，表明本影中的物质分布是不均匀的。有些黑子在分裂之前，还出现跨越本影的亮桥。它的出现可能是黑子接近分裂乃至最后瓦解的标志。

【黑子半影】 penumbra of sun－spot 围绕着黑子本影的较亮的边缘部分称为黑子半影。黑子半影是黑子本影和光球间的过渡区，由许多稍亮的（仍比光球暗）径向纤维组成，宽约300公里，寿命约一小时，结构复杂的黑子其半影呈现旋涡结构。黑子半影可能是由于本影磁场向周围光球渗透引起的，其磁场强度从内边界向外边界迅速地下降。在多数的黑子半影里，还有不同形状的亮客体，甚至有时超过附近光球的亮度。

【光斑】 faculae 太阳光球上一些发亮的、外形不规则的大块斑点。常伴随黑子出现，有时在黑子附近，有时在远离黑子的地方。光斑的寿命比黑子长，温度比周围大气的温度高约900°K。光斑线径的大小约数千公里，与黑子一样，具有11年的周期。光斑的磁场主要为纵向的，强度可达数百高斯。

【米粒组织】 granulation 用天文望远镜观测太阳，在太阳光球层上布满极不稳定、明亮的多角形斑点，称为“米粒”，这些米粒结构的统称，叫米粒组织。一个“米粒”的直径为700—3000公里左右，寿命最长只几分钟（3—5分钟），温度比周围光球背景高200°—400°K，亮度强30%。从米粒斑在太阳圆的中心部分而不在边缘出现，似乎说明它是光球深层的结构，即光球层下面存在着对流层，对流层中有一些细小股气流的不规则扰动，炽热气流上升到表面时，就是人们所看到的米粒斑。近年来，观测到超米粒，直径约30，000—50，000公里，寿命约20小时。一般认为超米粒起源于较深的对流层，由对流的不稳定性产生，和太阳活动区关系密切。

【耀斑】 solar flares 用氢的 H_a（波长6563埃）线单色光观测太阳活动区，特别是黑子区时，有时可看到一种亮斑面，开始象一小谱斑，突然出现（10—30秒内），亮度剧增，可超过色球背景亮度好几倍，然后逐渐消失，或遗留一普通谱斑，此现象称耀斑，或称色球层爆发。常出现在太阳表面大黑子或黑子群附近，与黑子活动有密切关系。黑子多时耀斑出现的机会也多。整个演变过程有的短于1分钟，有的长达1小时半以上；一般说，亮度越大，爆发面积越大（可达36亿平方公里以上），寿命也越长

（达 2 小时以上）。按照亮度强弱、面积大小和寿命长短等特征把耀斑分 4、3、2、1 等四个级别。大耀斑出现时，紫外线和带电粒子流的辐射大大增强，对地球大气物理影响很大，磁暴、极光频繁出现，无线电通讯受到严重干扰，宇宙线强度有时也增强。耀斑往往可能产生对载人宇宙飞行有很大危害的高能粒子辐射和短波辐射，是各类太阳活动中活动最剧烈，也是对于地球物理现象影响最大的一种太阳活动。

【色球爆发】 chromospheric eruption 即“耀斑”。

【谱斑】 plaaes 在太阳色球层中，用某些单色光（常用氢线或钙线）拍摄的太阳照片上具有的明亮区域，称谱斑，位于色球内，在光斑上面。严格说，谱斑是光斑在色球层中的延伸。谱斑的温度比周围高。大小差别悬殊，直径从 1000 公里到几十万公里不等。形状和结构经常变化。常聚集在黑子和光斑附近，是微粒辐射的光源处之一，存在期常比黑子的寿命要长。其面积大小是太阳活动强弱的一种表现。

【日珥】 solar prominences 俗称太阳的火焰，是出现于色球层上的炽热光发物。日珥在日全食时清楚可见，平时用特制光谱仪或干涉滤光片可看到。按日珥形状及其内部物质运动速度和特征，把日珥分为宁静日珥，活动日珥，爆发日珥等不同类型。日珥温度大约为 5000°至 10，000°K；化学成一般和色球相同，主要由氢组成，呈朱红色。投影在太阳圆面上时，日珥呈现为暗条。平时或日全食时利用色球望远镜或分光镜等仪器进行单色光观测，才能看得见日珥。有时日珥以很大的速度射出，高度达 10，000—1，000，000 公里，再向色球层落下，寿命一小时到几个月，速度可达 10—100 公里/秒。日珥的多少和黑子一样，周期约 11 年。至今尚无一种理论能圆满解释日珥的各种现象，看来除了重力和光压外，主要就是电、磁力起着很大作用。

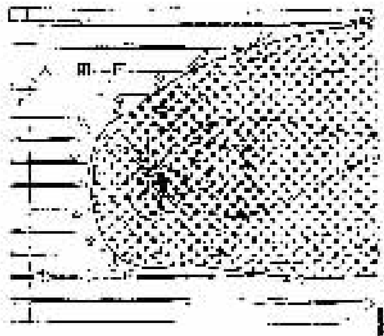
【暗条】 filaments 太阳边缘看见的日珥如投影在太阳表面上，呈现为暗黑色的条带，称为暗条。有些暗条是极性相反的局部磁场的分界线，在一定程度上反映出太阳磁场的复杂结构。暗条的产生、发展和消失有一定的规律。但也有在很短的时间内突然活跃起来，甚至突然消失的暗条。暗条（日珥）是太阳视面上引人注目的活动之一。

【太阳射电】 solar radio radiation 指来自太阳的无线电波段的辐射。太阳射电包括有宁静太阳射电、太阳缓变射电和太阳射电爆发三种。宁静太阳射电是在日面上无局部射电源时仍然存在的一种太阳射电。太阳缓变射电是太阳上出现微弱扰动时产生的一种太阳射电。其强度变化具有与太阳自转周期相同的为期 27 天的周期。太阳射电爆发是当太阳表面具有强烈的扰动时所产生的一种强度陡增的太阳射电现象。太阳射电与太阳 X 射线、太阳宇宙射线以及地球上的磁暴现象有着很密切的关系。某些类型的射电爆发，伴有色球物质抛射，对地球有显著的影响。

【太阳微粒辐射】 solar corpuscular radiation 又称粒子辐射。太阳表面不断发射出的大量微粒，从太阳活动区，如光斑、谱斑，特别是耀斑时常喷射出来，包含质子、电子和离子等各种墓本微粒。当微粒到达地球附近时，使地磁场发生扰动，产生强烈磁暴，使电离层发生显著变化，影响地面无线电波传播和气候变化。有时由于地磁场的影响，带电粒子轨道发生弯曲，集中于地球两极区域的高空，电离层受带电粒子激发而产生极光。目前，按速度和能量大小，把太阳微粒辐射分为宇宙线质点、快速微粒流、慢速微粒流和连续微粒流（即太阳风）等四类。

【太阳质子事件】 solar proton event 在很强的耀斑发生后几分钟到几十分钟内，有时地面上宇宙线的强度会突然增加百分之几十到一倍以上。这是伴随大耀斑从太阳上抛出的宇宙线质点（主要是质子）以每秒十几万公里的速度飞到地球上来的结果。宇宙线质点的能量达几十亿甚至上百亿电子伏特。这类事件称为质子事件。研究这类事件，对了解行星际空间的物理状态等问题有重要意义。

【太阳风】 solar wind 从日冕向星际空间辐射出来的等离子体粒子流，是微粒流，所以又叫日射微粒流。1962 年“马利纳”2 号人造卫星的发射，证实了行星际空间存在着这种连续、快速速的等离子流。一般认为，它是高温（约 10，000，000°K）、高速（250 至 300 公里/秒）、低密度（在地球附近是 1 至 10 个粒子/厘米^3）的气体流。由于日冕温度极高（达 1，600，000°K 左右），气体向外膨胀，形成向太阳四周飞去的微粒流。因高速微粒流象从太阳不停地向外吹出的一股风，所以称太阳风。太阳风速度随远离太阳而增大，至地球上空达 450 公里/秒。实际是太阳终年不断地抛射出的一种


太阳风

霰状、稀薄的微粒辐射，它受太阳自转的影响，成为旋转的弯曲形状，对地球有许多重要影响。一般认为太阳风与日冕不断膨胀有关；最近有人认为太阳风来自日冕中的冕洞，日冕因高温膨胀不断向外抛出的粒子流，并将从日冕冕洞（用 x 射线和远紫外线所观测到的日冕辐射急剧减弱区域）抛出的太阳风称为持续的太阳风或宁静太阳风，在地球附近速度约 450 公里/秒，每立方厘米所含质子数约 5—10 个，质子温度达几万度。当有太阳活动时，日冕常抛射出更强的粒子流，有时称为扰动太阳风，平均速度可达 1，000—2，000 公里/秒，在地球附近每立方厘米所含质子数可达几十个，质子温度有时可达百万度以上。

【太阳常数】　solar constant　在地球大气以外，距离太阳一个天文单位的地方，垂直于太阳光线的方向，在单位面积、单位时间内接收到的所有波长的太阳总辐射能量，叫做太阳常数。通常用符号 S 表示，其单位为卡/厘米^2·分钟或瓦/米^2。由于太阳辐射的能量主要集中在可见光波段，因此，太阳常数涉及的波段并不太宽，主要集中在 0，3 微米到 3.0 微米之间。精确测定太阳常数对于研究太阳、地球大气结构十分重要，同时对于气象、航天、环境科学、太阳能利用都十分有用。太阳常数值约为 1.97 卡/厘米^2·分钟。太阳常数是太阳影响地球的一个重要物理量，它本身的值是否有所变化，是一个迄今尚未研究清楚的问题。太阳表面活动在太阳常数方面引起的变化，完全可以忽略不计。目前认为不排除有小于 1% 的太阳常数变化值。

【太阳演化】　evolution of Sun　目前认为太阳及其行星是在大约 50 亿年前由星际物质云在自引力作用的情况下，逐渐收缩形成的。目前的太阳状况已维持了 50 亿年左右，它在氢燃料耗尽之后，将由氦或其它较重的元素来维持核反应，以提供其能源。其间它将逐渐转变成红巨星，继而再变成红超巨星。当核能源耗尽之后，将发生引力塌缩，半径急骤缩小，密度大幅度增加，从而演变成为一颗白矮星。当它不再收缩时，再也没有能量可供释放，进而变成一颗黑矮星，其“生命”也告终止。寿命估计可达 100 亿年。

【太阳运动】　solar motion　又称太阳本动，是指太阳相对本地静止标准的运动。1783 年，威廉·赫歇尔在分析了 7 颗恒星的自行后，首次得出了太阳运动的结论，并指出太阳运动的方向在指向武仙座，1837 年，阿格兰德最后确证了这一结论。根据实测，得出太阳相对邻近恒星运动的速度为每秒 19.7 公里，向着天球上赤经 18 时 04 分；赤纬 +30°的方向运动，该点称为太阳向点，其在天球上与之相对的另一点称为太阳背点。

【日地关系】　solar－terrestrial re－lationship　系太阳物理学和地球物理学之间的边缘学科，以研究太阳活动对地球的影响和其间的相关关系为内容的学科。现已确知太阳耀斑出现后，地球上就出现一系列的电离层效应。太阳活动对地磁方面影响最大的是磁暴。此外，通过统计分析，还肯定了太阳活动和地球气候变化之间的关系。1801 年，威廉·赫歇尔首次指出太阳黑子与地面雨量的关系。近年来，国际上对日地关系方面的研究，开展了大量的工作，取得了一定的进展。日地之间由太阳活动引起地球气候变化的关系，为天气学研究开拓了新领域，为提高天气预报水平提供了一个好的前景。应当指出，日地之间的关系是密切的、复杂的，有不少方面还有待于进一步开发，是一个非常值得注意的研究领域。

【恒星】 star 指由炽热的等离子体组成，自身能发光的天体。在天空中看到的星绝大多数是恒星。太阳便是无数恒星中很普通的一颗。除太阳外，其它恒星离我们都十分遥远，最近的也有 4.3 光年，因此，用最大的望远镜观察恒星也只是一些光点。在整个天空中，人眼能够看到的恒星约 6，500 颗，用天文望远镜看，则多得难以计数。恒星实际上都是动而不静，但因离我们太远，在短期内感觉不到它们相互间的位置有多大改变，所以古时叫它们为“ 恒星 ”，便沿用至今。恒星和太阳一样都有快慢不等的自转运动，物理性质也千差万别：直径从太阳的千分之一以下到千倍以上；质量从太阳的二十分之一到一百倍；密度从水的几千万分之一到千万倍以上；光度从太阳的几十万分之一到几十万倍；表面温度从几百到几万度（摄氏），而中心温度可达千万度甚至亿度以上。维持恒星辐射的能源主要是原子核反应。

【巴纳德星】 Barnard star 1916 年美国天文学家巴纳德（Edward EmersonBarnard，1857—1923）在蛇夫座内发现的 1 颗 10 等星，是距离我们很近（5.9 光年）的一颗恒星（M_5 型矮星）。它的光度很暗，只有太阳光度的 4/10，000，自行非常大，每年为 10.31 角秒，对应的横向速度是 88 公里/秒。它在 184 年中移动的距离等于月亮的视直径。它的运动路径存在着以二十五年为周期的摆动，1965 年对这一点作了分析，它应有两颗行星，分别称 B_1 和 B_2。B_1 的质量为木星质量的 1.1 倍，轨道半径为 2.3 天文单位；B_2 的质量为木星质量的 0.8 倍，轨道半径为 4.7 天文单位。它们都沿椭圆轨道绕巴纳德星公转，是一个类似太阳系的行星系。迄今，已发现了二十多个邻近我们的恒星具有行星系，除巴纳德行星系外，还有 BD +68°946，天鹅座 61 星等。这说明，太阳系在宇宙间并不是惟一的行星系。

【星等】 magnikude 是区分天体亮度强弱的等级。早在公元前二世纪，天文工作者已凭肉眼观察，将恒星的亮度分成六等，星的亮度越大，星等的数值越小。最亮的恒星叫 1 等星；肉眼免强能看见的星叫 6 等星；相对有 2 等、3 等……等星。天文望远镜发明后，可以见到更弱的星，于是又扩展到用望远镜能看到的星，又有 7 等、8 等……诸星等。更精密地规定星等的办法是，1 等星比 6 等星亮 100，因此每相差一等，亮度就相差 2.512 倍。星等并不限为正数及整数，亮度大于 1 等星的可为 0 等星，甚至是负几等星。例如，天狼星为 –1.46 等星，织女星为 0.04 等星，而太阳相当于 –26.74 等星，满月的平均星等为 –12.6 等星。星等还有视星等、绝对星等、目视星等、照相星等的区别。

【视星等】 apparent magnitude 指恒曷在通过观测点、并与视线垂直的平面上的照度，或天体的亮度表现在人眼、底片或光度计上的等级，以区别于天体的真实亮度或绝对星等。1 等星对于地球上的观测者所产生的照度约为 10^{-6}勒克斯（lux），6 等星约

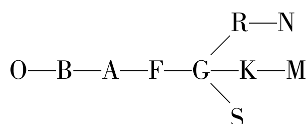
为 10^{-8}勒克斯，比 1 等星还要亮的为 0 等星、－1 等星等。若取 0 等星的亮度为单位，则星等和亮度的关系为：m＝－2.51gE，m 表示恒星的视星等，E 表示亮度。恒星的亮度和距离有关，因此不能以视星等来衡量恒星的光度。

【绝对星等】 absolute magnitude 是区分天体光度的等级。恒星离地球愈近，看起来越亮，所以要在同一距离上才能比较出恒星发光的真正强弱。国际上规定把恒星放在十个秒差距（相当于 32.616 光年）的距离时所具有的星等，称绝对星等。它反映天体的光度，例如太阳因离地球较其他恒星为近，所以看起来较其他恒星要亮，为－26.74 等星；但如果把太阳移到十个秒差距的距离时，太阳就和 4.83 等星一样亮，所以太阳的绝对星等为 4.83 等。

【光度】 luminosity 天体实际发光强弱的量度。对于太阳和恒星，定义为每秒钟由整个表面发射出来的辐射能，以尔格/秒为单位。两个光度相等的恒星，如果距离不一样，则离观测者愈近的星看起来愈亮。所以视亮度是光度（即真亮度）和距离的函数。在天文工作中，视亮度常用视星等表示。恒星的光度也常用太阳光度为单位来表示，例如天狼星的光度约为 34 个太阳光度天体光度又常用绝对星等表示。

【亮度】 brightness 天体在观测点和视线垂直的平面上所生的照度。常用星等表示。

【恒星光谱型】 spectral type of stars 恒星的光谱各具不同特征。每颗恒星都属于一定的光谱类型，它表示该恒星的化学成分、物理状况。光谱类型相同的恒星称为同一类型的恒星，现习惯上取用哈佛分类法，根据它们所表现的物理、化学特性将恒星光谱分为：



十种类型，在各类型后又标以 0、1、…9 等数字表示相应的次型。O、B、A、称早型，K 和 M 称晚型，F 和 G 称为中间光谱型，简称中间型。太阳是 G 型星。O、B、A、F、G、K、M 称主要光谱型，R 和 N 型的特征是具有碳分子（C_2）和氰（CN）所生的吸收带；S 型的特征是具有氧化钛（TiO_2）和氧化锆（ZrO）的吸收带。从早型光谱至晚型光谱的变化，是氢吸收线从强变弱（或无），而金属线从弱（或无）变强的过程。光谱型反映出恒星的表面温度，O 型星最热，它的光最蓝，M 型星温度最低，因而显得很红。每广大类型又可依次细分为若干分型，例如，B_5 便是 BO 和 AO 的中间分型。

【赫罗（H—R）图】 Hertzsprung－Russell diagram 又称光谱一光度图。丹麦天文学家赫兹普伦（Einar Herrzsprung，1873—1967）和美国天文学家罗素（Henry Norris-

Rusell，1877—1977）分别在 1906 和 1914 年首先绘出太阳邻近和银河星团中恒星的光谱型和绝对星等（即相当于光度）的坐标关系图，所以称为赫罗图或 H—R 图。因恒星表面温度不同，就具有不同形式的光谱，一般分为 O、B、A、F、G、K、M 等光谱类型。以恒星的光谱型为横坐标，以其绝对星等为纵坐标，每一恒星在图中以一点表示。可见恒星在赫罗图上的分布是不均匀的，绝大多数分布在图中从左上方到右下方的一条狭长带内，由光度大的 O 型和 B 型星延续到微弱的 K 型和 M 型矮星，形成一个明显的序列，叫做主星序。太阳附近和疏散星团中大多数的恒星，都分布在这个序列上，太阳也在其中。主星序中的恒星叫主序星。图右方中部主星序之上还集中一些绝对星等在 0 等上下的 G、K、M 型星，叫做巨星。图的最上部有一些光度很大，绝对星等在 -2 到 -7 之间的星，叫做超巨星。图下部左方还有一些光度小，体积小，但密度极大的白色星，叫做白矮星。如果用球状星团、椭圆星系或旋涡星系核心部分的恒星来绘同样的坐标关系图，便得到完全不同的形状。光谱 - 光度图表现了天体的光度和表面温度的关系，以及天体变化的时间序列，可以帮助我们了解恒星的演化。



【光谱光度图】 spectrum - luminosi - ty diagram 即“赫罗图”。

【主星序】 main sequence 在赫罗图中绝大多数的恒星分布在从左上方到右下方的一条狭长带内，形成一个明显的序列，叫做主星序。详见“赫罗图”。

【主序星】 main sequence star 主星序中的恒星的统称。详见“赫罗图”。

【巨星】 giant（star） 指光度比太阳大三十至一千倍，即绝对星等在零等上下的恒星。恒星的发光能力不仅依赖于它本身的温度，而且与它的体积有关系。巨星的直径通常比太阳大二、三十倍。虽较超巨星为小，但仍然是很大的，由于这类恒星温度不高，光谱型较晚。颜色发红，绝大多数为 G、K、M 型。所以又叫红色巨星，简称红巨星。银河系及旋涡星系核心部分，球状星团及椭圆星系中有不少这类恒星（参见赫罗图）。

【红巨星】 red giant star 见“巨星”。

【超巨星】 supergiant star 光度比太阳大 5000 倍甚至超过 10 万倍的恒星。分布在赫罗图最上部的恒星多是超巨星，大都是黄色，有的近于红色。超巨星的体积很大，可达太阳体积的 1 万倍甚至 1 亿倍以上。它们的直径有的与地球绕太阳轨道的直径相当，有的甚至超过木星绕太阳轨道的直径，这也是它的名称的由来。其密度很小，由稀薄的物质组成，中心温度约二千万度。例如，猎户座 α 星（中名参宿四）、天蝎座。星

(中名心宿二)和天鹅座 α 星(中名天津四)都是著名的超巨星(参见赫罗图)。

【矮星】　dwarf star　光度小、体积小，在主星序中绝对星等大于 1 的恒星，与巨星相比，虽温度相同，但发光能力较弱，体积较小。太阳就是一颗矮星。参见赫罗图。

【白矮星】　white dwarf star　指体积小、光度小，温度高、密度极高的白色恒星。位于赫罗(H—R)图的右下角。最先发现的一颗白矮星是天狼星的伴星，其体积比地球略大，质量却和太阳差不多，密度比水大三，四万倍，有的白矮星的密度甚至大十亿倍以上。白矮星内部的温度和压力都非常高，原子高度电离，而电子形成简并电子气体，组成物质是极稠密的简并电子气体和原子核的混合物。已发现约 1，000 颗白矮星，银河系中未发现的白矮星还很多。参见“赫罗图”。

【磁星】　magnetic star　具有强磁场的恒星。从某些恒星的光谱，根据塞曼效应定出它们有强的磁场，这些恒星叫做磁星。目前已发现的约 150 颗中，许多磁星的磁场强度和极性在变化着，有的表现出周期性。例如，猎犬座以 α^2 星(中名常陈一)就是一个磁场很强、强度作周期性变化的磁星。

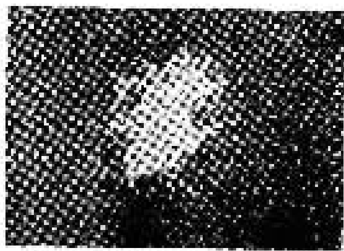
【红外星】　infrared star　辐射能量主要集中在红外波段的恒星。其体积很大，直径可达太阳的几百倍到几千倍，而表面温度却比一般恒星低得多，只有几百度(摄氏)，这是迄今所知最冷的恒星。第一颗红外星是在 1966 年于猎户座大星云中发现的，现已发现五千多颗。一般认为，很大一部分红外星是处于收缩阶段的、很年青的星。有一部分则可能是外壳大大膨胀了的年老星。1967 年还在第一颗红外星附近发现了一个“红外星云”，温度只有绝对温度几十度，质量为太阳质量的一百倍以上，现在认为它是刚开始收缩而形成的一小群恒星。所以，红外天体的发现对于恒星起源和演化的研究有重要意义。

【变星】　variable star　亮度变化着的恒星。银河系内已发现的变星在 3 万颗以上。大致可分为三大类型：脉动变星、爆发变星和食变星。亮度变化范围一般是由 0.1 等到 3—4 等。亮度变化的原因是由于恒星内部或其大气的物理状态的变化所引起的，称为物理变星，前两类属此；亮度变化只是由于两颗很接近的恒星互相掩遮发生变食现象所引起的，称为食变星、又叫几何变星。脉动变星又可分为周期变星、半规则变星和不规则变星；爆发变星又可分为新星、超新星、类新星等。随着近代天体物理学的发展，又发现了一些其他物理特征的变星，如磁变星、红外变星、X 射线变星等。

【新星】　nova　我国古代称为暂星、客星。它的特点是突然发亮、在二、三天或几小时内亮度增加到几千甚至几万倍，几天后亮度逐渐减弱，经一至三十年才恢复到原有状态。新星的光谱大都按一定程序发生变化，由开始的 B、A 型变到 F 型。新星是一种爆发现象，爆发时向空中抛射大量气体，抛射速度可达每秒几十、几百甚至二、三千

公里。新星一般每年爆发十余颗，但肉眼可见的亮新星不多。有的在恢复常态后过一些时间又重新爆发，称再发新星。我国早在殷代（大约公元前一千三百年）甲骨卜辞里就有“七日己巳夕豆有新大星并火”（七日晚有一颗新大星出现在大火——心宿二，即天蝎座 α 星附近）的记载，在另一块同时代的骨片上又有“辛未有毁新星”的记载。汉代以后，新星的记录更多，到公元 1700 年左右，我国约记录了 90 次新星和超新星。在西方，最早的纪录是公元前 134 年的依巴谷新星，这个新星在我国《汉书，天文志》亦有“汉元光元年（公元前 134 年）六月，客星见于房”的记述，房宿就是天蝎座，详细地记录了年份、月份和方位。

【超新星】 supernova 亮度剧激增几千万到几万万借的爆发变星。在极大光度时达 17 或 19 绝对星等，即相当数亿颗太阳的光度。恒星经过这样一次毁灭性大爆炸，物质向四周大量抛射成为弥漫星云，爆发剩下的内核坍崩变成白矮星戎中子星。在历史时间内，银河系里发现的超新星有八个，它们在我国古代文献中都有记载：有 1006 牟、1054 年、1572 年和 1604 年等所发现。如 1054 年出现在金牛座的超新星，只有我国和日本有观测记录，《宋史·仁宗本纪》记“自至和元年（公元 1054 年）五月，客星晨出东方，守天关（金牛座（星）至是没”。在这颗超新星位置上用光学望远镜看到蟹状星云，现已证实它是银河系里一个相当强烈的射电源，就是这颗超新星爆发的遗迹。著名的第谷超新星，1604 年在蛇夫座出现的开普勒超新星，在我国都有记载。河外星系也发现有超新星，如 1885 年第一次在仙女座大星云里发现了一个超新星，以后便陆续发现了不少超新星。到 1979 年为止，已发现河外星系超新星 501 颗。


金牛座蟹状星云，是1054年超新星爆发后形成的星云

【客星】 guest star 我国古代对突然出现的天体的一种称呼。通常指新星、超新星等一类爆发性的天体，有时也指偶然出现的彗星这类天体。但彗星还有一些别的名称，如扫帚星、孛星、妖星、长星、奇星等。因此，如果在文献中出现了“客星”一词，则应当加以鉴定和分析，才能确定它所对应的是那一类天体。

【坍缩星】 cotlapsar 恒星演化的晚期阶段，会迅速收缩成为一个密度很大的天体；如果质量等于太阳质量的两倍以上，则成为一个不能看见的黑洞，这样的恒星称为坍缩星。参见黑洞。

【脉冲星】 pulsar 指周期性地以脉冲形式辐射电磁波（主要是射电波）的一种天体，是 1967 年底被大型射电干涉仪首次发现的新天体。截止 1978 年底，在 17000 秒差距范围内已发现脉冲星 300 多颗，其主要特征为：周期性地发射出短促的脉冲辐射，

周期很短（约0.03—4秒）并有非常缓慢的增长现象，脉冲呈单峰或双峰形状，脉冲持续时间约为周期的几十分之一到十分之几；脉冲辐射是高度偏振的。目前，绝大多数脉冲星只是在射电波段观测到脉冲辐射。对于个别的脉冲星还观测到光学、X射线和γ射线的脉冲辐射。蟹状星云的中心星是最著名的一颗脉冲星，周期0.033秒，目视星等16.5等，距离约6000光年。若以单个脉冲来计算，周期只变长10^{-13}秒，达到了现代氢原子钟的精度。脉冲宽度很窄，数量级只有几个至百十个毫米；但频谱却很宽，无线电频率从40到10000兆赫都有。脉冲星大都分布在银道面两旁。一般认为，脉冲星是具有很强磁场的快速自转着的中子星，可能是在超新星爆发中产生的。蟹状星云的中心星就是1054年观测到的超新星爆发的遗迹。

【中子星】 neutron star 当物质密度达到或超过原子核密度时，物质主要由简并中子组成。由这种物质状态形成的恒星称为中子星。这是由于大于太阳质量的恒星演化到后期，能源接近枯竭，发生猛烈爆发所残存的遗骸。由于恒星激烈爆发后的急剧收缩（即坍缩），使恒星内部产生了极大的挤压力，把原子外层的电子挤到原子核里去，电子所带负电荷和核内质子的正电荷中和，因而形成了中子，并形成高密度的中子结构的物质，成为中子星。它的物理特征是：质量和太阳相当，体积却非常小，直径仅二十公里左右，因此密度达每立方厘米一亿吨。它的自转速度非常快，自转最快的脉冲星，自转一周只需0.033秒。表面温度达1000万度，中心温度达60亿度。辐射功率为太阳的100万倍，有极强的磁场，强度达10^{12}—10^{13}高斯（宁静的太阳表面只有几个高斯的磁场强度）。中子星表面有固定的亮度，旋转一周亮斑发出的光束就给地球送来一个脉冲信号，周期性脉冲辐射是中子星快速旋转的结果。中子星的发现进一步证明了宇宙间物质的多样性，对解决恒星的演化、基本粒子和化学元素的形成等问题都有重大意义。

【黑洞】 black hole 按照广义相对论，当一定质量的天体物质高度集聚在很小体积内，到一定程度，引力场便将强到使该天体周围的空间高度弯曲，弯曲到把自己包围起来，它吸收外来的一切能量，而不以通常的方式向外界发射能量；任何物质一进入洞内，将一去不返地压向洞的中心；洞里的光线一律在边界以内折回。所以它是完全黑的天体而不能直接观测到。二十世纪六十年代，有人根据许多观测资料推测宇宙间可能存在着大量的黑洞，但至今还只是一种理论上的推测，未能得到证实。质量相当于恒星质量（10^{32}—10^{35}克）的黑洞称为坍缩星。

【爱克斯（X）射线源】 X-source 指X射线（从0.1—200埃波段的电磁辐射）发射强烈的天体。太阳是在1948年发现的宇宙中第一个X射线源产1962年才发现太阳系以外的X射线源。有的X射线源所发出的X辐射能，要比它所发出的无线电辐射能和光学辐射能强几十倍，甚至几百倍。而且它的辐射往往是不稳定的，强度会经

常变化。现已发现有一千多个这类射线源，它们的属性和成因大多尚未确定。X 射线源的发现为天文学开拓了一个新领域—X 射线天文学。

【星际物质】 interstellar matter 星系中恒星间的气体及尘埃状稀薄弥漫物质的总称。大部分由各种原子组成，主要成分是氢，也有钙、钠和其它元素的化合物，大多聚成大小为 10 个秒差距（1 秒差距 = 3．2616 光年 = 206265 天文单位 = 3．0852 × 10^{18} 厘米）左右的云状物。星际气体一般是中性的，只有在热巨星和热超巨星近旁才电离。旋涡星系里星际物质之多，简直可与其中恒星的总质量相比。星际物质吸收和散射星光，因而使遥远的星显得更加暗弱，使颜色略变红。最近数年来，用射电方法在星际物质中发现了几十种星际分子，这对认识星际空间有重要意义。

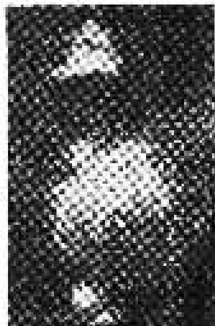
【星际分子】 interstellar molecule 指散布在星际空间的分子。二十世纪三十年代末，首先从光谱中发现 CH（烃基）、CN（氰基）等星际分子。1963 年用射电望远镜第一次观测到星际分子 OH（羟基）的 18 厘米谱线，至 1978 年底，先后发现了四十多种分子形态的星际物质，其中有三十多种是有机分子。这就证明，广阔的宇宙空间充满着物质，不仅有简单的无机物，还有复杂的有机物。其中十种有机分子是：环氧丙烷〔$(CH_2)_3O$〕，甲醛（H_2CO）、丙炔腈（HC_3N）、甲酸（HCOOH）、甲醇（CH_3OH），胩化氢（HNC）、异氰酸（HNCO），乙腈（CH_3CN）、甲酰胺（NH_2CHO），丙炔（CH_3C_2H）。星际物质中的无机分子，有水蒸汽（H_20）、氨（NH_3）以及硫化碳（CS）、硫氢根（sH）、氧硫化碳（OCS）等等。虽然这些分子数量极微，一般不到中性氢原子数量的百万分之一，但研究它们的丰富度和激发度可以获得星云气体和尘埃云的物理状态及其演化历史的重要资料。有关星际分子的形成过程主要有下列看法：①星际气体通过二体碰撞生成分子；②撞落在尘埃微粒表面的原子进而构成分子，或由比较简单的分子构成较复杂的分子；③在恒星的稠密大气中通过多体碰撞而成分子，继而从恒星大气抛出进入星际空间；④尘埃微粒受剧烈碰撞、冲击或其它加热过程而蒸发或分解。这些星际分子的发现，提供了宇宙化学成分的新资料，这对了解星际气体和尘埃云的物理状态，它们的形成和演化过程以及对于研究生命起源问题都具有重要意义。

【恒星演化理论】 theory of stellar evolution 二十世纪四十年代末，德国人史瓦西等根据热核反应理论，提出的关于恒星演化的学说。他们认为，恒星从星云中形成后，先经过一个引力收缩阶段，体积缩小，密度增大，核心温度和压力也逐渐升高。当恒星的核心温度上升到 100 万度时，内部出现氢氦聚变的热核反应，恒星进入“主星序”阶段（太阳目前就处于这样的阶段），在恒星的中心区，热核反应进行得最快，氢燃料先用完，形成“同温纯氦区”。当同温纯氦区的质量超过恒星总质量的百分之四十时，恒星便演化成为一个体积大而表面温度较低的红巨星。在红巨星阶段后期，大量向外抛

射物质，最后成为很小、很密的白矮星”或“中子星”，主要靠冷却而发光，温度逐渐降低，一直到停止发光成为黑矮星为止。这是恒星的“临终期”。有人认为，在一定条件下，恒星最后可能成为黑洞，即坍缩星。恒星质量愈大，演化速度愈快。从现有的天文观测资料来看，这个理论是比较符合实际情况的。

【星云】　nebula　在天空中所看到的云雾状天体。一般分为两大类：在银河系内，由气体和尘埃组成的，称银河星云；在银河系外，和银河系类似的、由亿万颗恒星、星云和星际物质组成独立而庞大的恒星系统，称河外星云，即河外星系。在银河系里，除了物质比较密集（从白矮星的 10^{8} 克/厘米^{3} 到红超巨星的 10^{-8} 克/厘米^{3}）的恒星外，还存在着极为稀薄状态（从 10^{21}—10^{-23} 克/厘米^{3}、1—10—10^{4} 个原子/厘米^{3}）的弥漫物质。绝大多数星云只有用望远镜才能看见。

【银河星云】　galactic nebula　又称河内星云，即在银河系内的一种云雾状天体。它是由星际气体和星际尘埃组成，按大小，形状和物理性质分为行星状星云、弥漫星云和球状体。行星状星云，状如行星，呈圆形或椭圆形的发光天体，中央有一颗高温恒星。有些行星状星云呈圆环状，其中心有一个核，如天琴座里的环状星云。弥漫星云常无明显边界，形状多种多样，比较散漫，比行星状星云大而弱得多。若附近有光度较大或温度很高的恒星，星云便反射星光或受高温恒星的紫外辐射激发发光，称亮星云，如猎户座大星云。若附近无光度大或温度高的星，星云便不发光，称暗星云，如猎户座马头状星云。暗星云拖蔽其后面的星体，使所在天空区域星数极少，显示暗星云的形状。有一种亮的银河星云，形状接近圆形，颇似行星，称为行星状星云，在其中央常有一颗高温恒星。有些行星状星云呈圆环的形状，例如，天琴座内的环状星云行星状星云以外的亮银河星云，形状较不规则，而且比较散漫，常称为弥漫星云。还有球状星云，是在一些亮星云的背景上看到小而圆的不透明的暗黑天体，如人马座内亮星云 M_{3} 的背景上可见到较多的球状体，其物理性质目前了解很少，它们可能是正在诞生中的恒星。



猎户座大星云。它星云中有许多形成中的恒星和复杂的有机分子。

【弥漫星云】　diffuse nebula　行星状星云以外的亮银河星云，形状较不规则，而且比较散漫，故称弥漫星云。参见“银河星云”。

【暗星云】　dark nebula　银河星云的一种。由于其附近没有光度较大或温度很高的恒星，因此星云便不发光，这类星云称暗星云。参见“铂河星云”。

【亮星云】　luminous　nebula　银河星云的一种。由于附近有光度较大或温度很高的恒星，星云便反射星光或者受高温恒星的紫外辐射激发而发光，这类星云称亮星云。参见“银河星云”。

【行星状星云】　planetary nebula　银河星云的一种，状似行星，为圆形或扁圆形的发光天体，中央有一颗高温恒星。参见“银河星云”。

【球状体】　globule　指在一些亮星云的背景上看见的一种状似圆形而不透明的暗黑天体。其特性目前了解很少。详见“银河星云”。

【双星】　binary star　在空间中视位置比较靠近的两颗星。它们之中只是由于在视线方向投影而靠近，实质上并不相互绕转的两颗星，称为视双星或光学双星。天文学中有研究意义的，是指由于彼此引力作用而沿着轨道互相绕转的双星，称物理双星或食双星。双星在恒星世界里普遍存在。此外，还有两颗以上的星组成的恒星系统，如三合星、四合星等，称为聚星。天体特别重要的参量就是质量，而双星就是测定恒星质量的重要对象。

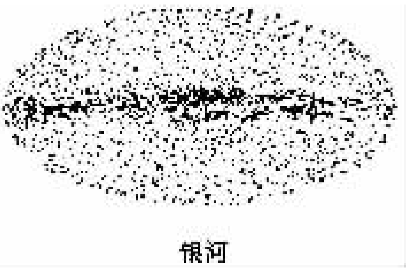
【聚星】　multiple star 由三个以上相互之间有物理联系的恒星组成的恒星小系统，常按组成系统的成员星的数目称为三合星、四合星等。聚星又分为两类，一类为普通聚星，一类为四边形巨星。聚星是很重要的天文研究课题，在现代天文学研究中占有一定地位。

【星协】　stellar association 指起源相同、物理特性相似、聚集在空间一定区域内的很稀疏的恒星集团。已发现的星协有 75 个，它与星团的区别是，星团可在天空普遍星场背景上直接发现，而星协里因恒星的空间密度较星团小得多，所以在星协所在的天区里，看不到它们的集聚现象。星团里一般可找到各种光谱型的恒星，而星协则由光谱型大致相同，物理性质相近的恒星组成。如果把 O 型星和 B 型星跟其它光谱型的恒星分开，集聚现象就可看出。星协可分为 O 星协和 T 星协，前者由 O 型和 B 型星组成，后者由金牛座 T 型变星所组成。星协都是由一些年轻的星组成，估计其年龄以百万年计算，而象太阳那样的恒星的年龄则长达几十亿年。因此，可以认为星协是不久以前新形成的年轻的恒星集团。星协的发现，使我们了解到银河系里恒星的年龄是不同的，并且能够成群地产生，直到现在还有恒星正在产生之中。

【星团】　star clnster　由 10 个以上的恒星组成的彼此有引力联系的恒星集团。星团可以分为球状星团和疏散星团两种。球状星团由于它们的形状是球对称的或接近于球对称的而得名。球状星团内恒星十分密集，距离我们又十分遥远，因此，很难把球状星团的大部分成员星从望远镜中分开。疏散星团的成员星彼此的角距离较大，一般都能用望远镜方便地分解为单颗恒星。

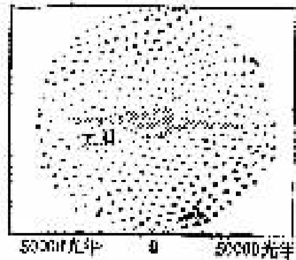
【银河】　Milky Way　晴朗无月的夜空，人们看到一条由大量恒星和星云密集组成的宽窄不一的白茫茫的光带，展现在天穹之上，称为银河，俗称天河、河汉、银汉。用望远镜观测可以看出银河是由很多恒星组成的。其中在天鹅座、天鹰座，天蝎座和人马

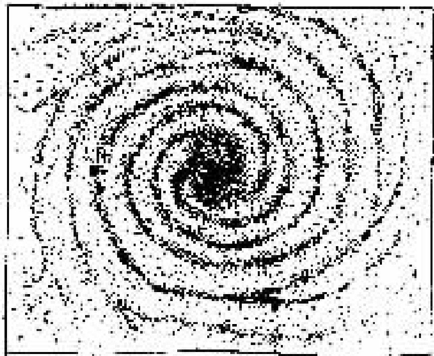
座方向的恒星最为密集。



银河

【银河系】 MilkyWay system，ga－laxy 太阳所在的星系，是一个旋涡星系。它是由大约1400亿颗各种类型恒星和银河星云、星际气体以及尘埃等组成的复杂星系。银河系里的恒星集中在一个扁球状的空间范围内，形似铁饼，晚间见到的银河就是它在天球上的投影。扁球密集部分的直径约10十万光年，中心厚度约15000光年，边缘部分的厚原度约1000—6000光年，质量为太阳质量的1600亿倍。经银河中央的天球大圆称银道，包含银道并通过中心的平面叫银道面，它和天球赤道面成62°交角。太阳系离银河系中心约33000光年，在银道面上方约10万光年的位置，中心至人马座方向。还有一部分恒星稀疏地分布在一个圆球状的空间区域内叫银晕。银河系的成员围绕着通过银河中心并与银道面垂直的轴旋转，离中心不同距离有不同的转动速度，太阳系的转动速度约每秒250公里，约2.5亿年旋转一周，轨道近圆形。银河系的年龄约为100亿年以上。





银河系大小形状示意图（左边黑点表示太阳的位置）

【银心】 galactic center 即银河系的中心。其严格的定义是指银河系的自转轴与银道面的交点，在天球上的位置为：赤经$17^h42^m29^s$；赤纬－28°59′18″（1950.0）。另外，它也具有银河系的中心区域的含意。太阳系与银心相距约10000秒差距，在银道面以北8秒差距处。由于太阳系与银心之间充满着大量的星际尘埃，采用光学观测很难看到。当前采用射电天文及红外天文方法，已可以探测到银心的情况。银心的结构和运动情况都很复杂，具有高速运动的氢云向外扩张。有人认为银心区域内有一个大质量的致密核，多种迹象表明银心附近的各种激扰活动，至今未息。

【银核】 nucleus of galaxy 为银河系中心恒星密集的区域，为一椭球状的核。其长轴长约4—5千秒差距，厚约4千秒差距。由于星际尘埃的消光作用，至今尚未获得银核的真实情况。银核的质量约占银河系总质量的百分之五。

【银盘】 galactic disk 为银河系的主体部分。它以轴对称的形式，分布在银河系银核周围，其直径约为 25000 秒差距，厚约 1000—2000 秒差距，从中心向边缘逐渐变薄。太阳系位于银盘以内，距银心 10000 秒差距处。银河系总质量约为 1.4×10^{11} 太阳质量，其中有百分之八十五以上集中在银盘以内。在银盘内分布有 G—K 型巨星、G—K 型主序星，长周期变星、新星、超新星和较年老的银河星团及年轻的 O、B 型星。核球和银盘中的天体均绕银心旋转。观测表明，从银心到银盘的 1000 秒差距处，银盘呈刚性旋转，1000 秒差距以外的银盘，则为非刚性的较差自转。太阳系大约以每秒 250 公里的速度绕银心旋转，公转一周时间大约为 2.5 亿年（有的认为在 2.8 亿年—3 亿年之间），称为一个银河年。占银河系质量百分之几的星际气体，绝大部分是分布在银盘以内的。星际气体中的百分之九十是氢。星际气体的密度低达 10^{-24} 克/立方厘米，即在一个立方厘米中只有几个原子，比地球上实验室里所获得的超高真空还要稀薄得多。银盘中还存在着以银心为对称的旋涡结构。最接近银心的一条旋臂叫三千秒差距旋臂。太阳系附近有三条旋臂，它们是人马臂、英仙臂、猎户臂，太阳系位于猎户臂的内侧。

【银晕】 galactic haio 在银河系主体的外围，由稀薄的星际物质和某些类型的少量恒星所组成的球状区域。其范围超过了银河系扁平主体的 50 倍以上。银晕中的主要成员星，其年龄都比较老，接近子银河系本身的年龄，大约为一百多亿年。它们是球状星团、贫金属亚矮星、周期长于 0.4 天的天琴座 RR 型变星和极高速星，合称为晕星族。它们绕银心旋转，轨道呈长椭圆形。极高速相对于太阳的速度，高达每秒 300 公里。目前对银晕的了解还很少，初步估计银晕质量为银盘质量的百分之十。银晕的存在对银盘的稳定性有一定的影响。

【银冕】 galactic lcorena 在银河系的银晕之外，没有恒星分布的区域，还存在着一个巨大的大致呈球形的射电辐射区，称为银冕。其外形大致呈球形。

【银河年】 galactic year，cosmic year 太阳系大约以每秒 250 公里的速度绕银心旋转，公转一周的时间大约为 2.5 亿年（有的认为在 2.8 亿年—3 亿年之间）。太阳系绕银心公转一周所需的时间称一银河年。

【星系】 galaxies 由上 10 亿颗恒星及星际气体、尘埃物质组成的庞大恒星体系，简称星系。我们的银河系就是一个普通星系。银河系以外的星系称为河外星系。河外星系一般也就称为星系。

【旋涡星系】 spiral galaxy 具有旋涡结构的河外星系。旋涡星系的中心区域为透镜状，周围围绕着扁平的圆盘，从核球的两端延伸出若干条螺旋带状旋臂。旋涡星系又可分为正常旋涡星系和棒旋星系。旋涡星系的主体以外，通常有一个结构疏稀的晕。晕以外还可能有一个更稀疏的气体球，称为冕。旋涡星系的质量通常具有 10^{9}—10^{11} 个太

阳质量。

【旋臂】　spiral arm　在旋涡星系内，由年轻的亮星、亮星云组成的螺线形带，从里向外旋卷，这种螺线形带称为旋臂。旋臂是旋涡星系的主要特征。一般旋涡星系具有两条旋臂，少数星系具有两条以上的旋臂。银河系中采用射电方法可以观测到四条旋臂。有关旋臂的起源和演化问题，至今尚未解决。



旋涡星系（M51），星系直径约为10万光年，图为光学观测和射电观测资料的综合图

【河外星系】　galaxies　银河系以外的星系的通称。详见“星系”。

【仙女星系】　Andromeda galaxy　位于仙女星座的巨大旋涡星系，过去称为仙女座大星云，编为 M31 号。目视星等为 3.5 等，肉眼直接可见，但较暗弱。其直径和质量都比银河系大一倍，在本星系群中，其大小和质量都是最大的一个星系。

【麦哲伦云】　Magellanic clouds　为银河系的两个伴星系，在南天银河附近肉眼可见的云雾状天体。葡萄牙航海家麦哲伦于 1521 年作环球旅行时，首次对它进行了精确的描述，因此得名。麦哲伦云包括两个星系，大的称为大麦哲伦云，与银河系相距 16 万光年，小的称为小麦哲伦云，与银河系相距 19 万光年。它们彼此相距 5 万光年。大、小麦哲伦云均属于最近的星系之列，它们与银河系有一定的物理联系，共同构成一个三重星系。

【河外星云】　extragalactic nebula　即宇宙岛，星系的旧称，现已废弃不用。

【宇宙岛】　world island　早期对星系的一种称呼。十八世纪中期，德国哲学家康德提出了在广大无边的宇宙之中，有数量无限的世界和星系的概念；同时代的天文学家亦有同样的见解。“宇宙岛”一词最初出现在上个世纪中期德国博物学家洪堡德的著作之中，用以形象地表达星系在宇宙中的分布，后被广泛采用；本世纪二十年代，测定了仙女座星系的距离，从此确认了在银河系之外，确实还存在着和银河系相当的其它恒星系统，至此，宇宙岛的假说才得到证实。但在当代天文学研究中，宇宙岛连同它的同义语——恒星岛、恒星宇宙、河外星云等名称，都已不采用了，而代之以“星系”这个统一的名称。

【类星体】　quasi - stellar object　指具有巨大谱线红移、光学形状类似于恒星的天体；而射电幅射强烈的称为类星射电源，宁静射电源称为类星星系，统称为类星体。射电天文兴起后，在射电波段发现了许多射电源。1960 年以来，在许多射电源位置上找到了光学形状类似于星系级的天体；其主要特点：在天文照相底片上为一恒星状（点

状）天体，发射较强的紫外光和红外光；光谱中有宽度较大的发射线；发射线有红移现象，而且是已知天体中红移量最大的。一般河外星系最大的红移量不超过 0.6，而类星体的红移量远比这个数值为大，有的可达 2.02，现在所发现的类星体中最大的红移量竟达 3.53。如果按照哈勃定律推算，其退离速度几乎达到光速，甚至有超过光速的！如御夫座中的 OH471 就是其中的一个。按照哈勃定律推算，它们的距离约 150 亿光年。这样一种类星体便成了迄今已知最遥远的天体。从类星体遥远距离出发，推测它是一种极强的辐射源。由其亮度推算它的辐射功率约为 10^{47} 尔格/秒，比普通星系的辐射功率大 1000 倍，可是它的体积却比普通星系小得多。如此大的能量来源用目前已知的物理规律是难以解释的。类星体的红移很可能另有起因，而它们的距离也可能并非那么遥远。

【本星系群】 local group of galaxies 以银河系为中心，以百万秒差距为半径的空间范围内所有星系的总称。观知本星系群成员约 40 个左右，仙女星系和我们的银河系是本星系群中的两个巨型旋涡星系；本星系群内各星系分布呈疏散状态；但其成员星系有三，五成群的聚合倾向，结合成为次群。

【星系团】 cluster of galaxies 相互之间有一定力学联系的十个以上的星系聚集在一起的星系集团。目前已发现有上万个星系团，距离达 70 亿光年之远。至少有 85% 的星系是属于星系集团的成员。星系团是比星系更高一级的物质层次。

【超星系团】 super－cluster 由若干个星系团聚集在一起的更高一级的物质层次，又名二级星系团。在银河系所属的本星系群附近的 50 个左右的星系群或星系团组成了一个超星系团。超星系团的质量范围约为 10^{15}—10^{17} 个太阳质量。

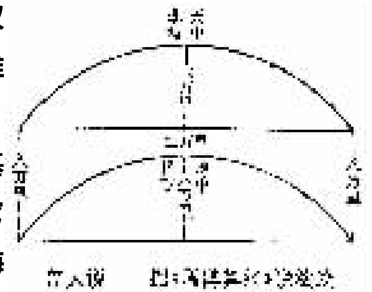
【本超星系团】 local supercluster 即包括本星系群在内的超星系团。其长径为 30—75 百万秒差距，为许多星系群、星系团的集合体。包括有 60 个左右的星系群、星系团，共同构成一个巨大的扁平状的天体系统。本超星系团的中心在室女星系团附近的方向，它可能具有自转和膨胀的性质，银河系绕该团中心的公转周期约 1000 亿年。有关它的特性，尚待进一步研究。

【总星系】 metagalaxy 指目前人类观测所及的宇宙部分，称总星系。是一个比星系团更高一级的物质层次。其尺度可能等于或大于观测所及的宇宙部分，典型尺度约为 100 亿光年，年龄约为 100 亿年以上。研究表明，总星系的物质和运动分布在统计上是均匀的、各向同性的。总星系物质含量最多的是氢，其次是氦。总星系的结构和演化是宇宙学研究的重要对象。

宇宙学说

【盖天说】 heavenly canopy hypothesis 我国古代的一种宇宙论。唐代魏徵《隋书·卷十九，天文上，天体》载："盖天之说，即周髀是也。其本庖羲氏立周天历度，其所传则周公受于殷商，周人志之，故曰周髀。髀，股也。股者，表也。"东汉蔡邕也说周髀就是古代的盖天说，晋虞喜在《安天论》中载："周髀之术，以为天似覆盆，盖以斗枢为中，中高而四边下，日月旁行绕之。即所谓盖天也。"实际上远在《周髀，成书（公元9—84年）前，就有"天圆如张盖，地方如棋局"的天圆地方说，可见盖天说是起源于天圆地方说。为与后来的《周髀算经》下卷所载盖天说相区别，称前者为第一次盖天说，后者为第二次盖天说。《周髀算经》下卷所载天地形状，顺次为："极下者其地高，人所居六万里，滂沲四聩而下，天之中央亦高，四旁六万里。""天象盖笠，地法覆□。""天离地八万里"，"冬至之日，虽在外衡，常出极下地上二万里。"（图）。可见前说认为天圆象张开的伞，地方象棋盘；后说认为天象一个斗笠，地象覆的盘。这在当时有一定积极意义，但远在西汉时就有人提出不少问题，认为与事实不相符，使盖天说难以对答。





【穹天说】 我国古代的一种宇宙论。是在盖天说基础上发展起来的一种学说。我国晋朝的虞耸就著有《穹天论》，他说："天形如穹隆，如鸡子幕，其周际接四海之表，浮乎元气之上，譬如复奁以抑水而不没者，气充其中故也。"虞耸把天盖形象地说成是一个半球形，并认识到气体（元气）存在，天体"浮乎元气之中"，而不是固地在天上。这比天圆地方说和盖天说进步，不过它仍然没有脱离以地为中心的基本观点。

【浑天说】 egg - like hypothesis 我国古代的一种宇宙论。浑天即球天，张衡（公元78—139年）曾说："立方为质，立圆为浑。"（刘徽注"九章算术"，卷四，浑天说），在西汉末可以说是一种新的天文学说。此说可能在战国时就有思想萌芽，但西汉（公元前140—87年）落下闳最早提出，而后为东汉张衡所发展，他在《浑天仪》一书，《经典集林》卷二十七中载："浑天如鸡子，天体圆如弹丸。地如鸡中黄，孤居于

内。天大而地小。天表里有水。天之包地，犹壳之裹黄。天地各乘气而立，载水而浮。”浑天学者认为天形穹隆好象鸡蛋的壳，地居天内好象蛋黄，这反映了浑圆象弹丸一般，所以叫做“浑天”；天一半在地上，一半在地下，其南北两极固定在天的两端，天和日月星辰都循偏斜方向而旋转。此即天地的真情，不仅说明了天是圆的，而且肯定了大地是球形的正确概念。如果没有“天表里有水”，“天地各乘气而立，载水而浮”这两句，那浑天说则殆无可非难。从球面天文学来看，浑天说比盖天说要进步；浑仪和浑象，就是根据浑天说而设计、制造的。



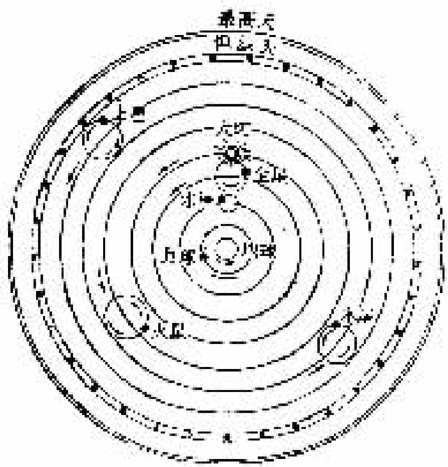
浑天说
天如鸡壳地如蛋黄

【宣夜说】 firmament hypothesis 我国古代的一种宇宙论。沈约《宋书，卷二十三，天文》载有汉灵帝（公元 168—189 年）时蔡邕（公元 132—192 年）的话：“宣夜之书，绝无师法。”说宣夜说失传已久，无人知道；只有汉代的一个秘书郎郗萌曾听说过宣夜说内容。唐代魏徵《隋书·卷十九、天文上，天体》记载说：“天了无质，仰而瞻之，高远无极，眼瞀精绝，故苍苍然也。譬之，旁望远道之黄山而皆青，俯察千仞之深谷而窈黑。夫青非真色，而黑非有体也。日月众星，自然浮生虚空之中，其行其止，皆须气焉。是以七曜或逝或住，或顺或逆，伏见无常，进退不同，由乎无所根系，故各异也。故辰极常居其所，而北斗不与众星同没也。”大意是说，天没有形质，抬头看去，高远没有止境，所见蓝色非真色，黑色也不是真有物体，日月众星飘浮空中，动、静都依靠“气”。因七曜（日、月和五大行星）飘浮空中，所以高下静动都各不相同。此说颇有独见。清邹伯奇常常测候中星，夜半不睡，他常说：“宣劳午夜，斯为谈天家之宣夜乎？”由此可见，宣夜学说就是测天的学问。它以为天无形质，众星进退没有一定，都可以根据恒星来测定。宣夜学者是作测定恒星位置工作的，把恒星作为日月出入的交转，五星迟留疾逆的标准。这些均合乎实测，但是天既了无质，众星都悬于天，无什么东西使之系着而为什么不掉下来，未能深究其因。宣夜说与浑天说的发展同时出现，在思想上较浑天说进了一步，它突破了有限天穹以及星体依附于天穹的观念。



宣夜说

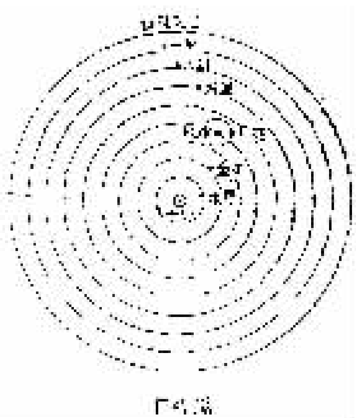
【地心说】 geocentric theory　又称地球中心说。是一种唯心的宇宙观。认为地球位居宇宙中心静止不动，日、月、行星和恒星都围绕地球运行。古希腊德谟克利特（约公元前460—370年）认为地形如圆盘，开始有运动，然后静止于宇宙中心。亚里斯多德（Aristoteles，公元前384—322年）则主张凡物皆倾向宇宙中心，地球达到中心便静止不动。这就为地心说奠定了墓础。其后托勒密（Claudius Ptolemeus，约公元90—168年）集其大成并进一步发展了地心说。他认为地球周围有由月球、太阳等组成九个球形天层，合称九重天。其中最高天，就是宇宙以外的神灵世界。在神灵的驱动下，太阳、月亮、五大行星以及所有的恒星都在各自的天层环绕地球转动，而地球不动。以地球为中心的体系，称地心体系。托勒密的地心体系，长期为宗教所利用，成为统治和愚弄人民的工具。直到十六世纪，波兰的尼古拉·哥白尼科学的日心地动说出现后，地心说才被否定。



地心说

【日心说】 heliocentric theory　又称太阳中心说。认为太阳是宇宙的中心，地球和其它行星绕太阳运动的学说。我国早在战国时代，晋国尸佼（约公元前390—330年）在《尸子》一书中就提出了地动思想："天左舒而起牵牛，地右辟而起毕昴。"是说天左旋（即日、月、星辰的东升西落），也可看成是地右动引起的。《春秋纬·元命苞》中有"天左旋，地右动"的话，是说地球自转。公元1543年，波兰人哥白尼（Nicolaus Copernicus 公元1473—1543年）在《天体的运行》一书中系统地完整地提出了日心地动说，后来为布鲁诺（Giordano Bruno，公元1548—1600年）所发展，并为伽利略（Galileo Galilei，公元1564—1642年），开普勒（Johannes Kepler 公元1571—1630年）所证实。认为宇宙的静止中心不是地球而是太阳，地球只是一个普通的行星，它自转又环日公转。把日、月、星辰的东升西落归因于地球自转，把太阳在恒星间运行归因于地球公转。以简明的道理解释了天体的周日运动，太阳的周年运动和行星的顺行和逆行，并以位相和距离解释了地心说无法解释的行星亮度变化，确立了以太阳为中心的体系，叫做日心体系。以科学的论断推翻了地心说，给宗教以沉重打击，引起了宇宙观的革命。由于时代局限性，哥白尼的学说有两个缺点：共一，认为天体轨道是圆形的；实际是椭圆形的，其二，把太阳当作宇宙的中心，实际上宇宙是无限的，是没有中心的。由于日心地动说的进步性和革命性，罗马教会把《天体的运行》列为禁书，对宣扬和仅仅相信地动说的人进行残酷迫害；但是，哥白尼学说终于取得了胜利。

【太阳星云】 solar nebula 指太阳和太阳系形成前在宇宙空间由气体和弥散的固体颗粒组成的星云。目前对太阳星云质量的估计还不一致，有人认为大约有两个太阳质量那么大，通过凝聚和吸积等作用逐渐形成了太阳和太阳系中的天体。图表示太阳星云演化的一种假说，是由卡麦隆提出的，他认为太阳星云在开始时为一旋转球状星云，然后形成一个盘状，由于强烈对流和其它机制作用，使角动量向外转移。在太阳星云的中心部分通过凝聚作用而形成太阳，由内往外形成类地行星和大行星。近来有人提出，由于太阳星云附近的超新星爆发的辐射压力和冲击波，使太阳星云凝聚成太阳和太阳系。



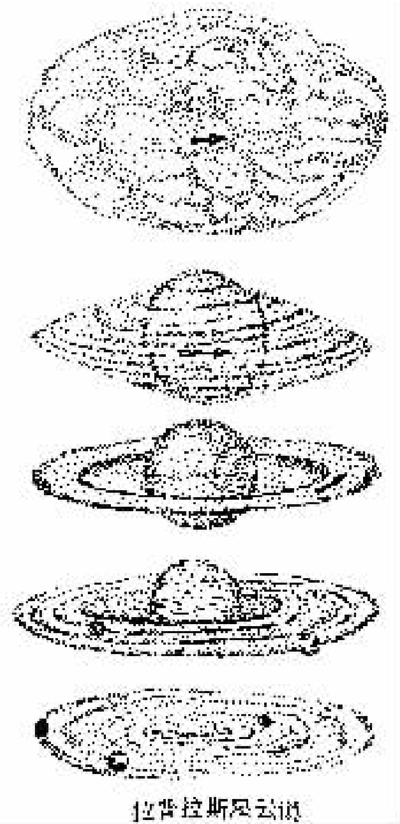
【康德星云说】 Kant ' s nebular hypothesis 太阳系起源的一种假说。1755 年德国哲学家康德（Immanuel Kant，1724—1804）《在宇宙发展史概论》中提出，形成太阳系的物质微粒最初是分布于比现在的太阳系大得多的空间内，因万有引力，微粒彼此吸引，逐渐形成团块，较大的团块成为引力中心，又不断吸引四周的微粒和小团块而慢慢壮大，最后聚集成为太阳。有些微粒在向中心体降落过程中，因相互碰撞而偏转，便围绕中心体作圆周运动；这些微粒又各自形成小的引力中心，最后聚集成为行星；行星周围的微粒按同样的方式和过程聚集成卫星。此即把太阳系的形成看成是物质按其客观规律运动发展的过程。康德的学说有重要历史作用，恩格斯曾给他很高的评价，说是“从哥白尼以来天文学取得的最大进步”，是在“形而上学思维方式的观念上打开了第一个缺口”，但也指出了该学说中不足之处。



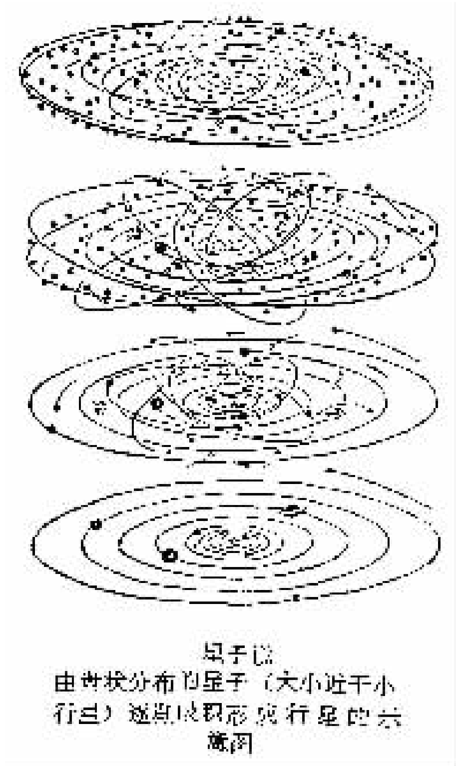
【拉普拉斯星云说】 Laplace ' s nebular hypothesis 太阳系起源的一种假说。是1796 年法国数学家兼天文学家拉普拉斯（Pierre Simon Laplace，1719—1827）在《宇宙体系解说》附录中提出的。他认为太阳系最初是一个灼热而旋转的星云，因冷却而凝缩，旋转速度加快，使星云呈扁平状，赤道部分突出。当离心力超过引力时，逐次分裂出许多坏状物。现知土星、天王星、木星和海王星都有这样的环状物，便是证据，人们把这种环叫拉普拉斯环。最后，星云中心部分凝聚成太阳，各个环状物则碎裂并凝结成为围绕太阳运行的地球和其他行星；月球和其他卫星以相同方式由行星分裂而成。按照这个假说很自然地解释了太阳系的形成过程和主要特征，这种按物质运动自身发展规律的观点是科学的唯物论的宇宙观。恩格斯赞扬说：“拉普拉斯以一种至今还没有人超过

的方式，详细地证明了一个太阳系如何从一个单独的气团中发展起来，以后的科学越来越证实了他的观点。”拉普拉斯星云说在现代太阳系演化理论中，仍占有重要地位。

【星子说】 planetesimal hypothesis 又称微星说。太阳系起源的一种假说。公元1906年，由美地质学家张伯伦（Thomas Chrowder Chamberlin）和美国天文学家穆尔顿（Forest Ray Moulton）提出，所以又称为张伯伦—穆尔顿假说。他们认为太阳由旋涡状星云形成；以后，在另一个恒星与太阳运行接近（几百万公里处）时互相吸引，产生很大的潮汐作用，两头突出，最后破裂，里面物质向外喷出，喷出物绕太阳运转。一部分细小物质散失或落回太阳中去，密度较大的物质凝集成小团块或固体质点，即星子或微星。在运转过程中，大星子吸收小星子而形成行星，其中一个成为地球，并照同样方式形成卫星。所以又称微小行星集合说。内部生热是由于质点增多，压力加大，温度升高，以致熔化，然后缓慢冷却。



拉普拉斯星云说



星子说

由带状分布的星子（大小近于小行星）逐渐聚积形成行星的示意图

【星子】 planetesimal　**一种假设的天体类型，它的大小与行星相近。它通过吸积逐渐形成行星。**

【气体潮生说】 gas－tidal hypohtesis　**太阳系起源的一种假说。公元**1916**年由英国天文学家、物理学家金斯（**James Hopwood Jeans**，公元**1877—1946**年）提出。他认为，在**20**亿年前，原始太阳是一个灼热球体，由极稀薄的气体物质组成。突然一颗质量比它大得多的星体从旁掠过，由于吸引力，使原始太阳旋转并出现两个突出部分，高度慢慢增加，逐渐拉出一股炽热气流，延伸成象雪茄烟似的长条；另一面则未发生大的膨胀就落下去了。当外来星体离去时，被拉出的气流渐渐冷却凝聚为几个气块从而形成行星。中间部分最宽，密度最大，形成大木星等；两端气流较窄，形成小的行的行星，如星，如水星、冥王星等。同样，由于潮汐作用形成卫星。金斯假说不能解释行星离太阳距离的规律和某些卫星的逆转，更不能说明外来天体与原始太阳接近的原因。杰弗里斯（**Jleffreys**）在**1930**年对金斯假说提出了修正，认为原始太阳旋转并非由于星体行近而是斜面撞击，故称金斯——杰弗里斯假说。近几十年来，杰弗里斯断然放弃此说，金斯在临死前也承认他的假说是错误的。**





金斯、杰弗里斯灾变假说示意图

【陨星说】 meteoric hypothesis　**太阳系起源的一种假说。苏联人施密特（**О. Ю Ш Мидт，1891—1956**）于**1944**年提出；行星是由星际陨星微尘凝聚而成的。在大约**60—70**亿年前，当原始太阳在银河系空间运行穿过巨大的黑暗星云时俘获了一部分物质，使它们绕着太阳旋转，结果形成了行星。地球也由一群寒冷的固体微粒形成，后因放射性元素蜕变，内部逐渐变热，使水和气体逐渐分离到地球表面，产生了海洋和大气。**

【灾变说】 catastrophic theory 太阳系起源的一种假说。认为太阳系的形成，是星际空间某种引起巨大变化的灾变事件的后果．如认为一个恒星走到太阳附近，使太阳上生起了巨大的潮，或者一个恒星和太阳相碰等。这一主张的代表是英国天文学家金斯（J. H. Jeans），1916 年提出的气体潮生说，以及 1900 年美国地质学家张伯伦（T. C. Cham – berlain）等所提出的星子说。

【新灾变说】 neo – catastrophic theories 太阳系起源的一种假说。六十年代以来，由于科学技术的发展，观测到了许多新的天文现象，于是有些人在旧的灾变说基础上又提出了新灾变说。如本纳吉（A. C. Bauerji）认为原始太阳是一个质量约为太阳九倍的磁星，经向脉动振幅很小，当另一个恒星运行到原始太阳附近时，由于潮汐作用，使原始太阳经向振幅增大，而抛出一部分物质，形成行星。沃尔弗桑（M. M. Woolfsoon）提出：曾有一个大于现在太阳质量 100 倍的巨星，表面密度很小，以每秒 100 公里的速度接近原始太阳；由于潮汐作用，从原始太阳中拉出一个长条状物体，进而形成行层。1971 年 W. K. 布朗（Brown）提出另一个新的形成太阳系的假说：他认为有一个大于现在太阳质量 50—100 倍的巨星，太阳系的形成，是由于这个巨星爆炸的结果：超新星爆炸时，抛出最大的一团形成太阳；较小块的抛出物，则形成行星和卫星。巨星爆炸形成太阳系的假说。现时还比较流行，因为在天文上观察到了新星爆炸现象。

【其它星云说】 other nebular hy；potheses 二十世纪以来提出的天体起源于稀薄星云的学说。因从不同侧面提出，观点也不相同。德国人魏扎克的“湍流说”：天体起源于不同等级、不同大小的旋涡式旋转运动。由于湍流衰减，旋涡收缩，气体云部分凝聚为圆盘体。以后旋转减慢，变成椭圆星系。星系是大旋涡，其中又套着一级一级的小旋涡，依次形成星团、恒星，太阳系。美国人拉依茨认为：宇宙在不断膨胀的过程中，星云向四面八方飞散；由于不规则运动，气体开始局部凝聚，逐步形成各级天体。瑞典人阿尔芬提出：太阳系的形成是高温等离子体云的电磁运动的结果；通过电磁力的作用，原始太阳自转减慢，角动量向外转移，等离子体云转动加快，逐渐集中到太阳赤道面上，凝聚为行星和卫星。美国人尤莱用化学作用解释天体的起源；气体云在积聚过程中由于化学作用，温度不断上升，使内行星区的氢、氦向外逸散，留下铁、镍等重元素，经过碰撞，粘聚而成各个行星；外行星区则因温度较低而积聚了更多的氢和氦等元素，以后也逐渐粘聚为各个外行星。

【新星云说】 new nebular hypo – thesis 六十年代以来，由于观测技术的改善，发现了很多新的天文现象，于是又提出了不少新的太阳系起源假说。新星云说可以霍伊尔（E. Hoyle）的假说为代表。他认为太阳系起初是一个半径约为 4×10^{14} 厘米的一团星云，温度不高，转速也不大，初始的角动量为 5×10^{51} 克厘米/秒，其后由于冷却收缩，旋转

加快；当其半径缩小到现今太阳与水星的距离时，星云外部不再收缩，两极变扁，物质沿赤道抛出，形成一环绕原始太阳的盘状物。圆盘的质量，只有原始太阳质量的百分之一；圆盘中心的原始太阳继续收缩，温度继续增高，旋转也继续加快，最后与圆盘脱离，形成现今的太阳。圆盘脱离太阳后，形成一环状物，环绕太阳旋转，质量也不再增加；环状物又冷凝聚集，最后形成环绕太阳运行的行星。卫星形成与行星形成方式相同。由于原始太阳具有磁场，而环状物中也有电离的气体，太阳与环状物之间就产生了磁力距，遂使原始太阳的角动量转移到环状物之上，因此，由环状物形成的行星具有较大的角动量。在地球轨道附近（即距离太阳较近地区）的环状物中的低沸点物质、挥发物质相继逃逸，不易挥发的铁、镁、铝、硅等元素，则形成密度较大的类地行星。在距离原始太阳较远的木星和土星附近区域，挥发性物质增多，则形成密度较小的类木行星。新星云说与拉普拉斯的星云说基本相似，只是在太阳系角动量的分布运行特点和物理化学特性方面有了较合理的解释。

【戴文赛星云说】　Dai Wensai's nebular hypothesis　太阳系起源的一种假说。认为整个太阳系是由一个星云形成的，中心部分收缩凝聚成为太阳，外部形成星云盘，进一步形成行星和卫星，而原始星云是由微粒和气体组成的气体尘埃云，其中尘埃占原始云质量的1%左右。在47亿年前，有一个质量比太阳大几千倍的星际云，收缩到密度为10^{-15}克/厘米^{3}时，内部出现了涡流，碎裂成上千个小星云，其中一个就是后来形成太阳系的原始星云。由于原始星云是在涡旋流中形成，所以一开始就有自转，当自转逐渐加快，星云便逐渐变扁。当赤道处自转速度大到惯性离心力等于中心部分对赤道部分物质的引力时，赤道附近的物质便留在那里，不再收缩，原始星云的其他部分仍然继续收缩，于是形成了扁的、内薄外厚、连续的星云盘。与此同时，原始星云中心部分在收缩过程中密度变大，形成了太阳。星云盘内的固体微粒在聚集的同时向赤道面沉降，在盘内形成比盘薄得多的“尘层”；当尘层密度足够高时，便出现引力不稳定，于是瓦解为许多粒子团，粒子团收缩形成星子。星子的质量为$10^{18}-10^{20}$克。星子一方面吸积周围物质而继续长大，另一方面由于彼此吸引而互相碰撞。当相对运动速度较大时，星子被撞碎；相对速度较小时，星子结合成大星子。最大的星子就成为行星胎，行星胎通过引力吸积作用而成长，后来成为行星。戴文赛星云说还解释了行星的运动、太阳系角动量的分布、提丢斯-彼得法则、行星的大小、质量和密度的分布以及卫星和行星环的形成等基本问题。使太阳系的起源与演化学说向前推进了一大步，并使我国太阳系起源的研究进入了世界先进行列。

【吸积作用】　accretion　天体以自身的引力把周围空间中较小的固体和气体等物质吸引并联接成较大的天体。吸积过程中会释放能量，一些高能现象（如X射线、γ射线发射）都可能与吸积现象密切相关。地球和一些行星在形成时都经过吸积作用才

达到现今的行星规模。

【宇宙模型】 cosmological model 在宇宙大尺度时空结构和物质演化的理论研究中所采用的一种描述方法。宇宙模型是建立在若干简化、假设的基础上的，这些假设的正确与否，要看能否经受住观测事实的检验。以牛顿引力理论为基础的宇宙模型，在本世纪二十年代即已为新的宇宙模型所取代。当代最流行的宇宙模型大体可以分为两大类，即有演化的弗里德曼宇宙模型和无演化的稳恒态宇宙模型。一般认为前者能较好地说明一系列的天文观测事实。

【稳恒态宇宙论】 steady state theory 是一种宇宙学说。1948 年由英国邦迪（Herman Bondi，1919—）、霍伊尔（Kred Hole，1915—）和哥尔德（Tommy Gold，1920—）等人提出。他们认为宇宙在大范围内稳定不变；不仅物质在空间上的分布是均匀的和各向同性的，而且宇宙状态在时间上也是稳定不变的。该学说主张宇宙是在膨胀的，并认为，由于宇宙膨胀，物质不断向四面八方离散所造成的物质密度变稀的情况，将由新物质从虚无中不断创生而得到补偿。并计算出创生率是每 5，000 亿年 1 公升体积内平均产生 1 个氢原子。这个假说是以宇宙膨胀说为前提。

【布兰斯 - 狄克宇宙论】 Brans - Dicke cosmology 六十年代初，美国物理学家布兰斯（C. H. Brans 1935—）和狄克（R. H. Dicke1916—）用爱因斯坦的引力理论（广义相对论）来解释宇宙成因。他们认为遍布宇宙中的物质所产生的引力场起重要作用，可以改变时间和空间的几何特征，因而影响着引力场中的物质运动，所造成的一个结果是重力似乎随宇宙膨胀而逐渐变弱；尽管这种弱化是非常轻微的（每年不足百亿分之一），但从天文时间角度来看，其累计效果对太阳系却有令人难以置信的结果。例如，太阳在过去就要灿烂得多，据估计 5 亿年前由于引力较大，太阳光度增大，使地球当时表面温度可达 30%。但是这一假说亦存在一定问题，如到目前为止，对月球和地球运动的观察还没有提供引力变弱的有力证据。

【大爆炸假说】 big - bang hypothe - sis 是研究宇宙起源和演化的一种假说，主要是根据宇宙膨胀这一现象，参考其它一些观测数据综合分析而提出的。先后提出过较主要的两种假说，一种叫原始原子爆炸假说，一种叫原始火球假说。以后一假说的解释较好。

【原始原子爆炸假说】 primitive atom - bang bypothesis 大爆炸假说的较早提出的一种设想模式。1927 年比利时神甫莱梅特（G. E. Lemaitre）提出：宇宙开始于一个体积小而密度大的象白矮星物质那样的原子，非常不稳定，一旦外界条件变化，就自我爆炸，迅速向四外膨胀，炸裂的碎片在不同方向以不同速度向四方散开，在同一方向上速度相同的碎片互相聚合而形成天体。飞散速度因能量损耗而逐渐减慢，以至演变到现在的膨胀速度。同时，宇宙物质分布也逐渐趋向均匀。

【原始火球假说】 primeval fire - ball hypothesis **大爆炸假说的一种设想模式，是美籍俄人加莫夫（G. Gamov）在20世纪40年代末提出。他认为宇宙有过一段从热到冷的演化史，宇宙体系不断膨胀，今天还在进行。宇宙物质由热变冷，由密变稀，好似巨大规模的爆炸。这个假说的立论依据主要有四：①一般说来，各种天体的年龄，地球、月球、陨石的年龄为46亿年，恒星年龄较老，球状星团和星系的年龄更老，银河系约为120亿年，因而认为宇宙各星体系统可能是在100多亿年以来产生的。②河外星体的谱线红移现象，非常普遍，几无例外，说明星体正远离我们向四面八方而去。③氦的宇宙丰度，宇宙中氢和氦是最丰富的元素，两者的丰度总和约为99%，其余几十种元素的丰度总和不过1%。最有意义的是氦，氦核是由氢热核聚变产生，产率不高，而氦的丰度达30%，并且许多天体的氦丰度都相当一致，按计算不可能在100多亿年时间生成这么多氦核。可以认为宇宙在极早期温度特别高，成氦率极高，可以在不到一小时的短时间里把三分之一的宇宙物质变成氦。最近观测到不少氘核，也表明发生过这种一小时事件。④根据宇宙膨胀速度（由红移量求出）和氦的宇宙丰度等值，计算得各时期宇宙温度和实测微波段的背景幅射（即弥漫天空的背景光）相符合，都只有绝对温度3°K左右。上述的几种依据是大爆炸说的基础。大爆炸说把宇宙发展分为三阶段，第一阶段为大爆炸开始的极早期，约在180亿年前，一切宇宙物质压缩在一个热而致密的原始火球中，宇宙温度高达100亿度以上，物质密度也很大，连原子结构也不存在，这种情况维持不了多久，火球迅速爆炸膨胀，几分钟内温度迅速下降到可以形成原子核。首先形成大量氢核，除氢外没有别的元素，只有一些基本粒子如质子、中子、电子、光子、中微子等。本阶段为时很短，历时不到一小时，温度因膨胀而下降很快，到100亿度左右时进入下一阶段；第二阶段，温度在100亿度—1万度。此时中子失去自由活动的条件，或与质子结合成氘，氦等核素，开始有了几种化学元素。温度继续降低到100万度以下时，不再形成化学元素，此时宇宙物质主要有质子、电子和轻的原子核。光辐射仍很强，宇宙还未产生星体。本阶段历时几千年；第三阶段，温度只有几千度，时间长达190多亿年，目前仍处于这个阶段，光辐射减弱，退居次要地位，宇宙中主要是气体并开始凝聚成气云，进一步收缩成星体而构成各种体系（星系、星团、行星系等）。这就是现在的星空世界。**

汉语拼音词目索引

说　　明

1. 词目索引按汉语拼音排列。
2. 根据词目首字的拼音可在音序表中查到词目在索引中的页码。
3. 根据索引中的页码即可查到词目的释文。

一、词目首字
汉语拼音音序表

D

E

F

G

H

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

W

X

Y

Z

其它

二、词目汉语拼音索引

A

a

ai

an

ao

B

ba

bai

J

ji

jia

jian

L

Q

Z

za

zai

zan

zao

zei

zha

zhang

zhao

zhe

zhen

其　　它

本分册编写单位

学科	编写单位
地质学	《地质辞典》办公室
	成都地质学院
	北京大学地理系
地貌学	北京大学地质系、地理系
	成都地质学院
	内蒙地质矿产局地质研究队
冰川地质学	地质科学院地质力学研究所
	地质矿产部天津地质研究所
	内蒙地质矿产局地质研究队
火山地质学	武汉地质学院
	《地质辞典》办公室
	内蒙地质矿产局地质研究队
地震地质学	中国地质科学院地质力学研究所
	武汉地质学院
地球物理学	北京大学地球物理系
	地质矿产部石油地质、海洋地质局
古地磁学	中国地质科学院地质力学研究所
	中国科学院地质研究所
宇宙地学	成都地质学院
	国家地震局地震研究所
陨石学	成都地质学院
	国家地震局地震研究所
月球地质学	成都地质学院
	国家地震局地震研究所
行星地质学	成都地质学院
	中国科学院北京天文台
天文学	成都地质学院
	中国科学院北京天文台
宇宙学说	成都地质学院

地 质 大 辞 典

DIZHI DA CIDIAN

（一）

普通地质、构造地质分册 下册
（构造地质、地质力学）

地质出版社

《地质大辞典》分册目录

第一分册　普通地质、构造地质分册（上册）
　　　　　普通地质、构造地质分册（下册）
第二分册　矿物、岩石、地球化学分册
第三分册　古生物、地史分册
第四分册　矿床地质、应用地质分册
第五分册　地质普查勘探技术方法分册（上册）
　　　　　地质普查勘探技术方法分册（下册）

地　质　大　辞　典

（一）

普通地质、构造地质分册　下册

（构造地质、地质力学）

*

地质矿产部地质辞典办公室编辑
责任编辑　李鄂荣　张义勋
地质出版社 出版

*

开本：787×1092　16K　印张：31　字数：689 千字
2005 年 6 月北京第一版·2005 年 6 月北京第一次印刷
ISBN 7－116－05867－2/H·65
定价：1280.00 元（全五册）

出版说明

地质科学是一门基础理论科学,也是一门应用科学。人们要研究地球的形成和发展,探索地壳运动的规律,开发矿产资源,规划工农业建设,都离不开地质科学的理论与方法。我国人民在认识地质现象,开发与利用矿产资源方面,有着悠久的历史和卓越的创造。解放以来,我国的地质工作和地质科学研究都得到了蓬勃的发展,随着我国四个现代化建设事业的发展,广大的地质工作人员,都迫切希望提高科学理论和技术水平,而广大群众也希望对地质科学和有关科学有更多的了解。这样就需要有一部综合性工具书,比较全面地介绍地质科学及有关学科的基本概念和内容。

为此原国家地质总局责成书刊编辑室和中国地质科学研究院组织力量编纂本辞典,成立了由许杰等同志组成的领导小组。几年来,经过三十多个教学、科研和生产单位数以百计的科学技术人员的共同努力,经过全国四百多个单位的认真审查与修改,现已编纂完毕。

这本辞典是我国建国以来的第一部综合性地质辞典,全书共包括四十多个学科的名词、术语一万一千多条,三百余万字,插图一千余幅。为了进一步征求广大读者的意见,按各学科的内部联系,暂分为五个分册出版。俟分册出齐之后,再修订编成总册发行。这五个分册是:

第一分册:关于地球的形成与发展方面的学科,包括宇宙地质学,地球物理学,古地磁学,火山地质学,地震地质学,外动力地质学,地貌学,冰川地质学,地质力学,大地构造学,构造地质学等;

第二分册:关于地球的物质组成方面的学科,包括结晶学,矿物学,玉石和宝石,火成岩岩石学,沉积岩岩石学,变质岩岩石学,地球化学,同位素地质学,岩矿鉴定和岩矿分析等;

第三分册:关于地球的历史方面的学科,包括古生物学,古人类学,地层学,地史学,第四纪地质学和古地理学等;

第四分册:关于地球的矿产资源和某些应用地质方面的学科,包括金属矿

床和非金属矿床学，煤田地质学，石油及天然气地质学，海洋地质学，水文地质学，工程地质学，地热地质学，环境地质学等；

第五分册：关于地质普查勘探技术方法方面的学科，包括测绘，遥感地质，数学地质，区域地质调查，地球物理勘探及地球化学探矿，钻探工程和坑探工程，矿山地质工作，固体矿产工业要求及矿产普查勘探方法，矿产加工利用等等。

本辞典本着密切结合地质工作的实际需要，选择各学科中常用常见的名词术语，解释力求简明扼要，通浴易懂。

对于地质科学中的不同学派和观点，根据党的"百家争鸣"的方针，都作了介绍。例如，在构造地质学方面，介绍了地质力学，多旋回说，块断说，地洼说，镶嵌说，以及板块构造说等等；在矿床成因方面，也尽量收集了不同的学说和观点。

为了便于读者对外来术语的理解，避免因译名不同而引起的歧义，各学科名词一般均附有英文或俄文，或同时附英、俄两种文字；古生物学名词均附了拉丁文学名，以供参考。

参加本辞典编写工作的主要单位为：武汉地质学院，长春地质学院，成都地质学院，河北地质学院，北京大学地质系、地理系、地球物理系，南京大学地质系，西北大学地质系，中南矿冶学院地质系，昆明地质学校，中国科学院地质研究所、贵阳地球化学研究所、北京天文台，地质部海洋地质局、第二海洋地质调查大队、航空物探大队、计算技术应用研究所、江陵石油综合研究队、水文地质工程地质局、水文地质工程地质研究所，中国地质科学研究院地质矿产研究所、地质力学研究所、地球物理和地球化学探矿研究所、峨嵋矿产综合利用研究所、地质博物馆，内蒙古自治区地质局地质研究队、宁夏回族自治区地质局，陕西地质局区测队、测绘队，云南地质局第十地质队等共三十多个单位，最后由地质辞典办公室负责编辑定稿。

本辞典的内容和附图不少来自国内外有关著作和文献，限于体例，未予注明出处；在编写和审查、定稿过程中得到了许多单位和个人的热情协助与大力支持，在此一□表示诚挚的谢意。

由于我们缺乏编纂这样一部综合性的工具书的经验，辞典中难免存在着

一些缺点和问题，其中有些是与目前地质工作的研究程度有关的，如地层方面，我国东、西部研究精度差别很大，因此选词也就不可能平衡；某些新兴边缘学科的名词术语稳定程度较差，所选词目及其解释都可能不够恰当等。我们诚恳地希望广大读者提出批评和建议，以利我们进一步改正和修订。

地质辞典办公室

2005 年 6 月

凡　　例

一、本分册为《地质大辞典》第一分册的下册，即有关地质构造的学科，内容包括构造地质学、大地构造学、地质力学、板块构造学、新构造学以及国内外主要区域构造和构造运动的名词解释，共收录词条2259条，插图320余幅。

二、本分册收录的国内主要大地构造学派的名词术语，均由有关学说的创始人亲自撰写或审定释文，以求含义准确。这些学说包括多旋□构造说、断块构造说、地洼学说及波浪状镶嵌构造说等等，共300余条，基本上反映了我国大地构造的特点和研究现状。

三、地质力学是我国特有的地质构造学说，它既具有构造地质学的特征，也具有大地构造学的特征，与一般大地构造学派的理论与研究方法有别，故未列入大地构造学派之中。

四、板块构造学说的兴起，给地球科学开创了一个新的研究途径，故也未列入大地构造学范畴之内。但是，由于其研究的历史不长，有些名词不够稳定，释义也往往不够严密，所收集的词条不一定完全适当，也不一定能反映这一学说的研究现状。同时考虑其发展历史，故又将大陆漂移、地幔对流、海底扩张等学说的词汇也收录于本部分，使之成为系统，以方便读者。

五、国内各个地质时期的构造运动（包括造山运动和造陆运动），主要参考了1965年全国构造地质会议所厘定的名词，但由于至今已近20年，研究程度亦有很大提高，有些名词的涵义也已变动或部分变动。为此，在收入本辞典以前，逐条请原创名人和有关省（区）地质局、队及研究所进行了核对和补充修改。它基本反映了到1980年为止的工作程度和状况。

六、由于地质研究工作的深入发展，有些名词或已完全废弃，或已部分修订，为了便于读者翻阅历史文献资料，故对一些在历史上影响面较大的名词也酌量予以收录。

七、本分册所附插图均选自国内外的有关图书。有些插图为了紧密结合释文的内容，作了必要的取舍和修改。因引用的插图涉及的图书繁多，加之限于辞典体例，所有插图均未注明出处，希有关作者谅解，并特此致谢。

八、本分册的词目一般都附了英、俄文名词或同时附有两种文字的名词，英文在前，俄文在后，其间用分号隔开。同语种的同义词用逗号隔开。

九、一词多义的词目，其释文根据涵义不同用阴码❶❷❸…分别叙述。几个学科都需

要收录的名词,根据具体情况加以处理。有的几个学科中同时收录,其释文可以相同,也可以各有侧重,或作参见词处理,释文注明‘ 参见×××条 ”。

十、为了便于读者查找名词之便,本分册前面附有学科分类词目目录,后面附有汉语拼音词目索引。

学科分类词目目录

构造地质学

褶　皱

断　　裂

岩组学

大地构造学

总　论

地壳构造单元

多旋□说

断块构造说

地洼学说

波浪状镶嵌构造说

地质力学

构造体系

构造级别、序次

构造复合

岩石力学性质

构造应力场

地壳运动

板块构造说

新构造学

地壳运动

中国地壳运动

国外地壳运动

构造地质学

总　　论

【构造地质学】　structural geology　地质学的一门分支学科，其研究对象为地壳中岩石的构造形象、空间分布及其形成原因；其中包括岩石的原生构造和次生构造。它着重于岩石的褶皱、断裂、劈理以及其它面状、线状等构造的形态特征、形成条件和机制、分布组合规律、发展演化以及关于产生这些构造的地壳运动的方向、方式和性质的研究，尤其是主要在中等和小尺度上对构造进行描述、表现和分析。李四光（1965）把构造地质学的研究内容概括为两个方面：建造和改造。建造代表形成，是地壳运动的物质基础，也是地壳运动发展演化的物质反映；改造代表形变（即变形），是地壳运动的结果或其具体表现。在国外，把构造地质学的主要研究对象限制在区域不大的或小区域的地质构造。大区域的地质构造现象则属大地构造研究的范畴。

【运动构造地质学】　kinematic struc ture geology　研究变形岩石结构的学科。它主要是根据产生可见应变所必需的运动图式，而不考虑引起应变的应力。

【动力构造地质学】　dynamic structuregeology　研究构造（应变）以及形成构造的应力之间的关系的学科。

【构造】　structure　❶一个地区或区域的岩体（岩层）的一般沉积形式、产状、排列及彼此之间的相对位置；一个地区岩石堆积固结以后，由于地壳运动（如褶皱作用、断裂作用和岩浆侵入等）所导致的变形的形象；❷ 石油地质学者所常用的词，意指可以储集石油和天然气的构造形态，如背斜、不整合、礁或洞穴等。

【古构造】　paleostructure　过去某一地质时期一个地区或岩层系列的地质构造，或一个古地质区域的构造。

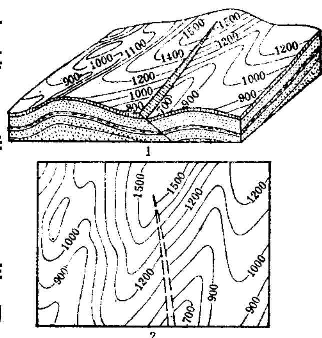
【构造图】　tectonicmap　❶构造等高线图的同义词，即用某一标志层面的构造等高线反映其构造形态的图件。❷描绘地壳最上部的地质构造的图件。它与构造等高线图相似，但是，构造等高线图只表示褶皱、断层、构造等高线等等，而构造图除表示这些以外，还应表示形成不同地质构造的地层的时代和岩石类型，以及它们的发育史。

【古构造图】　paleostructure map　❶用等厚度线所表示的一种地质构造图件。它所表示的地质构造特征是上部盖层沉积以前的不整合面上所存在的地质构造。此时盖层的顶面呈水平状态。❷泛指表示某一地质历史时期存在的地质构造特征的图件，它类似于古地理图，但主要强调表现某时期构造特征的分布而不仅限于海陆分布。古构造图是

根据工作需要的实际资料而编制的。例如，在编制寒武纪的古构造图时，则寒武纪以后的地层都应作为盖层加以揭除。其余类推。

【构造纲要图】 structural sketch 用不同的线条、符号、色调来表示一个地区主要构造特征的图件。构造纲要图是根据地质图编制的，主要表示填图区各类构造如褶皱、断层、岩体等的特征；一般无须绘出所有地层界线，只须表示反映构造运动的不整合面、假整合面以及以此为依据所划分的构造层等。图上也可标注面理、线理等的统计资料。绘制构造纲要图的目的是为了形象地突出一个地区的主要构造特点，使之能够鲜明、概括地反映出构造复杂地区的主要构造特征及其构造发展史。

【构造等高线图】 structure－contour map 连结同一个标准层面或构造面上高度相等的点的线称为构造等高线。用一定高差的构造等高线表示出构造形态的图称为构造等高线图或构造图。岩层顶、底面的构造等高线与岩层走向平行，与倾向垂直。等高线的弯曲反映出岩层走向的变化。等高线的疏密反映出岩层倾角的变化：疏的倾角缓，密的倾角陡。根据构造等高线的圈闭情况，可以了解褶皱的形态特征。



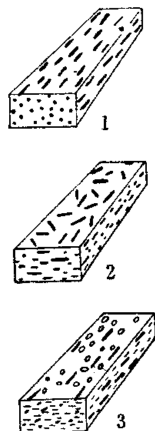
构造等高线图
1.立体图；2.平面图

【非构造变动】 nondiastrophism 与构造运动无直接关系的作用所形成的岩石变形。如在重力、化学作用、冰川作用等的影响下，地表各类岩石的变形。它们包括由沉积物的差异压实作用而发育的褶皱；以及沉积物在受到干化、脱水、重结晶和热效应等作用体积发生变化而形成的构造；或起因子滑波、流动、水下块体滑动的褶皱和断裂等。非构造变动大都规模不大，且常局限于地表上的一定地段之内，故又称表生构造。有些非构造变动和内力地质作用有一定联系，但在空间组合关系上常与区域构造变动不相协调，并常使岩石地层的真正构造受到歪曲和掩盖。因此正确区分非构造变动和构造变动，在地质工作中有很大的实际意义。

【非地壳变动】 nondiastrophism 即“非构造变动”。

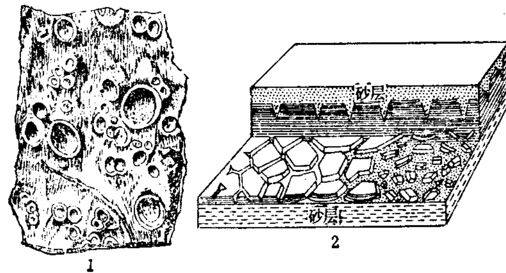
【表生构造】 hypergene（supergene）structure 见“非构造变动”。

【原生构造】 primlary stvucture ❶岩浆岩中的一种构造，它是在岩浆岩最后固结之前与岩浆岩的形成作用或侵位作用同时产生出来的。如岩浆岩中由矿物的排列所构成的流线和流面等。❷原生沉积构造。



原生构造
1.流线；2.3.流面

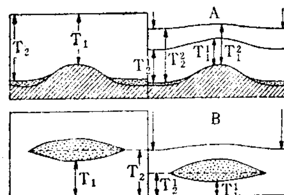
【原生沉积构造】 primary sedimentary structure　**原生构造的同义词。是一类同生的沉积构造，它取决于沉积环境，特别是水流速度和沉积速率，并且是在其所赋存的岩石最后固结之前发育而成的。它包括广义的层理（尤其是层的外部形态和它的连续性以及厚度均一性等）、层面痕迹（如雨痕、泥裂和波痕等）以及由于负荷不等或下坡滑动或崩塌而引起的固结前的运动所造成的变形构造。**



原生沉积构造
1.雨痕　　2.泥裂

【次生构造】 secondary structure　**岩石在沉积或侵位之后，产生于其中的构造，如由构造运动产生的断层、褶皱和节理等；沉积岩中的后沉积作用构造，如起因于化学作用的结核、瘤块，和由裂隙充填所形成的沉积岩墙等。**

【压实作用】 compection　**又称压固作用。是在成岩过程中，由于上覆物质不断加厚使静水压力增大；或者受地壳运动的压力等的作用，使沉积物的孔隙缩小、厚度变薄，而变成坚硬沉积岩的作用。在压实作用下，常使沉积物出现脱水、体积缩小、密度增大等现象。在褶皱山带中，有些巨大的冲断层、褶皱系，甚至板状劈理，也有可能是在岩石仍处于未固结状态中由压实作用而产生的。此外，差异压实作用常使夹有砂岩透镜体的页岩系发生加厚与变薄，或使固结岩石的上覆沉积物产生拱曲、以及造成煤层的鱼尾状分叉等现象。大规模的差异压实作用是潜山的上覆穹窿发育的决定性因素。其详细情况可见“潜山和沙扁豆体之上的压实作用”一图。图中之** A，**表示原始厚度** T_1、T_2 **压实到原厚的一半（**T_1^1、T_2^1**），或压实到原厚的四分之三。要注意潜山四周具有原始倾斜的沉积物对下层产生的效应。图中之** B **表示在不可压实的沙扁豆体周围，原始厚度** T_1、T_2 **压实到原厚的一半（**T_1^1、T_2^1**）。**



潜山和沙扁豆体之上的压实作用

【压固作用】 compaetion 即“压实作用”。

【成岩作用】 diagenesis 沉积物在其原始沉积之后（即沉积物已在侵蚀、搬运和沉积旋□中达到其最终赋存位置之后），以及在其岩化时（或于其后）所承受的全部化学、物理、生物的变化和改变，但不包括地表的蚀变（风化作用）和变质作用。这是大多数地质学家使用这一术语时所常用的定义。它还包括非破坏性的和改造性的作用（如固结，压实、胶结、再造、自生、交代、溶解、沉淀、结晶、氧化、还原、淋滤、水化、脱水、聚合、吸附、细菌活动和结核形成等作用）。这些作用是在地壳表面或地壳外部正常的压力（可达 1kb）和温度（最大可达 100℃到 300℃）条件下发生的，并可包括在同一温度压力条件下在岩化作用之后所发生的一些变化。这一如上所定义的概念是 Walther（1893—1894）首先提出的，不过 Gümbel（1868）第一次把“diagenesis”一词用于使沉积物变为各种结晶质矿物的后沉积作用的转变作用。这种转变导致如绿片麻岩和片岩的变质岩的产出。苏联（和美国）的一些地质学家把这个词局限于发生在未固结沉积带里的后沉积变化的初始相，当沉积物大体上已被转变成致密沉积岩时，这个过程就完成了（Fersman，1922）；这种用法，与美国早先使用 diagenesis 这个词时的原意相当。迄今这个词还没有被普遍接受的定义和界限（如像与变质作用的界限），不同的作者在使用这个词时对其意义予以不同的限制。

【歧异构造】 divergent structure 原始沉积在固结、压实和胶结作用之前或同时，由于沉积层内物质运动引起的构造。歧异构造属于原生构造，当它大规模发育时，很容易与次生变形构造相混淆。

【地质体】 geologic body ❶泛指观察研究尺度内的任何体积的岩石。❷一个不严谨的术语，泛指研究者选来进行研究和鉴定的任何体积的、不限大小的岩石体。例如华南南岭的大花岗深成岩体、包裹在蛇纹岩中的阳起石片岩结核、或含于任何砂岩薄片中的石英颗粒集合体等，都可称为地质体。

【层理】 stratification，bedding 又称层面，是指岩石的原生成层构造。层理的形成与组成岩石的物质成分、成岩时的自然地理环境以及动力地质条件等方面的变化有关，因而可按岩石垂直方向上矿物或岩性成分、颗粒大小、结构、颜色等特征的变化和硬度、凝聚力或粘结物的差异来识别层理。同时还可以按层面上的原生构造，如波痕、泥裂、雨痕、虫迹及一些生物化石的生长埋藏情况来确定层理。层理按形态可以分为水平层理、波状层理、斜层理等。按细层、层系的形态并结合成因又可分为板状层理、槽状层理、楔状层理等。层理是沉积岩和一些火山碎屑岩的重要标志。它代表一个沉积间断面、沉积条件的突变面或侵蚀面。英美文献一般把 stratification 限于沉积岩的层理，而 bedding 则可指任何层状岩石的层理。

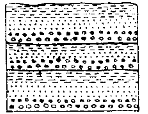
【层面】 bedding plane 平面的或近于平面的层理面。它把相同或不同岩性的连续沉积而成的岩层分成不同的、可以互相区别的层。层面也就是沉积面。它常可显示沉积环境的变化。层面的标志是有分隔面或颜色差异。层面一词适用于一切岩层的层理面，不管它是否已经褶皱或是弯曲。

【层面构造】 bedding plane structure 沉积岩的一种原生构造。是在沉积作用过程中，由于机械原因或生物活动，在未固结沉积物的层面上所形成的痕迹，后经沉积物覆盖而保留在层面上的构造现象，如泥裂、波痕、雨痕、虫迹等各种印痕。层面构造常可用来判断地层层位的正常与倒转、恢复古地理环境等。

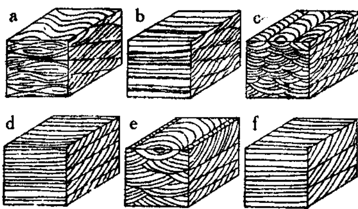
【假层理】 pseudobedding，pseudostratification 与层理不同的成层构造现象。这种现象在变质岩中很普遍，如在片岩和片麻岩中，由于沿着片理、叶理和条带发生剪切和重结晶，原生层理几乎完全消失、沿着这些剪切面容易产生层理的假象。在砂岩和石灰岩中发育的劈理或规则平行节理或岩体中的层状节理，在风化作用下也常显层状假象。冰碛物在冰川的重压下，泥石流和山坡蠕动体中，由于非均匀的差异运动也可导致卵石平行定向排列和颗粒的粒级分层，形成酷似层理的构造。

【面向】 facing 在沉积岩层中是指地层层序顶面的法线所指的方向。即岩层由老到新的方向。

【粒级层理】 raded bedding，graded stratification 又称递变层，是指沉积物在沉积作用过程中，颗粒发生分选并在岩层垂直方向上颗粒大小呈韵律性变化的分布。一般是从下到上，颗粒由粗逐渐变细。它是在主要水流速度逐渐减小的条件下，例如在一次短暂的浊流的沉积作用下形成的。粒级层理可用简单实验制作出来。库南（P. H. Kueuen）等认为北大西洋的浊流沉积是现代沉积中粒级层理最典型的例子，从深海含粗碎屑的岩心中就可明显地见到粒级层理。

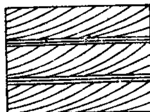

水平岩层的粒级层

【斜层理】 cross bedding（lamination），oblique bedding 在沉积岩的岩层内出现的同岩层水平层面相斜交的层理。它是由许多同向倾斜的、并以各种小于休止角的角度中凹的细层（薄于 1 厘米）重叠组成。这是由于沉积物在流动的水或大气介质中向同一方向运动、堆积的结果。斜层理的倾斜方向指示水流或气流的方向。它常发育在水、气流沉积物中，如三角洲、沙丘、及冲刷和充填构造中。斜层理在露头上形态变化很大，原因是原始沉积物的形态不同、露头切割的角度不同等。附图所示为可能由于不对称波痕的迁移而产生的斜层理的一般类型。其中（a）由小型舌状波痕引起的具收缩和膨胀构造以及渐变接触的小型斜层理组；（b）由小型平直波痕引起的具渐变接触的小型平面组中的斜层理组；（c）由小型舌状波痕引起的一套小型槽状斜层理组；（d）由小型平直波痕的迁移引起的小型平面状斜层理；（e）由大型半月型波痕也可能是舌状波痕引起的大型槽状斜层理组；（f）由大型平直波痕引起的大型面状斜层理组（据 Allen，1963）。



斜层理

【交错层理】 cross - bedding 斜层理的一种，是指在一个单层内部的层面大致有规则地与层间的分隔面（主层理）斜交的层纹构造。它们的顶部与主层理呈角度相交，底部则呈收敛变缓而与主层理相切。因此可利用这种特征来鉴别岩层的顶、底面。交错层理主要是由沙垄、沙浪及沙纹的迁移所造成的。



交错层理

【水平层理】 horizontal bedding 同原始水平面相平行的岩层层理。它的细层单位界面平整，互相平行并同岩层层面相一致。水平层理是在水动力条件比较稳定的环境中形成的。如海洋、湖泊的深水地带以及沼泽、泻湖地区的现代沉积物多具有水平层理。在地形地质图上，其地层界线与地形等高线或中间等高线相一致。

【波状层理】 wave bedding 具波状界面的层理。层理单位呈对称或不对称、规则或不规则的波状，但总的方向都平行于层面。它常见于浅海或湖泊的底部，是在振荡的水动力条件下形成的。

【卷曲层理】 convolute bedding 又称旋卷层理。库南（Kuenen，1953）首先提出此词，用以描述一种波状的、极其紊乱的、错综复杂的揉皱、扭曲以及褶皱的薄层。这种薄层被局限于较薄的、界限分明而且未遭受变形的单个岩层中，向上向下均尖灭，其上覆下伏的都是平整而未经扰动的岩层。它是某些粗粉砂岩或细砂质薄层的特征，仅涉及层的内部层纹，层本身未受变形。看来这种构造是由固结前的变形作用或者是由高度活动性或塑性沉积物沉积时的变形作用所致。例如由水下塌落、滑动或滑陷而成，或起因于负荷变形以及浊流、表面拖曳和层内孔隙水的向上运动等因素的联合作用。希尔斯（Hills，1963）将卷曲层理一词仅限于沉积作用发生时所形成的构造。图示岩层在没有水平运动下堆积时发育成的卷曲层理。



卷曲层理

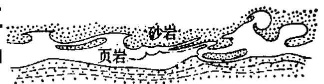
【同生变形构造】 contemporaneous deformation structure 沉积物在其沉积的同时或在紧接其沉积之后发生的变形，诸如小型滑动、揉褶、角砾构造等。但在许多地区，如意大利亚平宁山北部，这种构造规模很大。与准同生构造含义相同。

【准同生变形构造】　penecontem poraneous deformation structure　沉积物在沉积后固结前所发生的变形构造，称为准同生变形构造。一般为局部现象。它是松软沉积物的变形构造，起因于差异负荷、沉陷、拖曳、重力影响下的顺坡滑动等作用。准同生变形构造的主要类型有：负荷构造、球状构造、枕状构造、滑陷构造等。

【坑岗构造】　pit－and－mound structure　❶空气或别的气体穿过未固结的沉积物逸出所形成的构造。如当波浪涌上沙滩而驱出禁闭在沙中的空气时，或在二氧化碳、甲烷的气泡自泥中逸出时，都可产生这种构造，但不易保存。典型的坑岗构造类似于微型泥火山。❷1961 年 Kindle 首先使用此词，指一种沉积构造，它像是一个微微凸起的泡状堆（高 1 毫米，直径 3—12 毫米），在其顶部有一个细小、圆形如火山口的中心坑（直径约 1 毫米），极象雨痕。它是在低粘度泥急速沉积时，由于气泡或水流通过它垂直逸出于其表面所致。

【负荷铸型】　loadcast，loadcasting　库南（Kuenen，1953）用此词取代什罗克（Shrock，1948）的流水铸型（flowcast），系沉积岩层的一种底部痕迹，在各个方向上的长度一般不超过一米。其表现形式为：砂及其它粗粒碎屑物所组成的鼓包，深浅不等的囊状构造，疖瘤状构造，极不规则的突起，球根状、乳房状和奶头隆起。所有这些都向下延伸到位于其下的较 柔软和细粒的原为水塑性并含有原始洼坑的沉积物（如泥、湿粘土或泥炭）之中。它们是在不平衡的沉降和上覆物质的压实作用下，使原有洼坑扩大，粗屑物质局部沉陷于洼坑之中时产生的，正如在没有固结的泥层上开始沉积浊流沉积物时的情况一样。负荷铸型较之凹槽铸型（fute cast）更不规则，因为它通常在水流方向上未被有规则地拉长，并以上流端与下流端无所区别为特征。不过库南的这个词不包括下伏层纹的翘曲，并只将其用于由垂直调整所产生的构造。

【转位构造】　transpositional structure　希尔斯提出的一个术语，意指沉积物在其沉积后或在其固结后，由水塑性流动或流体流动使层理发生扰动而产生的一种原生沉积构造。图示奥陶系砂岩在页岩中的转位构造。

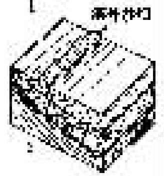


转位构造

【沟渠构造】　channel　①一种线状的水流痕迹，规模大于细沟，多产出在沉积面上，方向和水流平行，并常作为沟渠铸型保存下来。一般宽 0．5—2 米，深 20—50 厘米，长可达 30 米。在浊积岩岩系中发育最佳。②一类侵蚀构造，它可以呈蛇曲状或分枝状，成为总搬运系统的一部份。

【鞋带沙堆】　shoestring sands，shoestring sandstone　又称鞋带砂岩，是由砂或砂岩组成的鞋带状沉积物堆积体，通常多被埋在泥或页岩之中，例如埋藏砂洲或埋藏河道冲积沉积体。




鞋带沙堆
1.[illegible]；2.[illegible]

【鞋带状沉积体】 shoestring 一种很长、比较窄的并一般是直线状的沉积体，其宽厚比小于 5 比 1，通常多为 1 比 1 甚或更小；例如河道冲积沉积体，沙坝、砂丘、或滩沉积等。

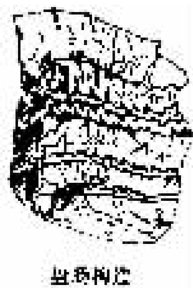
【拖曳痕】 drag mark ❶由固体物质在松软沉积面上拖曳所产生的一种长而平的细沟或痕沟，例如石头或贝壳被附着的藻类沿泥底的拖曳，它比典型的滑痕要更窄更深些。❷一种细沟铸型构造，它是一宽而圆或平顶或尖顶的脊，通常具有纵向痕沟。这很可能是在浊流条件下，在上覆层的底面上充填拖曳细沟而形成的。此类构造又称拖曳铸型。

【细沟】 groove 在沉积面（如泥岩或页岩）上的一种长、直而窄的凹槽，它们是当物体被水流推动前进时，在沉积面上拖刮出来的，它常以细沟铸型的形式保存下来；它们具有均一的深度和横切面，细沟构造的长度和宽度大于擦痕构造，小于沟渠构造。

【滑痕】 slide mark 由水下滑动或塌落而留在沉积面上的刻痕或细沟，它比典型的拖曳痕要更宽更浅些，可能是由沉积物块体、植物丛、或大软体动物的滑体所形成的。

【滑动铸型】 slide cast 滑痕的铸型，通常呈光滑曲线状，长度小于一米。

【盘肠构造】 enterolithic structure 一种带状沉积物组成的肠状褶皱构造，它和由构造变形所产生的肠状构造相似，不过它是由岩石化学变化导致的体积变化所形成的，例如在蒸发岩中由于流动或者由于硬石膏在水化作用时的膨胀而形成的小褶皱或盘□皱纹。


盘肠构造

【叠锥构造】 tepee structure 一种由褶皱组成的不协调沉积构造，横剖面很像尖棱褶皱，或像“倒转的低 V 字”，或像北美印第安人的帐篷的圆锥形尖顶，它可能是硬石膏发生水化作用时的一种成岩构造。

【膨胀褶皱】 expansion fold 岩石在风化作用期间，由于水合作用导致粘土和页岩膨胀所产生的表生褶皱。

【膨胀冲断层】 expansion thrust 岩石在风化作用期间，由于水合作用导致粘土和页岩膨胀所产生的表生冲断层。

重力构造

【盐构造地质学】 salt tectonics，halokinesis 研究盐穹隆的构造及侵位机制的学科。

【盐构造】　salt tectonic　盐的比重小，其沉积物容易发生塑性屈服，在重力作用下特别易于变形。由此产生的构造称为盐构造。如硬石膏层经水化作用变为石膏，不仅塑性增高而且体积增大，可在大片地区内产生崩滑构造、复杂褶皱和小型冲断层。图示盐丘中的流状褶皱，盐体由左、右两边挤入穹隆中。



盐构造

【重力构造】　gravity tectonics　❶岩石在重力影响下发生变形而产生的构造。重力构造现象在岩石圈的不同层次和不同尺度上都有表现。狭义的重力构造指的是在变形过程中由于丧失重力势而造成的构造，广义的则是指，地球里所有密度不同的物质其变位终归都是重力作用的结果。❷其主要驱动机制为重力影响下的下坡滑动一类的构造。如在阿尔卑斯，可能由重力引起的下坡滑动帮助了推覆体的向前推进；不过，一般说来，对主要由重力所造成的构造的范围还有争议；很有可能所有重力运动都是由深位地应力所触发的，而且也很有可能许多主要由于深部应力产生的构造在某种程度上都为重力所改造。

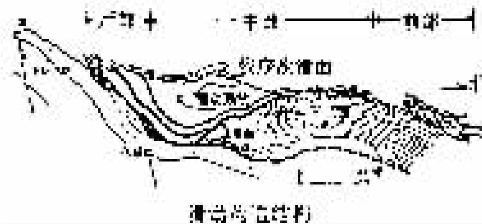


阿尔卑斯前带的重力构造。1.中间阿尔卑斯前带；2.超赫尔维希推覆体；3.结晶基底

【重力滑动构造】　gravitation gliding structure　又称滑动构造。这种构造的主要驱动机制是重力影响下岩体沿滑面的下坡滑动和扩展。

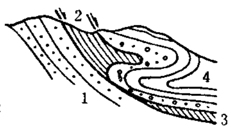
【滑动构造】　sliding structure　重力滑动构造的同义词。当地层全部或部分地成岩后有一个适宜的坡度，并在地层系列中存在着屈服单位（润滑层）及软弱面（滑动断裂面），使滑动主要在重力控制下得以发生，由此而产生的各种构造，称为滑动构造。

【滑动构造结构】　configuration of the sliding structure　马杏垣等认为它是指包括不同序次和级别的滑面以及由它们分割成的相应的滑动岩体、岩块、岩片（分别简称滑体、滑块、滑片）等的空间位置、组成地层、组合特点以及和下伏系统的结合关系等。


滑动构造结构

【下伏系统】　underlying system　滑动断裂面的下盘。见“滑动构造结构”。

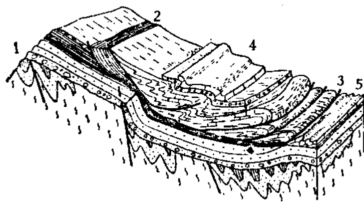
【润滑层】 lubricating layer ❶地层序列中存在着的屈服单位，即两套强硬岩层之间的软弱岩层。它们在滑动运动中起着润滑剂的作用。见“滑动构造结构”。❷在滑脱构造（decolle ment）中，起润滑剂作用使逆掩构造得以滑动的地层。



滑动构造的润滑层
1.下伏系统；2.润滑层；3.滑动面；4.滑动系统

【滑动断裂】 slide fault 主要是在重力影响下利用先前存在的软弱面，如润滑的岩层面或裂隙面等，而发生滑动的断裂。也可以产生自己的滑面，如塌滑，在这种情况下沿圆柱状断面下滑，称旋转滑动。上盘沿着它滑脱、滑动的滑面，称为滑动断裂面。

【滑动系统】 sliding system 滑面之上滑脱的滑动构造系统。马杏垣等认为它是包括不同序次和级别的滑体、滑块和滑片的构造统一体。图中表示的滑动系统（4），是由许多滑片和滑块组成的滑体；但也有整体滑动的滑块。



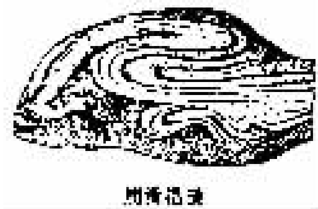
滑动系统
1．下伏系统；2．润滑层；3．主滑面；4．滑动系统；5．外缘推挤带

【滑体】 slip mass 经过滑动，具有一定结构形态和内部构造规律性的地质体。

【滑块】 slip block 滑体发展过程中由于低序次滑面的发育而解体划分出来的岩块。

【滑片】 slip sheet 更低序次的滑面分割成的片状滑体。

【崩滑褶皱】 slump fold 在大陆架边坡松软沉积层中所产生的层内滑动褶皱。



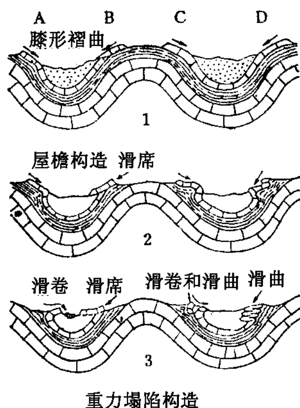
【同生断层】 contemporaneous faultl 又称同沉积断层、生长断层。其断层作用与沉积作用是同时并持续地进行的，一般为正断层，落差随深度而增大，下降盘岩层厚度比相对应的上升盘岩层厚度要大。有些同生断层与未固结沉积物的差异压实作用有关。

【同沉积断层】 synsedimentary fault 即“同生断层”。

【生长断层】 growth fault 沉积岩中的一种断层，它与沉积岩的沉积作用同时进行。随着沉积时间的持续，沉积层的增厚，断层的断距也就增大。断层两盘的沉积厚度不一致，下降盘比相对上升盘的沉积厚度要大。这种断层见于墨西哥湾海岸地区。生长断层与同生断层含意相同。

【崩滑断层】 slump fault **❶重力断层或正断层；❷一种生长断层。**

【塌陷构造】 collapse structure **❶大背斜褶曲的顶部或两翼的地层，因重力作用向下滑动，在向斜部分形成的横卧褶曲和水平断层等构造。塌陷构造可分为镶边褶皱（**cascade fold**），垂幕构造（**flap structure**），翻转构造（**flip set**）。❷任何一类由于移除支撑而后在重力作用下发生塌陷所形成的构造。例如，褶皱翼上的重力滑移；盐盆地中由于盐的溶解所引起的上覆岩石的塌陷；落水洞塌陷；矿巷陷落等。附图所示即为重力滑陷构造，表示滑卷（**A **下顺序）、滑席（**B **下顺序）、滑卷和滑曲（**C **下顺序）和滑曲（**D **下顺序）的连续发育阶段。**



重力塌陷构造

【镶边褶皱】 cascade fold **塌陷构造的一种，沿着大背斜翼部发育的一系列小褶皱。这些小褶皱是由于重力滑塌形成，发育于较大背斜两翼底部，类似花边（**cascade**），故名。其它构造运动也可以形成镶边褶皱。**

【敷挂褶皱】 sedentary fold **李四光一九四五年提出，是重力构造的一种类型；指平敷于较老褶皱岩层之上的较新岩层，因重力作用而形成的褶皱。其形成过程是：首先，未经夷平的褶皱岩层被较新岩层所平敷；随后，成岩性好的较老岩层又经褶皱变动，成岩性差的较新岩层不易与较老岩层一起褶皱，大体仍保持其平敷状态；最后，因重力作用上敷岩层依较老岩层的褶皱形态，而形成表层褶皱。敷挂褶皱有两个特征：①背斜部分越至下部倾斜角度显著变大；距背斜不远处仍保持平敷状态。②褶皱层面上的 **X** 节理，锐角对主压应力方向者极为罕见，因为此种褶皱并非侧压成因。**

应力应变

【力】 force **使静止物体运动或使运动物体改变运动方向和速度的物理量，叫做力，表示力的大小和方向的图示称为矢量。在某一点上几个作用力的矢量和，称作合力。**

【外力】 external force **由外部施加于物体上的作用力。可以分为两种：一种叫面力，是通过接触面传递的力；另一种叫体力，是物体内每个质点都感受到的外部作用力，如重力，磁力、惯性力等等。**

【面力】 surface force **❶通过接触面相互作用的一种力。❷任何作用于物体表面上的力，并按单位面积所受的单位力进行测量；这一每单位面积上的力即为应力。**

【体力】 body forces ❶作用于物体内部各点的力。❷任何作用于物质之上的并与物体质量成正比的力，如：重力、离心力、磁力等，并按单位体积所受的单位力进行测量。

【内力】 internal force 物体内任意相邻两部分之间的相互作用力。如物体内部各质点之间的结合力，包括吸引力和排斥力。物体不受外力作用时，其内部各质点之间的结合力处于一定的平衡状态，使质点保持一定的相对位置，这类内力称为物体的固有内力或自然状态粒子力；当物体受外力作用时，内部质点之间的结合力就会发生改变，使相邻两质点间的距离增大（拉伸）或缩小（压缩），这种内力的变化量称为附加内力或派生粒子力。在宏观力学中人们把物体不受外力时的平衡内力看作零，而把施加外力后引起的内力变化量直接叫做内力。内力和外力是一个相对概念，视研究对象的范围而定。

【应力】 stress 作用于物体内任意截面上的附加内力强度。设截面上一点 M，在其邻域取微面积 ΔA，在此范围内作用的附加内力为 ΔF，则

$$\lim_{\Delta A \to 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} = p$$

即为此截面 M 点上的应力。应力为衡量截面上一点的内力分布强度的尺度，常用的单位为公斤/平方厘米。应力 p 可以分解为垂直于截面和平行于截面作用的两个分量，分别称为正应力和剪应力。

【正应力】 normal stress 又称直应力或法线应力。为应力在截面法线方向上的分量，以符号 σ 表示。根据正应力作用方向与截面的外法线指向的关系，正应力可以分为：张应力，其作用方向与截面的外法线指向相同，有使物质质点间的距离增大的趋势；压应力，其作用方向与截面的外法线指向相反，有使质点间距离缩短的趋势。地质学中习惯上采用以压应力为正值、张应力为负值的规则，与工程力学采用的符号相反。

【直应力】 normal stress 即“正应力”。

【压应力】 compressive stress 正应力的一种，其作用方向与截面外法线方向相反，反映使质点间距离缩短的趋势。见“正应力”。

【张应力】 tensile stress 又称拉应力。是正应力的一种，其作用方向与截面外法线方向相同，反映使质点间距离增大的趋势。详见正应力。

【引张】 tension 以张应力为主的应力状态；趋向于把物体拉裂的应力。

【剪应力】 shear stress 又称切应力，地质力学称为扭应力。与截面相切作用的应力，以符号 τ 表示。

【切应力】 tangential stress 即“剪应力”。

【主应力】 principal stress **物体受力作用时，在物体内任一点的邻域上都可取得三个互相垂直的截面，其上只作用有正应力，而剪应力等于零。这三个互相垂直的截面叫做主平面，作用于主平面上的正应力就叫主应力。根据它们的大小分别称为最大主应力，中间主应力和最小主应力，用符号** σ_1、σ_2、**和** σ_3 **表示。**

【孔隙压力】 pore pressnue **亦称中性压力。由土壤或岩块微粒间空隙中流体传递的应力。**

【主应力轴】 principal axis of stress **根据受力物体内任意一点的应力状态，都可取一个直角座标系（**X、Y、Z**），使三个座标轴分别与互相垂直的三个主应力方向重合，这三个轴就叫做主应力轴。又按主应力的大小，即** $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ **的顺序，分别称之为最大应力轴、中间应力轴和最小应力轴。**

【应力状态】 state of stress **物体受力作用时，其内部应力的大小和方向不仅随截面的方位而变化，而且在同一截面上的各点处也不一定相同。通过物体内一点可以做出无数个不同取向的截面，其中一定可以选出三个互相垂直的截面，在它上面只有正应力作用，剪应力等于零，用这三个截面表达的某点上的应力，即称为此点的应力状态。上述三个正交截面称为主平面；其上的正应力称为主应力。与三个主应力方向对应的直角坐标轴称为主应力轴；根据主应力的大小，分别称为最大主应力轴、中间主应力轴和最小主应力轴。三个主应力不等且都不等于零的应力状态称为三轴（三维、空间）应力状态；如有一个主应力等于零，则称为双轴（二维、平面）应力状态；如有两个主应力等于零则称为单轴或单向应力状态。**

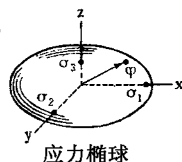
【单轴应力状态】 uniaxial stress state **又称单向应力状态。详见“应力状态”。**

【双轴应力状态】 biaxial stress state **又称二维应力状态或平面应力状态。详见“应力状态”。**

【三轴应力状态】 triaxial stress state **又称三维应力状态或空间应力状态。详见“应力状态”。**

【应力椭球】 stress ellipsoid **一点应力状态的几何形象。在三轴（三维、空间）应力状态中，受力物体内任意方向截面上的应力** p **矢量端点，在以主应力方向为坐标轴方向的正交坐标系中的坐标值** x、y、z，**符合方程**

$$\frac{x^2}{\sigma_1^2}+\frac{y^2}{\sigma_2^2}+\frac{z^2}{\sigma_3^2}=1$$



应力椭球

表明这些应力矢量端点的几何轨迹是半轴分别相当于主应力 σ_1、σ_2 **和** σ_3 **的绝对值的一个椭球面，称为应力椭球（见附图）。与三个主平面都不平行的任一截面上，除正应力外均存在有剪应力。平分最大与最小主应力轴夹角，并包含中间主应力轴的斜截面上的剪应力值。**

$$\tau_{max}=\frac{1}{2}(\sigma_1-\sigma_3)$$

称为最大剪应力。

【最大剪应力】 maximum shear stress 平分最大和最小主应力轴夹角，并包含中间主应力轴的斜截面上的剪应力值。

$$\tau_{max} = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3)$$

称为最大剪应力。详见“应力椭球”。

【最大应力轴】 axis of maximum stress 参见“主应力轴”。

【中间应力轴】 axis of intermediatestress 参见“主应力轴”。

【最小应力轴】 axis of minimum stress 参见“主应力轴”。

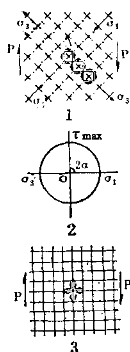
【应力差】 stress difference 又称差异应力。即最大主应力与最小主应力之差 $(\sigma_1 - \sigma_3)$。

【差异应力】 differential stress 参见“应力差”。

【应力偏量】 deviatoric stress 偏离静压应力并引起形变的应力。

【应力轨迹】 stress trajectory ❶受力体内任一平面上最大和最小主应力的方向线。❷称应力迹线。受力物体内相邻各点主应力方向的连线和最大剪应力方向的连线，分别称为主应力轨迹和最大剪应力轨迹。用以反映应力场中应力分布的规律。利用光弹模拟实验，可以把应力轨迹清晰地反映出来。

【应力网络图】 stress grid diagram 又称应力轨迹图。这种图是分别用主应力或最大剪应力的迹线来反映构造应力场中应力的分布规律的。



应力网络图
1.主压应力（σ_1）和主张应力（σ_3）网络；2.单元体A的摩尔圆；3.最大剪应力网络

【莫尔包络面】 Mohr envelope 一系列莫尔圆的包络面；引起破坏的应力座标点的轨迹。

【应变】 strain ❶又称相对变形，是受力物体变形程度的量度。在物体上一点的邻域内，微小线段的长度改变量（$\Delta\delta$）（伸长或缩短）与线段原长（Δl）之比

$$\varepsilon = \lim_{\Delta l \to 0} \frac{\Delta\delta}{\Delta l}$$

称线应变，物体上原互相垂直的两微小线段所夹直角的改变量（$\Delta\gamma$），称剪应变（或切应变、角应变）。❷受力物体形状和大小的变化。

【均匀应变】 homogeneous strain 变形体所有各点上的应变都相同的应变状态。

【非均匀应变】 heterogeneous strain 变形体内各点的应变不相同的应变状态。

【纯应变】 pure strain；非旋转应变的同义词，即任何一种没有旋转的应变。

【塑性应变】 plastic straint 受力材料在屈服极限后发生的永久应变或变形。

【弹性应变】 elastic strain 可以瞬时复原的应变，即当变形应力撤除时，物体可以完全恢复到应变前原始状态的应变。

【线应变】 linearstrain 参见“应变”。

【单向拉伸应变】 uniextensional strain 沿着一个轴简单拉伸的应变。

【两向拉伸应变】 biextensional strain 沿两个轴简单拉伸的应变。

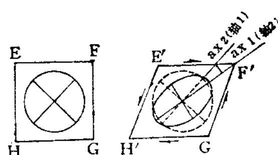
【剪应变】 shear strain 参见“应变”。

【角应变】 angular strain 参见“应变”。

【体变】 dilatation 只有体积变化的应变。

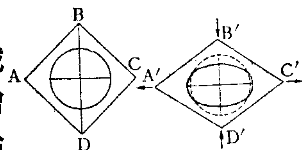
【形变】 distortional strain 涉及形态变化的应变。

【旋转应变】 rotational strain 又称有旋应变，指应变主轴方位发生变化的应变状态。左图为未变形前应变轴的方位，右图为受力后应变轴方位的变化情况。



旋转应变

【非旋转应变】 nonrotational strain 又称无旋应变。指应变主轴方位不发生变化的应变状态。左图为变形前应变轴的方位，右图为变形后应变轴的方位。



非旋转应变

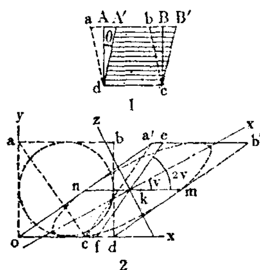
【应变强化】 strain hardenmg ❶结晶物质因受力弯曲或扭曲而引起的分子结构变化，使进一步变形的阻力增大。❷增加应变量需要追加应力差的材料性质。同义词有加工硬化、冷加工。

【应变分析】 strain analysis 对在统计均匀域中的构造岩平均应变量的估计。

【纯拉伸】 pure extension 受力物体所有各点都顺一个坐标轴伸展变位的现象。

【纯压缩】 pure compression 受力物体所有各点都顺一个坐标轴缩短变位的现象。

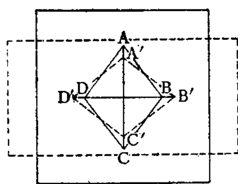
【单剪】 simple shear 即简单剪切，指所有各点顺另一座标轴变位而发生的剪切。在几何中可以用无限密集的平行平面的滑动来解释此类变形，每个面相对于相邻面都有相等的位移量和相同的位移方向。这可以用使一个正方形（ABcd）变成菱形（A′B′cd）及同余菱形 abcd 两者（对应角正好互换）的变形来说明，正方形的两个直立边经变形转动了一个角度（θ），此角的正切为切应变量的量度如图 1。在这种应变中，最大应变轴和最小应变轴随着变形的进行而发生旋转，故称旋转应变。因此，总应变（total strain）就包括：以某一时刻应变轴的相对长度来表示的纯应变，以及这些轴所必然发生的转动。图 2 说明了单剪和应变椭圆的关系。其中椭圆主轴 X 既不是原来圆的对角直径、也不是垂直直径。nm 和 a′c 以及平行于它们的线的长度保持不变，而且都是最大切应变方向（ef = a′c；nm = ab）。



单 剪

1.单剪应变；2.单剪和应变椭圆

【纯剪】 pureshear 非旋转应变的特例。如图所示，物体发生均匀变形，在变形期间其主应变轴不改变其空间位置，而只改变其长度，那么这种应变是非旋转的（non-rotational），称为纯应变（purestrain）。若主应变是沿着一个主轴伸长，而沿另一主轴缩短，但是两者的应变量的绝对值相同以致一个内接的菱形（ABCD）在变形后变成了一个钝角和锐角互换位置的同余菱形（A′B′C′D′）。此时，其面（体）积和应变轴的方位都未发生变化，在与主应变轴呈45°的截面上，只有剪应力作用，没有正应力，这种应变状态，即称为纯剪。



纯剪（非旋转应变）

【破裂】 rupture 物体受力变形，当应力达到破裂强度时，物体内部或表面就会发生裂隙或断开，使物体的连续性遭受破坏，称为破裂或断裂。地壳中广泛发育的节理、断层等构造现象就是岩石破裂的产物。根据其力学性质，破裂可分成张裂和剪裂两大基本类型。

【张裂】 tension rupture，extension fracture 岩石在外力作用下，当张应力达到岩石抗张强度时，在垂直于主张应力轴方向上产生的断裂。张裂面一般较粗糙。

【剪裂】 shear rupture 岩石在外力作用下，当剪应力达到岩石抗剪强度时发生的破裂。剪裂面两侧的岩石发生相互错动，破裂面一般较光滑。地质力学把剪裂称为扭裂。

【破裂强度】 rupture strength 又称极限强度。物体受力作用，在破裂前所能承受的最大应力。破裂强度与岩石性质有关，不同岩石的破裂强度不同。破裂强度也与力的作用方式有关，同一种岩石在不同性质的应力作用下破裂强度也不相同。一般测定岩石的破裂强度是在常温、常压、缓慢加载的条件下进行的。当物理和化学条件发生变化（如温度、围压、溶液和受力时间等条件的变化）时，破裂强度也有明显的变化。

【抗压强度】 compressive strength 在给定条件下断裂前施于材料的最大压应力。

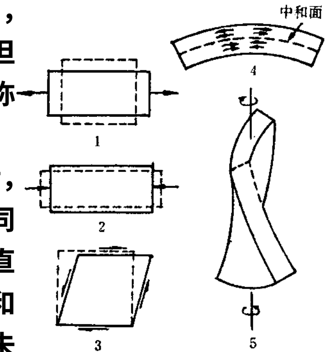
【抗张强度】 tensile strength 物体断裂前能抵抗的最大张应力。

【共轭角】 conjugate shear angle 共轭剪切破裂面或共轭剪切带之间的夹角（包含最大应力轴的象限）称为共轭剪切面角，简称共轭角。

【剪切角】 shear angle 剪切面或剪切带与最大压应力轴之间的夹角。

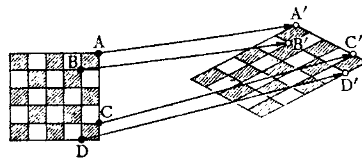
【库仑破坏准则】 coulomb ’ s criterion of fracture 作用于一个面上的剪应力超过材料内聚力和抵抗运动的阻力之和时，沿着此面即发生断裂。

【变形】 deformation 物体因受力使内部质点间相对位置发生改变所导致的形状或体积的变化。岩石变形的基本方式有压缩，拉伸，剪切，弯曲和扭转五种。力学中一般不把破裂归入变形的范畴，但在构造地质学中，习惯上却把断裂和褶皱等构造形迹都泛称为变形或形变。



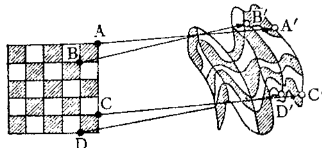
岩石变形的五种方式
1.拉伸；2.挤压； 3.剪切；4.弯曲； 5.扭转

【均匀变形】 homogeneous deformation 物体变形后，如果物体内的不同点在同一方向上的线应变和剪应变都相同时，即称为均匀变形。在发生均匀变形的物体内，原来的直线和平面，变形后仍为直线和平面；原来相互平行的直线和平面变形后仍然平行。图示均匀变形的位移矢量，在处于未变形状态时 AB 和 CD 彼此相等并平行，这种情况对于处于变形状态中的 A′B′和 C′D′说来，也完全一样。



均匀变形

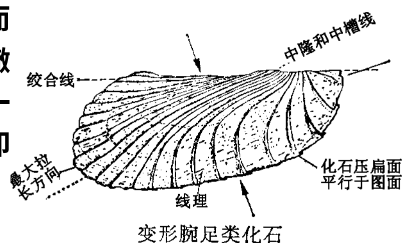
【非均匀变形】 heterogeneous deformation 物体变形后，如果物体内的不同点在同一方向上的线应变和剪应变不同时，则称为非均匀变形。在发生非均匀变形的物体内，原来的直线和平面可以变成曲线和曲面，原来相互平行的直线或平面变形后不再平行。图示非均匀变形的矢量，在处于未变形状态时 AB 和 CD 彼此相等并平行，但这种情况对处于变形状态中的 A′B′和 C′D′说来，就不正确。



非均匀变形

【弹性变形】 elastic deformation 当使物体变形的外力撤除后，物体能因本身的弹性而完全恢复原来的形状和尺寸，这种变形就叫弹性变形。

【塑性变形】 plastic deformation 物体因受力而变形，当应力超过屈服极限，并在材料尚未破坏时撤除外力，这时物体不能完全恢复原来的形状，而使一部分变形保留下来，这部分残余变形（永久变形）即称为塑性变形。



变形腕足类化石

【递进变形】 progressive deformation 在同一动力方式的持续作用下，岩石内部的应变状态在变形过程中可以发生变化，因而在一期变形的全过程中，会依次出现性质或方位不同的应变状态，从而导致构造变形的发展及其力学性质的转化，这种变形就是递进变形。

【仿射变形】 affine deformation 即均匀变形。变形前的线和面在转换成新的线和面时没有变弯。

【均匀流动】 uniform flow 既无集中又无分散的流动。

【塑性流动】 plastic flow 物体的形状和体积在断裂前的永久变形，变形一旦开始后在不增加应力的条件下仍持续变形。

【韧性】 ductility ❶材料受力后，在破裂前若能发生较大的变形时，就把材料的这种性能称为韧性。具有这种性质的材料称为韧性材料。❷在一组给定条件下，在破坏前能承受5—10%以上变形的岩石性质。

【脆性】 brittleness 材料受力后，若在破裂前只能发生极小的变形时，就把材料的这种性能称为脆性。岩石一般在地表条件下表现为脆性，但随同围压、温度以及变形速率等条件的变化，岩石也可以从脆性转化为韧性。

【水塑性】 hydroplasticity 由于沉积物中孔隙水和吸附水引起的，使材料易于屈服于压力的一种塑性。

【蠕变】 creep ❶在恒定应力作用下，物体变形会随时间的延长而不断增大的现象。有许多地质现象表明，即使温度和围压都不高\ 应力差也不很大，但由于应力作用时间很长，岩石也会发生蠕变，从而导致相当大的变形。❷在构造地质学中是指在长期的小而恒定的应力作用下，于固体岩石中产生的不断增大的、通常是缓慢的变形作用。❸在重力体应力作用下，由冰、土壤、和近地表岩石物质所维持的缓慢、逐渐、大体上连续和不可恢复的（永久的）变形。根据物质特性、应力等级、变形阶段和速度、断裂基本机制、几何型式、变形率和原因等可将蠕变划分出许多类型。不过，这个一般术语不应受机制假设、深度、速度剖面、蠕变带的厚度或侧向范围等的约束。

【松弛】 relaxation ❶又称弛豫，是在物体的应变保持不变时，应力随着时间的延长而逐渐减小的现象。在实验构造地质学中，意指由于任何一种蠕变过程而使所施应力随同时间的前进而释放的情况。❷如果弹簧在高温下长时间拉伸，则弹簧力将逐渐减小甚至完全消失，这种现象即松弛。

【弛豫】 relaxation 即“松弛”。

【固流体】 rheid 一般固态物质在低于其熔点温度条件下承受不大的应力作用，其总应变可包括弹性应变、塑性应变、瞬态蠕变和粘性应变四个分量。随着应力作用时间的延长，其它应变分量可以变得不重要，只有粘性应变仍呈稳态发展，当受力持续时间长到使粘性应变部分至少比弹性应变大三个数量级时，物体基本上呈粘性流体流动。凯里（S. W. Carey）称这样的材料为固流体，也有人译为软体。

【软体】 rheid 即“固流体”。

【固流限】 rheidity ❶又称流变限。材料的粘性应变部分变大到其弹性应变部分的一千倍时所需要的时间。等于 $\eta/\mu\times1000$（η—粘性系数，μ—弹性模量，η/μ 是马克斯威尔体松弛时间。❷ 物体的松弛时间乘以 1000。

【强岩层】 competent beds 比较坚硬的岩层在褶皱时不仅能使自身而且能使上覆岩层拱曲并且没有明显的内部流动。

【弱岩层】 incompetent beds 比较软弱的岩层，不能将压力传递较远的距离，在构造力作用下易发生流动。

【弹性极限】 elastic limit 与应力－应变图上直线关系开始偏离时的应力。超过弹性极限，虎克定律就不再适用。

【弹性模量】 elastic modulus 应力与对应应变之比，包括杨氏模量、剪切模量和体积模量。

【体积模量】 bulk modulus 体积模量 B 是静压力的增量 P 与体积变量的对应分数$\left(\frac{-\Delta V}{V_0}\right)$之比：

$$B=\frac{P}{\frac{-\Delta V}{V_0}}$$

【剪切模量】 shear modulus 剪应力与对应剪应变之比。同义词有刚性模量、扭转模量。

【泊松比】 Poisson’s ratio 一长杆均匀横截面上每单位面积的横向压缩量与单位长度的伸长量之比，在张应力作用时：

$$\sigma=\frac{\frac{\Delta W}{W_0}}{\frac{\Delta L}{L_0}}$$

式中：σ 为泊松比；W 为横截面大小；L 为长度。泊松比值小于 0.5。

【杨氏模量】 Young's modulus 正应力与对应线应变之比。设张应力 F 作用于横断面 A 上，长度变化为 ΔL，杆的原始长度为 L，则杨氏模量为：

$$Y=\frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta L}{L}}$$

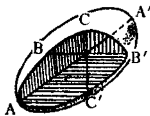
【流动】 flow 某种不能立即复原又不永久丧失内聚力的变形。

【滑移流动】 gliding flow 由直移滑动和双晶滑动共同引起的一种固体流动。

【假粘性流动】 pseudoviscous flow 载荷重结晶作用。这是一种因应变和应力太低以致不能引起滑移流动、而以粒间运动和颗粒定向为主的固体流动。

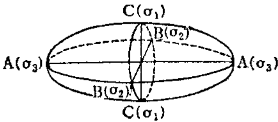
【滑动】 slip 宏观上的不连续流动，表现为岩石中无数近平行面的位移。（Donath，1963）。

【应变椭球体】 strain ellipsoid ❶又称应变椭球。是设想在物体中取一个圆球体，使其在三向不等应力的作用下发生变形。在均匀连续的变形范围内，这个圆球体就变成三轴不等的椭球体，称为应变椭球体。椭球体的三个互相垂直的轴统称主应变轴，长轴称最大应变轴（A 轴），与最大拉伸或最小缩短方向一致；短轴称最小应变轴（C 轴），与最大压缩或最小拉伸方向一致；中等轴则称中间应变轴（E 轴）。以 B 轴为交线存在



应变椭球体

有两个共轭圆截面。应变椭球体中圆切面与主应变轴的关系，表示在所附应变椭球体圆截面图中。应变椭球是一种几何图解方法，可用以分析连续介质中的应变状态，以便得出一点附近应变随方位变化的规律。在构造地质分析中，一般只用它形象地解析诸构造变形之间的几何关系，而不能完全据此分析构造变形时的应力状态。❷由均匀应变所引起的均质物体应变的一种几何表示法，或是在特定点上的非均匀应变的一种几何表示法，它的轴就是主应变轴。



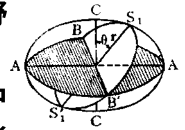
应变轴与应力轴的方位

【最大应变轴】 maximum strain axis 指应变椭球体的 A 轴。

【中间应变轴】 intermediate strainaxis 指应变椭球体的 B 轴。

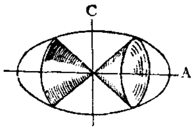
【最小应变轴】 minimum strainaxis 指应变椭球体的 C 轴。

【应变椭球圆截面】 circular sectionof strain ellipsoid 即应变椭球体中以 B 轴为交线的共轭圆截面（S_1），又称等伸缩面或均匀变歪剖面。如果这一对共轭圆截面的半径保持为变形前圆球的半径时，则称为无伸缩面或不变歪面。但计算资料和野外及实验资料都证明，共轭圆切面并不是最大剪切面。



应变椭球圆截面

【应变椭球椭圆锥面】 ellipticone of strain ellipsoid 在应变椭球中的某些方向上，椭球半径与原来球体的半径相同，这些半径代表无变形方向，在应变椭球中的轨迹是一对以椭球对称中心为共同顶点的一对共轭椭圆锥面（如图），在椭球体面上出露的轨迹则为一椭圆或圆。因为这一对椭圆锥面上的半径在变形前后长度不变，故称为无伸缩或不变歪椭圆锥面，地质力学称之无扭面。当 B 半轴小于球半径时，不变歪椭圆锥面的轴线与 A 轴符合；当 B 半轴大于球半径时，则锥轴与 C 轴符合。



不变歪椭圆锥面

【围压】 confining pressure 各向等压的应力状态，即物体内任一点应力状态的三个主应力值相等，$\sigma_1=\sigma_2=\sigma_3$。又称静水压力或流体静压力（起因于饱和带中水的重量）；在地壳中称静岩压力或静地压力（起因子上覆岩石的载荷）。

【静水压力】 hydrostatic pressure “围压”的同义词。

【静地压力】 geostatic pressure 又称静岩压力。即地壳中一个点的围压。由此点上覆岩柱或土柱的铅直压力及此点周围岩石的限制所决定。

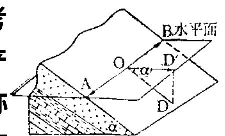
【静岩压力】 lithostatic pressure 静地压力的同义词。

【李开原理】 Riecke ’ s principle 关于矿物在外部压力最大处最容易溶解、在外部压力最小处最容易结晶的一种理论。

【光弹性】 photoelasticity 某些均质透明固体在应力作用下能发生双折射的性质。这种性质使得有可能在偏振光镜下研究应力分布的型式。

岩层产状

【岩层产状】 attitude of rocks ❶岩石和构造的面状构造（如层面、片理、断层面、接触面等）和线状构造（如线理、褶皱轴等）相对于水平参考面的空间位置。表示这种空间位置的数据称产状要素。面状构造的产状要素包括走向、倾向和倾角；线状构造的产状要素包括指向（或称倾伏、向）和倾伏角。❷泛指地质体的形状及其在空间中产出的状态等。如层状岩石、岩盘、岩墙等。



岩层产状
AOB．走向线；OD′·倾向，即倾斜线的水平投影；OD．倾斜线；α．倾角

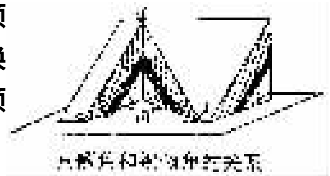
【产状要素】　elements of attitude　简称产状。指地层的或构造的走向、倾向和倾角。详见“岩层产状”一词。

【走向】　strike　面状构造的产状要素之一。某构造面或地质体的界面与水平参考面的交线称为走向线，而走向线两端的延伸方向即为走向。一个面的走向可以用两个方位角数值表示出来，如 NW282°或 SE102°，它们分别是走向线两端所指的方向。走向也可以用象限角表示，如 N78°W 或 S78°E。

【倾向】　dip　面状构造的产状要素之一。垂直于走向线、沿地质界面倾斜向下的方向所引的直线称为倾斜线，倾斜线在水平面上的投影线所指的界面倾斜方向称为倾向。倾向一般用方位角表示，数值与走向相差 90°。

【倾角】　angle of dip　面状构造的产状要素之一。即在垂直地质界面走向的横剖面上所测定的此界面与水平参考面之间的两面角。也就是倾斜线与其水平投影线之间的夹角。这个倾角又称“真倾角”。

【视倾角】　apparent dip　又称假倾角。在不垂直面状构造走向的剖面上测量的此面与水平面间的夹角，其数值小于真倾角。倾斜岩层的真倾角与视倾角之间的关系（见附图），可由下列公式表示和换算：$\tan\beta = \tan\alpha \cdot \cos\omega$。其中 β 为岩层的视倾角，α 为真倾角，ω 为剖面方向和倾向之间夹角。



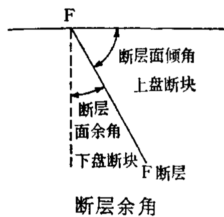
【指向】　trend　又称倾伏向。是线状构造的倾伏方向，即线状构造在水平参考面上的投影线所指示出的线状构造向下一端的方向。可用方位角或象限角表示。线状构造的规模可大可小，例如线理、岩脉、矿体、褶皱或造山带等都可用指向来表示。

【倾伏角】　plunge angle，plunge　在包含线状构造的铅直参考面上测量的线状构造与水平线之间的夹角。线状构造可以是褶皱的枢纽、两个面的交迹、擦痕、透镜状矿体的长轴等等。

【侧伏角】　pitch　❶在一个面上的某一条线（如断层面上的擦痕，片理面上的线理，透镜状矿体的长轴等等），与所在面的走向线之间所夹的锐角，就称为某一条线在那个面上的侧伏角（如图 β 角）。❷倾伏角的同义词，但用得少。

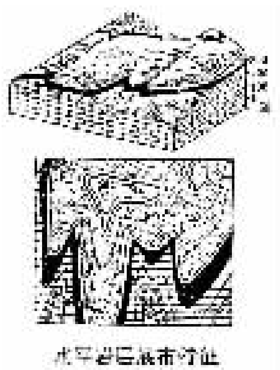


【伸角】　hade　又称断层余角。在构造地质学中指倾角的余角；即断层面的倾斜线与铅垂线之间的夹角。这个意义也用于矿脉等。不过伸角一词现已很少使用。



断层余角

【水平岩层】 horizontalstratum ❶产状呈水平或近于水平的岩层。其同一层面上的各个部分都大致具有相同的海拔高度。因此在地质图上水平岩层的地质界线表现为大致平行于地形等高线在空间和平面上的展布情况（上图为立体图，下图为地形地质图），❷在沉积盆地的中部或在广阔海盆中沉积的，未经构造变动的原始水平产状的地层。



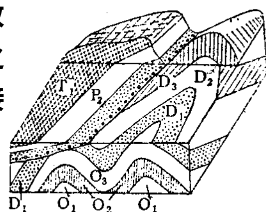
【正常层序】 normal succession of strata 水平岩层或倾斜岩层当其保持岩层顶面在上、底面在下，即新岩层在上、老岩层在下的地层顺序。

【倒转层序】 overturned succession of strata 因构造变动而造成的岩层底面在上、顶面在下，即老岩层在上、新岩层在下的反常顺序。凡具有倒转层序的地层，其产状就是倒转产状，如倒转褶皱的倒转翼的产状等。

【整合接触】 conformable contact 同一地区的上下两套岩层，若其产状一致，在沉积上和在生物演化上都是连续的，则这种关系就称整合接触。它说明这个地区的地壳运动以相对下降为主，所以发生在上、下两套地层之间的沉积过程是连续的，其间没有发生足以引起较长时间沉积间断的构造运动。有时在野外常可见到在同一套地层中由于水流作用而造成的冲刷面，但若上、下地层间的时间间隔很短，时代还是连续的，则仍属整合接触。

【整合】 conformity 即“整合接触”。

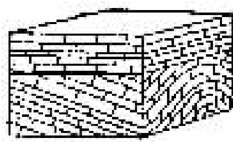
【不整合接触】 unconformable contact 由于地壳运动的影响，使在同一地区的上下两套岩层间有一明显的沉积间断，且在古生物演化顺序上也不连续。岩层的这种关系称为不整合接触。呈不整合接触的两套岩层的产状可以是一致的，也可以是不一致的，一致的称为平行不整合（如 D_1 和 O_3 之间的接触），不一致的称为角度不整合（如 P_1 和老地层之间的接触）。



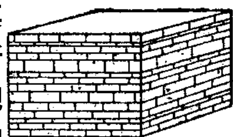
地层接触关系立体图

【不整合】 unconformitv ❶在地质记录中的明显中断或间断。这时一个岩石单位为另一个在地层顺序上不相邻接的岩石单位所上覆，如像在沉积岩沉积顺序的连续性上存在的一个间断，或存在于被侵蚀岩浆岩和年轻沉积地层间的一个中断等。这种情况是由能够导致沉积作用停止很长一段时间间隔的变化引起的。这种变化通常包括抬升和侵蚀，并伴有以前形成的记录的丧失。从延续的时间上看，不整合比小间断要长一些。❷指互相接触的岩层间的构造关系。它的特征是：缺乏沉积的连续性，相当于新地层沉积前的一个风化、侵蚀（大气下和水下的）时期，并且时常由地层间存在的明显侵蚀面标志出来。严格地说来，意指年轻上覆地层与下伏老岩石的走向、倾斜不相“一致”的关系，这种情况尤其可为角度不整合表示出来。国际地质界对不整合的含义有不同的认识，如美国所认为的不整合的常见类型有：非整合；角度不整合；假整合；似整合。由于在英国对不整合的基本特征的理解是构造的不一致性而不是一个时间间断，因此英国不承认假整合和准整合是不整合。

【角度不整合】 angular unconformiry，discordance，angular discordance 不整合接触的一种，又称斜交不整合，简称不整合。指上、下两套岩层间有明显的沉积间断，且两套岩层以一定角度相交。角度不整合反映出此区在下伏岩层形成后曾发生构造运动及剥蚀作用，不但出现沉积间断，而且使下伏岩层的产状也发生变化，产生掀斜或褶皱，因此当剥蚀面上再度接受沉积时，上覆岩层就与下伏岩层无论在产状上或在构造特征上都有明显差异。


角度不整合

【准整合】 paraconformitv 又译似整合。是邓巴和罗杰斯（Dunbar & Rodgers，1957）介绍的术语，用于一种不清楚的和不确定的不整合。即在其中看不清侵蚀面或其中的接触面只是简单的层面，并且其中在间断之上、与之下的层都是平行的。以前皮尔桑（Pirsson，1915）是把此类不整合作为假整合来分类的。在英国却把它看成是“重大时间意义上的”不连续，而不把它视为不整合。不要同准不整合混淆起来。

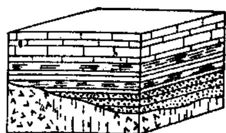

准整合

【似整合】 paraconformity 即“准整合”。

【准不整合】 paraunconformity 克罗斯柏（Crosby，1912）提出的作为假整合同义语的一个术语，现已废弃不用。

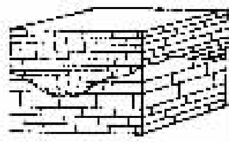
【似不整合】 paraunconformity 即“准不整合”。

【非整合】 nonconformity ❶发育在沉积岩和老岩石（深成岩浆岩或块状变质岩）之间的不整合，这些老岩石在受上覆岩石覆盖之前已被暴露地表承受侵蚀。将此术语限制于这种用法的做法，是由邓巴和罗杰斯 1957 年提出的。但在实践中却不常用。❷是作为角度不整合的同义语来使用的一个术语，原先曾被广泛采用，但现已不常使用。或按皮尔桑（1915）提出的，可作为一个包括有角度不整合的一般术语来使用。



非整合

【平行不整合】 parallel unconformity；disconfdmity 不整合接触的一种，又称假整合。意指上下两套岩层间虽然产状一致，但有明显的沉积间断。平行不整合反映出：在下伏岩层形成后，此区地壳曾发生均匀上升，使之遭受侵蚀或沉积作用曾一度间断；后来地壳又下降，重新接受沉积；但地壳的升降没有改变岩层的产状，使不整合面上、下两套岩层的产状得以保持一致。



平行不整合

【假整合】 disconformity，paraconformity 即“平行不整合”。

【区域不整合】 regional unconformity 展布于广大区域的、其范围可以是一个大陆的不整合。这种不整合通常代表一个较长时期的沉积间断。

【局部不整合】 local unconformity 严格局限于一定地理范围内的不整合，通常它所代表的是一较短暂的间断时期。如像发育在沉积盆地边缘的不整合，或于其邻区还在进行连续沉积时而沿间歇性上升的构造轴部发育的不整合。从外表上看，它相似于平行不整合，但却缺乏平行不整合所具有的区域性意义。

【海侵不整合】 transgressive unconfotmty 或称海侵超覆（transgressive overlap）、地理不整合。由于海侵使沉积区的范围不断扩大，使后期的沉积岩层超过先期沉积岩层的展布范围，而超覆在更老地层组成的基底侵蚀面上，从而形成局部不整合。其基本特征是相继沉积的岩层超覆于先期沉积的岩层之上并依次与基底侵蚀面相接触，而先期沉积的岩层在地层剖面中则表现为朝向沉积区边缘的有规律地逐渐尖灭。

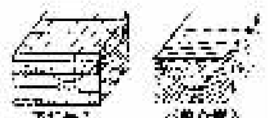


海侵超覆

【海侵超覆】 transgressive overlap 见“海侵不整合”。

【地理不整合】 geographical unconformity ❶海侵不整合的同义词。❷一种微弱的或不明显的角度不整合。在局部地方，上、下两套岩系之间可表现为平行不整合，但在较大范围内却可发现位于不整合面之上的岩系，其一定的底层可在不同地方相继与不整合面下部的岩系的不同层相接触。

【嵌入不整合】 inlaid unconformity，adjacent unconformity 又称毗连。由于不整合面（侵蚀面）表现有显著的凹凸不平，当其上的沉积物把凹处填满时，看起来就好像是新岩层嵌入于下伏老岩层之中。这时在嵌入地段的不整合面就与上、下两套岩层都相斜交。根据不整合面上、下两套岩层的产状，又可把它分为平行嵌入和不整合嵌入。



平行嵌入和不整合嵌入

【倾斜岩层】　tilted stratum　层面和水平面有一定交角且倾向基本一致的岩层。倾斜岩层在自然界中最为常见，若岩层产状正常，则沿岩层倾斜方向的剖面前进，岩层时代就越来越新。倾斜岩层常与单斜岩层具有相同涵义而混同使用。严格来说，单斜岩层限于在一定区域范围内向同一方向倾斜而倾角大致均一的一套岩层。

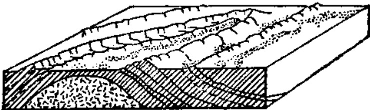
【单斜岩层】　monocline　❶向同一方向倾斜的岩层。❷在水平岩层或平缓倾斜岩层中的一个阶梯状弯曲。

褶　　皱

【褶皱】　fold，folding　❶变形作用在面状构造（如像岩层、层面、叶理，或劈理等）中引起的弯曲或扳曲。❷指褶皱作用，具有地壳运动方面的含义。通常用于大规模褶皱构造形成时地层的压缩；它有时包含有一般总变形的含意，此时的褶皱作用就只属于变形作用的一部分。

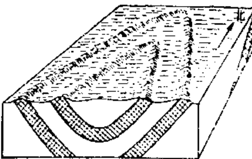
【褶曲】　fold　❶面状构造（如像岩层，层面，叶理，或劈理等）的一个弯曲或扳曲。褶曲通常是变形作用的产物，不过它的定义是描述性的而不是成因的，因此可以包含原生构造。❷先存岩石面变形而成的连续弯曲，在单个意义上就是一个凸面。

【背斜】　anticline　一种上凸的其核部由老地层组成的褶曲。判别背斜不能简单根据其形态的上凸或上拱，要根据岩层时代自核部向两翼是否由老变新，如岩层的时代不明，则泛称背形。



背斜构造

【向斜】　syncline　一种下凹的，其核部由新地层组成的褶曲。判别向斜不能简单根据其形态的下凹或下拗，要根据从核部向两翼地层时代是否由新变老。若地层时代不明，则泛称向形。



向斜构造

【背形】　antiform　泛指向上弯曲的一种背斜型构造。用以表示岩层层序不明的背斜或其它面状构造（如片理，轴面，劈理等）的类似的褶皱。若以形状和地层变新的方向为依据而进行褶皱命名时，图 1 为背斜；图 2 为背形向斜（翻转向斜）。



背形构造
O→Y表示岩层由老变新

【向形】 synform 泛指向下弯曲的向斜型构造。用以表示地层层序不明的向斜或其它面状构造（如片理、轴面、劈理等）的类似的褶皱。若以形状和地层变新的方向为依据而进行褶皱命名时，图 1 为向斜；图 2 为向形背斜（翻转背斜）。

向形构造
O→Y 表示岩层由老到新

【均斜】 homocline 一套同向倾斜的岩层。可以是单斜、等斜、抬斜断块或者是背斜或向斜的一翼。

【褶皱要素】 elements of fold 褶皱的基本组成部分，根据它们在褶皱中的空间位置，分别叫做褶皱的核、翼、顶、槽、脊、脊面、槽面、枢纽，轴面、轴、转折端等。

褶皱要素

【褶皱核】 core of fold ❶又称核部。是相对翼部而言的一个术语。泛指褶皱的内部或中心部分。❷褶皱的内部；最靠近轴面的部分。

【褶皱翼】 limb of fold ❶泛指褶皱核两侧的岩层，又称翼部。翼与核是相对而言的，无明确划分界线。❷在同一褶皱面上两个相邻转折端之间的比较平直的部分，翼的倾角称为翼角。如果两翼不等长，可分别称为短翼和长翼。

【褶皱翼间角】 interlimb angle 褶皱横剖面上两翼之间的最小夹角。

【褶皱轴面】 axial surface of fold，axial plane 又称顶平面或枢纽面。是由连续褶皱中各层的枢纽而构成的面。它可以是平面，也可以是曲面。参见“褶皱要素”。

【褶皱枢纽】 hinge of fold ❶又称枢纽线。是同一褶皱面上最大弯曲点的联线，即褶皱轴面与同一褶皱面的交线。褶皱枢纽可以是水平的，倾斜的，但多数是波状起伏的曲线。❷在褶皱的 S 面上弯曲最大点（曲率半径最小）的连线，沿着枢纽，弯曲度是可以变化的。附图所示为褶皱枢纽的倾伏和侧伏。

褶皱枢纽
ABCDE. 轴面；BE. 枢纽；α. 轴面倾角；γ. 枢纽倾伏角；β. 枢纽在轴面上的侧伏角；BE′. 枢纽在水平面上的投影线

【褶皱顶】　apex，apex of fold　❶又称顶端。褶皱面在横剖面上的最大弯曲点。也有人用作褶皱脊的同义词。❷褶皱任一横剖面上枢纽的出露点。

【褶皱顶点】　vertex　褶皱顶的同意词。

【褶皱脊】　crest of fold　❶在背斜横剖面中褶皱面的最高点。❷背斜横剖面上 S 面的最高点。也可作为脊线的同义词。

【褶皱脊线】　crest line，crest　在同一背斜的无数横剖面上，同一褶皱面的最高点的联线。

【褶皱脊面】　crest plane，crest surface　❶包含同一背斜各岩层的脊线的面。除直立褶皱外，所有的褶皱脊面和轴面都不重合。确定脊面对石油和天然气的找矿勘探有重要意义。❷在一个褶皱中所有各岩层的脊线的联面。

【褶皱槽】　trough of fold　在向斜横剖面中褶皱面的最低点。也可作为槽线的同义词。

【褶皱槽线】　trough line　在同一向斜的无数横剖面上，同一褶皱面的最低点的联线。

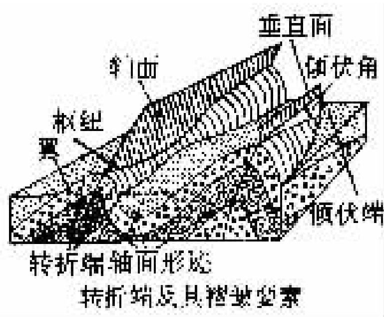
【褶皱槽面】　trough plane，trough surface　包含同一向斜各岩层的槽线的面，与褶皱脊面相对应。

【褶皱波长】　wavelength　两个相邻背斜或两个相邻向斜褶皱轴面之间的垂直距离。

【褶皱轴】　axis of fold　❶轴面与水平面的交线。即褶皱在水平面上的轴迹，代表褶皱的延伸方向，常用于地质构造图。❷圆柱状褶皱的母线。它是一条平行褶皱枢纽的直线，其平行自身移动的轨迹与褶皱面的几何形态完全一致。但在自然界中，许多褶皱并非圆柱状，且枢纽也不是直线，因此，这个概念只是当把褶皱划分成许多近似圆柱状的区段以便进行统计学研究时才得到应用。❸轴面与任何岩层面或 S 面的交线（Billings. 1954）❹有人用作枢纽的同义词。

【轴迹】　axial trace　褶皱轴面与地面或任何给定平面的交线，参见“褶皱要素”。

【转折端】　hinge zone of fold　褶皱从一翼过渡到另一翼的转折部位，在横截面上一般为一段曲线，但尖棱褶皱的转折端在横截面上则为一个点。这时其两翼的过渡部位即是枢纽。

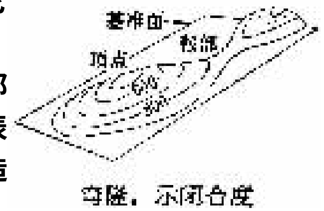


转折端及其褶皱要素

【倾伏端】　plunging crown　倾伏背斜的转折端在平面上的表现。背斜倾伏端的岩层一般都向外倾斜，故又称外倾转折。

【仰起端】　rising end of syncline　倾伏向斜的转折端在平面上的表现。向斜仰起端的岩层一般都向内倾斜，故又称内倾转折。

【闭合度】　closure　在背斜，穹隆或其它构造圈闭中，某一 S 面的构造最高点与此面的构造等值线所圈闭的最低水平面之间的垂直距离。它多用于计算石油储量。



穹隆，示闭合度

【高点】　culmination　又称顶点，背斜脊线上的最高部位。一个背斜可以有一个或几个高点，在构造等高线图上表现为最高等高线的圈闭处。穹隆构造，背斜和推覆体等构造的最高部位也称高点。

【鞍部】　saddle　❶同一背斜中两个高点之间相对低凹的部位；或者是两个斜列短轴背斜相邻过渡的低凹部位。❷沿背斜脊线的低点、下洼或凹陷。详见“闭合度”。

【曲率】　curvature　某一线或某一面的弯曲程度。一段线的曲率就是与该线段重合一致的圆的半径。S 面上任一点的曲率是由最大曲率半径和最小曲率半径确定的，在球面上两值相等，在平面上两值为无限大。

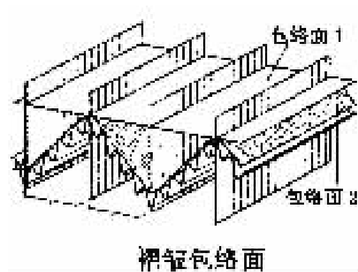
【褶皱高】　height of fold　某一标准层上脊与槽间的垂直距离。

【褶隆区】　culmination　又译轴隆区。褶皱系中的一个区段，通常与褶皱近直交，褶皱自此向外倾伏。

【轴隆区】　culmination　即“褶隆区”。

【褶皱面向】　facrng of fold　面向一词是施罗克（R. R. Shrock，1948）提出的，用于直立的或陡倾斜岩层，指岩层原始顶面或上层面所指的方向，即岩层由老变新的方向。如一倒转岩层，其倾向正西，倾角 45°，这时其面向却为正东。而褶皱的面向，则系指在顺褶皱轴面并垂直褶皱轴观察时，地层逐步变年青的方向。这个方向与褶皱转折端处地层的面向相一致。如正常直立褶皱面向上，翻转背斜（向形背斜）面向下；不对称褶皱则面向其陡翼所在的方向。

【褶皱包络面】　enveloping surface of folds　包络一系列连续褶皱而能表示出褶皱总趋势的理想面。如图中包络面 1 即为包络由同一岩层经褶皱所形成的复背斜、复向斜的切向面。包络面 2 则为包络复背斜和复向斜上次级褶皱顶点的切向面。包络面可以是平面，也可以是曲面。



褶皱包络面

【包络层】　envelope　一个褶曲的外部或覆盖部份。尤其是指当褶皱构造含有某类构造间断时它的外部或覆盖部份。有时也指离轴面最远的褶皱的外部。

【褶皱等倾斜线】　dip isogons　在褶皱横剖面中相邻褶皱面上的相同坡度点的连线。即同一倾角的切线在相邻褶皱面上切点的连线。

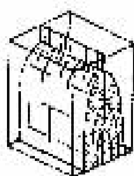
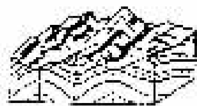
【对称褶皱】　symmetrical fold　❶两翼夹角为平面轴面所平分的褶皱。反之，为不对称褶皱。❷其两翼相对于水平面而言大致具有同一倾角的褶皱，这种褶皱实质上即直立褶皱。

【不对称褶皱】　asymmetrical fold　❶轴面与两翼之间的两个夹角不相等的褶皱。❷其两翼相对于水平面而言具有不同倾角的褶皱；这种褶皱不是直立的。

【开启褶皱】　open fold 一种平缓褶皱，其两翼只受到轻微压缩。

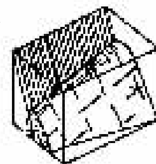
【闭合褶皱】　closed fold，tight fold　又称紧闭褶皱。一种紧密褶皱，其两翼受到强烈压缩，以致彼此平行。

【直立褶皱】　upright fold，vertical fold　❶轴面直立（90°）或近直立（80°—89°），两翼向相反方向倾斜，且倾角大致相等的褶皱，为典型的对称褶皱。❷轴面基本上是垂直的褶皱。如果枢纽也近于直立，则称倾竖褶皱。

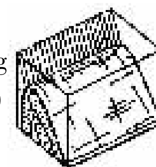
直立褶皱

【斜歪褶皱】　inclined fold　轴面倾斜，两翼向相反方向倾斜，且倾角不等的褶皱。斜歪褶皱包括两翼陡峻而轴面倾斜的褶皱，但不包括倒转褶皱。轴面倾斜平缓（10°—30°）的称平缓斜歪褶皱；30°—60°为中等斜歪褶皱，60°—80°为陡斜歪褶皱。




斜歪褶皱

【倒转褶皱】　overturned fold，overfold　轴面倾斜，两翼向同一方向倾斜，一翼产状正常，另一翼产状倒转的褶皱。

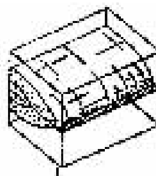



倒转褶皱

【平卧褶皱】　recumbent fold，reclined fold，lying fold　又称横卧褶皱，即轴面近于水平（倾角 1°—10°）的倒转褶皱。

【横卧褶皱】　reclined fold，recumbent fold，lying fold　即“平卧褶皱”。

【翻卷褶皱】　facing down fold　轴面卷曲的平卧褶皱。如平卧背斜由于轴面弯曲使转折端部位翻卷向下可以成为向形。

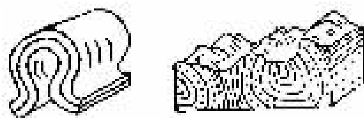



平卧褶皱

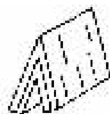
【等斜褶皱】 isoclinal fold　两翼具有相同倾斜的褶皱。这种褶皱多生成于岩性均匀的地层如板岩地层之中，是强烈变形的产物，常发育有与两翼地层产状一致的轴面劈理。


等斜褶皱

【扇状褶皱】 fan fold　两翼都被倒转、在横剖面上像扇形的褶皱。当是背斜时，两翼向轴面倾斜，当是向斜时两翼自轴面向外倾斜。

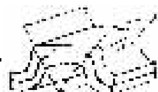

扇状褶皱

【尖棱褶皱】 chevron fold　❶两翼较平直，转折端急剧转折甚至呈尖顶的褶皱。❷又称尖顶褶皱，它的两翼长度相近，翼间互相平行。

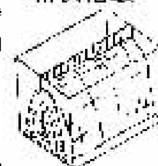

尖棱褶皱

【之字形褶皱】 zigzag fold　尖棱褶皱的同义语。又称锯齿状褶皱，两翼不等长。

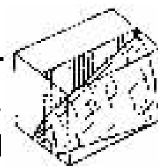
【箱状褶皱】 box fold　两翼产状较陡，转折端较平坦而宽阔，形似箱状的褶皱。箱状向斜也称屉状向斜。


箱状褶皱

【水平褶皱】 horizontal fold，nonplunging fold，level fold　枢纽近于水平的褶皱。此时褶皱轴面倾角小于1°或等于0°。

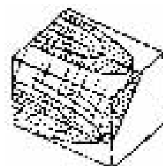

水平褶皱

【倾伏褶皱】 plunging fold　枢纽倾伏较大的褶皱。这种褶皱的两翼走向不平行。枢纽倾伏角为10°—30°时称平缓倾伏褶皱，30°—60°时为中等倾伏褶皱，60°—80°时为陡倾伏褶皱。

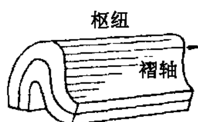

倾伏褶皱

【倾竖褶皱】 plunging vertical fold　枢纽近于直立的褶皱。

【斜卧褶皱】 oblique fold　轴面倾斜，枢纽倾伏，二者的倾向基本平行，倾角也大致相等（即枢纽在轴面上的侧伏角为80°—90°）。在横剖面上看似平卧褶皱。


斜卧褶皱

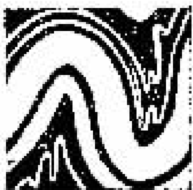
【圆柱状褶皱】 cylindrical fold　❶层面的极点顺赤平投影网上某一大圆密集分布的褶皱。❷枢纽是直线，褶皱面像圆柱面那样弯曲的褶皱。从几何关系上看，相当于一条直线，在离中心点一定的距离上平行于它自身在空间移动所形成的轨迹。亦称圆桶状褶皱。如果不是这样的褶皱就叫非圆柱状褶皱，如圆锥状褶皱、穹隆等。



圆柱状褶皱

【圆锥状褶皱】　conical fold　褶皱面呈圆锥状弯曲的褶皱。可视为一条通过某一固定点的直线，以另一条通过此点的线为旋转轴，围绕其旋转所形成的轨迹。

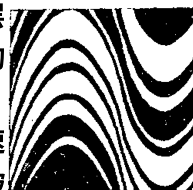
【平行褶皱】　parallel fold　又称同心褶皱。它是一套大致呈同心状弯曲的褶皱岩层，愈近弯曲中心处岩层褶皱愈强烈，远离弯曲中心处岩层褶皱愈平缓。褶皱中同一岩层的原始厚度在变形后于褶皱的各个部位仍基本保持不变。这类褶皱通常是在平行岩层的侧向挤压力下发生于一套岩性较一致的强硬岩层中的弯曲。在岩层之间发生有层间滑动，但无显著塑性流动。它多出现于褶皱不十分强烈的地区。


平行褶皱

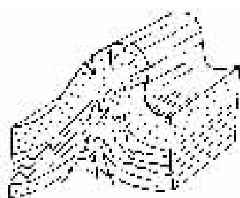
【同心褶皱】　concentric fold　即“平行褶皱”。

【相似褶皱】　similar fold　褶皱中各岩层成相似弯曲，即其曲率半径大致相等，但没有共同的曲率中心，故褶皱形态在一定深度内保持不变。同一岩层的真厚度在翼部变薄、在转折端加厚；但顺轴面方向的视厚度在褶皱的不同部位大致相等。相似褶皱是软弱岩层的一种褶皱型式。

【不规则褶皱】　irregular fold　以轴面的不规则和条带厚度的急速变化和不连续性为特征的多倾斜褶皱。这个术语可以代替狂乱褶皱（wild fold）、紊流褶皱（turbulent fold）等术语。


相似褶皱

【弯曲褶皱】　buckling fold，flexural fold　又称纵弯褶皱或弯褶皱。❶是在平行层理的侧向挤压力作用下形成的褶皱。当一套成层岩石发生弯曲褶皱时，岩层层面在褶皱形成过程中起着重要的作用。它的弯曲可完成于两种不同的变形方式；一种是通过平行于岩层层面的滑动完成的，这时岩层厚度没有发生变化，并且岩层层面依旧保持平行，这种褶皱称弯滑褶皱（flexure - slip fold）；另一种则是通过层内物质的流动或层内滑动，以及层间滑动的联合作用完成的，这时岩层层面不再平行，这种褶皱称为弯流褶皱（flexure flow fold）。纵弯褶皱作用是形成褶皱的一种方式。❷当层面限制了流动或滑动时，层理就积极控制变形，结果就形成真正的弯曲褶皱。当单一岩层受到顺层挤压而弯曲时，其外凸一侧处于顺层拉伸状态，这时在凸侧转折端处多发生与岩层正交并呈扇形排列的楔形张节理；中间有一既不拉伸也不压缩的无应变中和面，其位置随岩层不断弯曲而逐渐向核部移动；而内凹一侧（核部）则处于顺层压缩状态；如岩层为脆性岩石则往往发生逆断层，如其中夹有塑性岩层，则会形成次级小褶皱，致使整个褶皱成为不协调褶皱。


弯曲褶皱及次级构造

【弯滑褶皱】 flexural - slip fold 弯曲褶皱的一种，其褶皱的机制是沿着层面或沿着叶理面的滑动，而各层的厚度不变。当硬岩层间夹有薄层塑性层时，在弯滑作用下常常形成层间小褶皱。小褶皱轴面与相邻主褶皱的层面所夹的锐角，指向相邻岩层的相对滑动方向。在顺时针滑动的翼上小褶皱呈 Z 形，在逆时针滑动的翼上小褶皱呈 S 形（见附图）。



弯滑褶皱

【弯流褶皱】 flexural - flow fold 弯曲褶皱的一种，其褶皱的机制是各层在层内发生流动，层内物质流动方向一般是从两翼流向转折端，导致褶皱的转折端加厚，两翼变薄，从而形成顶厚褶皱或相似褶皱。

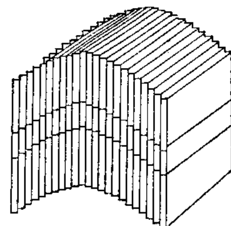
【准弯曲褶皱】 quasi - flexural fold 褶皱作用的一种过渡类型，是中、高柔性岩石特有的褶皱作用，褶皱岩系内的个别岩层在围岩的被动性状下以弯曲而变形。

【拱曲褶皱】 bending fold 又称横弯褶皱，或隆曲褶皱，系岩层在垂直层理的不均衡作用力的作用下形成的横向弯曲。横弯褶皱作用是形成褶皱的一种方式。因它不是侧向压力作用形成的褶皱，故又称假褶皱。横弯褶皱也会产生弯滑作用和弯流作用。这种褶皱的岩层整个处于侧向拉伸状态，各层都没有中和面。横弯褶皱作用往往形成顶薄褶皱，在顶部常发生放射状断裂或同心圆状环形断裂。且顶部受到垂直于层面的挤压，物质由顶部向两翼流动。塑性岩层在翼部形成轴面向外倾倒的小褶皱，其轴面与上、下层面的锐角指向邻层相对滑动方向。横弯作用引起的弯流褶皱的层间小褶皱轴面的产状恰好与纵弯作用引起的弯滑褶皱作用形成的层间小褶皱的轴面产状相反。

【假褶皱】 false fold 不是由于侧向压缩所形成的褶皱。例如，剪褶皱，上薄褶皱等。

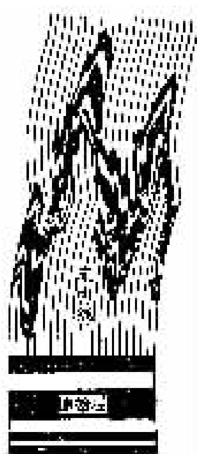
【滑褶皱】 slip fold，shear fold，glide fold 又称剪切褶皱，是原始层理或片理沿一组切割它的密集的剪裂面发生有规律的差异滑动而形成的褶皱。在褶皱过程中层面不起运动面的作用，它只不过是反映滑动结果的一个标志，所以这类褶皱又称被动褶皱。滑褶皱通常多出现在劈理发育的强烈褶皱地区。滑褶皱作用是形成褶皱的一种方式。

【剪切褶皱】 shear fold 即“滑褶皱”。


滑褶皱

【流褶皱】　flow fold，flowage fold　❶当塑性很高的岩石、或由于处在高温高压下使其塑性有所增大的岩石受力时，它们会成类似粘稠的流体或固流体而发生流变，这时岩石多向向斜槽流动，形成不规则的复杂的褶皱。在此类变形中不出现明显的滑动面。例如在岩盐、石膏等岩层及变质岩中，就常形成有这类褶皱。❷表现为流体的岩石在流动中形成的褶皱。

【固流褶皱作用】　rheid folding　一种流褶皱作用，由于受力的持续时间远远长于相应变形的时间常数〔即固流限（rheidity）〕，因此，岩石在固态或结晶状态下成流体似的变形。

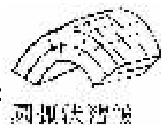

固流褶皱的形成

【肠状褶皱】　ptygmatic fold，ptygma　❶一般指发育在区域变质岩地区，并特别是发育在混合岩化作用较强地区的呈肠状弯曲的小型流褶皱。组成肠状褶皱的岩石多为花岗伟晶质、长英质等，就其形态看，反映出它们在形成时是处于高塑性状态的。它们的物质来源于贯入或分异。❷混合岩或片麻岩中伟晶岩质物质所形成的不调和褶皱。现今对于具有此类褶皱的片麻岩的起源问题仍有争论，有的主张是原生的，有的主张是次生的。


长英质脉的肠状褶皱

【被动褶皱】　passive fold　如果流动或滑动穿过层面，层理就不能控制或几乎不能控制变形（层理是被动的），作为标志的层面一部对另一部相互错移，从而产生一种外貌上弯曲的现象。

【圆弧状褶皱】　curvilinear fold　指由曲率半径几乎不变的曲面连接而成的褶皱。褶皱的转折端为弧形或圆弧。

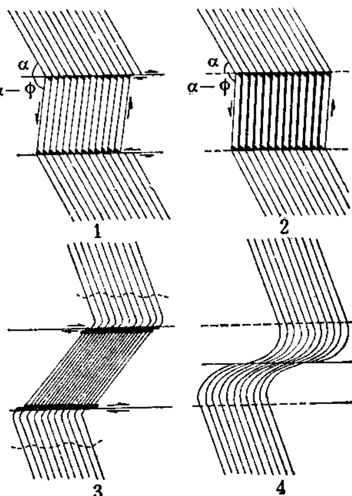

圆弧状褶皱

【褶皱世代】　fold generation　一组同源褶皱。

【膝折带】　kink－band　❶又称纽折带。常发育在薄层的或具显著面理的岩石中。它是由以两个面（称膝折面）为界、其两侧的层理或面理发生急剧转折而形成的，常组成不对称尖棱褶皱的短翼部分。可以把膝折带看作是一个具有一定宽度的剪切带。两个共轭相交的膝折带往往构成箱状褶皱，或称之为共轭褶皱；由一系列互相平行的膝折带组成的尖棱褶皱，称为膝折褶皱（kink folds）；膝折带的规模可大可小：大者可形成明显的褶皱，如尖棱褶皱，膝形褶皱（knee fold）；小者可到手标本的规模，这时就相当于折劈理及由其形成的小皱纹；属于显微规模的也常看到，如云母的晶内扭折等。❷膝折一词是指劈理、面理或层理面的突然转折或旋转。克劳（C. T. Clough，1897）最先描述了这种现象，并且把这种由膝折形成的带称为应变带。膝折是面理化细粒变形岩石，如板岩、千枚岩中常见的构造。膝折间的面理通常是平直的，而膝折本身可以是一种非常急剧的挠曲或破裂。常常在一个露头上同时出现两个倾斜相反并反向旋转的膝折带，这种膝折带称为共轭膝折。

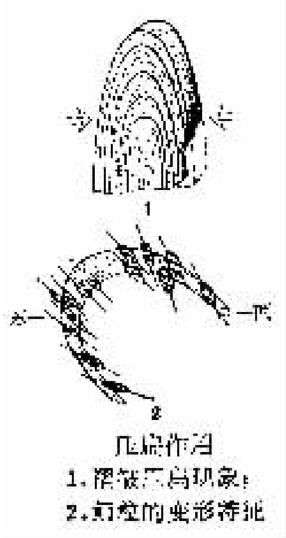
【应变带】 strain band 膝折带的同义语。

【膝折带的四种类型】 four ypes of kink bands 杜威（J. F. Dewey，1965）：把膝折带分为四种类型：①节理—牵引膝折带（ioint – drag kink bands），是一种以破裂面为膝折面的膝折带。沿膝折面发生外旋，沿面理发生内旋，这可能是一种脆性材料的快速变形。②分凝膝折带（segregation kink bands），这种膝折带与节理—牵引膝折带相似，不同的只是面理是拉开的并被石英或方解石充填。空隙的存在说明变形很浅。③泥质应变带（pelitc strain bands），其特征是膝折带因石英析出而成为泥质的，翼是半泥质的，膝折面含有绢云母和白云母。④剪切膝折带（shear kink bands），是一种面理在连续剪切下方位发生急剧变化而形成的膝折带。注意它没有膝折面。膝折一般是一种晚期变形，上述①②两种更应列入此一范畴。膝折带形成的机制主要是面理之间的滑动。



四种膝折带的理想几何形态
1.节理牵引膝折带；2.分凝膝折带；3.泥质应变带；4.剪切膝折带

【压扁作用】 flattening 地质体在压缩作用下发生塑性变形的过程。这种作用使在平行于主要压缩应力的方向上发生缩短，而在垂直于这个方向上发生伸长。压扁作用对受垂直轴面的挤压力的褶皱的形成、发展以及褶皱形态特征等都具有显著的影响。图 1 示内蒙温都尔庙斜长角闪岩中的褶皱压扁现象；图 2 示一个倒转背斜中鲕粒的变形特征，它清楚地反映出这个背斜所受到的压扁作用的方向和压扁的程度。

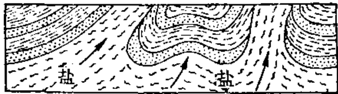

压扁作用
1.褶皱压扁现象；
2.鲕粒的变形特征

【扁（椭）率】　flattening　**椭球的扁（椭）率即椭球体的椭率，它等于形成椭球体子午线圈剖面的椭圆的椭率。如果以 a 和 b 分别代表椭球体的长、短半轴，且 f 是椭球的扁率时，那么，**

$$f = \frac{a - b}{a}$$

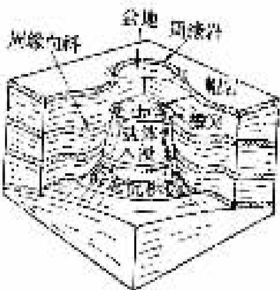
【底辟构造】　diapiric structure，diapir，diapiric fold　**又称挤入构造。系地下较深处的密度较小的高塑性岩石（如岩盐、石膏、粘土等）在差异重力作用下向上拱起，刺穿上覆岩层而形成的一种构造。底辟构造一般包括三部分：①高塑性物质组成的底辟核，常呈现复杂的塑性变形；②核上构造，为上覆岩层隆起形成的穹隆或短轴背斜，常被断层复杂化；③核下构造，一般较简单。当底辟核为岩盐时，又称为盐丘构造。以岩浆为核而形成的类似构造，称为岩浆底辟。附图表示盐沉积物按箭头方向向上贯入，并把上覆岩层中的背斜切穿。**

【挤入构造】　diapir　**即“底辟构造”。**



挤入构造

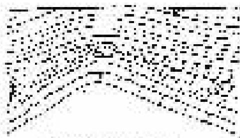
【盐丘构造】　salt dome　**一种底辟或刺穿构造，它的中央具有长宽几近相等的盐栓，其直径一般为 1—2 公里或更大。这种构造是因盐栓从 5—10 多公里深处的母盐层上拱而穿过上覆围岩所形成的。许多盐栓都具有帽岩，这些帽岩是原来和盐相伴生的不大容易溶解的蒸发岩矿物富集而成。大多数盐栓都具有直立的壁，不过有些具有檐突。紧临盐栓周围的沉积物通常都被翘起并发生复杂断层，可成为石油和天然气的油储。图示为带有穹隆、周缘向斜和拖曳的盐栓。**


盐栓块状图

【凹陷】　sag　**又称拗陷。❶宽阔平缓的浅盆地，如密执安盆地和伊利诺斯盆地❷断层附近岩层的下拗，这种现象与摩擦牵引现象相反。**

【隆起】　swell　**❶大面积低缓穹隆或等轴背斜。❷没有大小和成因的含义的总体为等轴状的隆起。**

【同沉积褶皱】　synsedimentary fold，contemporaneous fold　**又称同生褶皱。即由与沉积作用同时进行的褶皱作用所形成的褶皱。由于在沉积的同时背斜顶部相对上升，因此褶皱不同部位的组成岩层可有岩相厚度的变化。一般在背斜顶部相对上升，因此褶皱不同部位的组成岩层可有岩相厚度的这化。一般在背斜顶部，岩层厚度较小颗粒较粗，甚至可有间断。此外，组成褶皱的各个层的弯曲程度也不相同，自上而下多逐渐加大。**


同沉积褶皱

【古潜山】 buried hill 又称潜山或埋丘。现在仍被后期沉积物所覆盖的某一古侵蚀面的较高地带，这种古地形高地也可由古生物礁等造成。由于差异压实作用，古潜山之上的覆盖层常产生顶薄褶皱。图为由海相第三系岩层所覆盖的玄武岩古潜山，在贴近古潜山翼部的岩层里发生有扁豆体化，而于超覆在潜山上的红色砂岩中的背斜里则具有放射状节理。



玄武岩古潜山
1.海相第三系；2.下第三系玄武岩（山丘）；3.潜山翼部扁豆体层

【埋丘】 buried hill 即“古潜山”。

【压实褶皱】 compaction fold 又称致密褶皱，是顶薄褶皱的一种类型，它是在比较坚硬的岩石、地下构造（如潜山，或者活动断层或褶皱）之上的沉积物中，由于差异压实作用而产生出来的。

【顶薄褶皱】 supratenuous fold 又称上薄褶皱。是褶皱的一种型式，在这种褶皱中于向斜槽部发生加厚作用，在背斜顶部发生变薄作用。它是由于围绕基底地形的差异压实作用形成的，参见“古潜山”。

【从属褶皱】 subordinate fold 是许多与大褶皱有成因联系的次一级褶皱。常发育于大褶皱的翼部和核部，它与大褶皱间存在有一定的几何关系，反映出隶属于同一个统一的应力场。从属褶皱大多发育在强弱相间的弱岩层中。但也有相反的情况，在强岩层里发生小褶皱，而在弱岩层里却发育劈理，小褶皱轴面平行于周围的劈理面。有人把这类小褶皱称为寄生褶皱，并常把由层间滑动引起的从属褶皱称为牵引褶皱。

【寄生褶皱】 parasitic fold，subsidiary fold 参见“从属褶皱”。

【牵引褶皱】 drag fold 又称拖曳褶皱。通常指一系列小型不对称褶皱。它们是大型弯曲褶皱中层间滑动或断层两盘相对运动引起的局部力偶形成的褶皱。它们多形成在两个坚硬和刚性（强）岩层之间的薄页状或软（弱）岩层中，牵引褶皱的轴与岩层滑动的方向垂直。主层和牵引褶皱轴面间的锐角指示出运动的方向。图中显示页岩中间砂岩层的异向牵引褶皱。


牵引褶皱

【滑脱】　decollement　❶由变形作用所引起的地层的挤离构造，在上下岩石中产生出不同的变形格式，通常多与褶皱作用和逆掩断层相伴生。不过它仅是一描述性术语，来源于法文，意思是粘贴不牢固。❷又称浮褶。变形中一套地层与下伏地层滑离而单独褶皱，故称滑脱。滑脱分离面称做滑脱面或滑面。滑脱面一般是地层分界面，有时是不整合面，或是地层中岩性显著差异的分隔面。滑脱面上下的岩层中，构造变形样式不同，如不协调褶皱中的滑脱面。滑脱现象也可顺一个软弱层发生，这个层就叫作滑润层。

【滑脱褶皱】　ddcollement fold，superficial fold　❶一类其地层由于滑脱而与基底无关的褶皱。图示侏罗式“滑脱”褶皱的剖面。❷在平行褶皱中，层面的形状随深度而持续变化，这种变化的结果，就使褶皱作用在某一深度消失。不变形岩石的顶面通常就是上覆岩层发生褶皱作用的滑脱面。紧靠滑脱面的岩层通常移离向斜而挤入背斜。在许多造山带的前陆褶皱带中都有这类滑脱，通常滑脱多发生在象盐岩、页岩、泥灰岩或石膏类柔性岩石中。


侏罗式“滑脱”褶皱剖面

【协调褶皱】　harmonic fold　一类其组成地层的几何形态保持一致的褶皱。附图所示为瑞士阿尔卑斯普拉特珍珠云母质石英岩中的协调褶皱。


协调褶皱

【协调褶皱作用】　harmonic folding　在这种褶皱作用中，地层保持为平行的或同心的，其间没有构造的不一致，并且在深处不存在形态的突然变化现象。

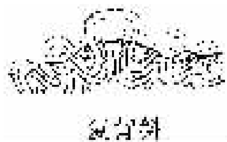
【不协调褶皱】　disharmonic folds　当褶皱岩层中几种岩石的力学性质差别较大时，在统一构造力的作用下，各岩层变形的几何形态不相一致，这种褶皱为不协调褶皱。反之，为协调褶皱。

【不协调褶皱作用】　disharmonic folding　是发生在沉积地层中的一类褶皱作用，在其中层面沿不太强的岩层滑动而造成层与层间的构造不一致。它是褶皱变形的一种典型类型，而且事实上是为同心褶皱的几何形态所实际要求的。

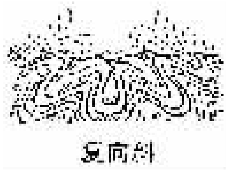

奈代斜长片麻岩中的不协调褶皱

【复背斜】　anticlinorium　又称复式背斜。由若干次一级的背斜、向斜组合而成的一个大型背斜构造。复背斜的规模很大，常常需要经过较大范围的地质测量才能了解其全貌。在复背斜中由于次级褶皱的发育，新老岩层重复出现，但从总体看，它仍具有核部岩层时代老，翼部岩层时代新的特征。在横剖面上其次一级背斜、向斜的轴面往往呈扇形、倒扇形的组合。有人将复背斜限于地槽区的大型复杂背斜，而用复式背斜泛指所有复杂的背斜。


嵩山复背斜


复背斜

【复向斜】 synclinorium 又称复式向斜，由若干次一级的背斜，向斜组合而成的一个大型向斜构造。复向斜的规模很大，类似地槽，但它是在地槽所含沉积岩沉积之后，由于地壳变形所产生的。常常需要经过较大范围的地质测量才能了解其全貌。在复向斜中由于次级褶皱的发育，新老岩层重复出现，但从总体看，它仍具有核部岩层时代新翼部岩层时代老的特征。在横剖面上其次一级背斜、向斜的轴面往往呈扇形，倒扇形的组合。有人将复向斜限于地槽区的大型复杂的向斜，而用复式向斜泛指所有复杂的向斜。


复向斜

【全形褶皱】 holomorphic folds 又称阿尔卑斯式褶皱、地槽型褶皱、线状褶皱等。背斜和向斜同等发育并布满整个褶皱区，常组成复背斜和复向斜，并伴有叠瓦状断层。整个褶皱带呈明显的线状延伸。

【阿尔卑斯式褶皱】 alpinotype folds 参见“全形褶皱”。

【地槽型褶皱】 geosynclinal type folds 即“全形褶皱”。

【线状褶皱】 linear fold ❶轴迹在水平方向上延伸较远的褶皱。在此方向上，褶皱枢纽可以有起伏，而且褶皱延伸长度大大超过褶皱宽度（长宽比大于10∶1）。❷泛指在褶皱发育区里的平行延伸的褶皱群，是全形褶皱的同义词。

【断续褶皱】 idiomorphic folds 又称自形褶皱，日耳曼式褶皱，地台型褶皱等。其特征是褶皱多呈孤立分布于产状平缓的岩层中的单个穹隆，长垣，短轴褶皱等。背斜和向斜的发育程度不相等，且无明显的方向性。这类构造在德国一些地区表现比较典型，故又名日尔曼式褶皱。

【日耳曼式褶皱】 germanotype folds 即“断续褶皱”。

【自形褶皱】 idiomorphic folds 即“断续褶皱”。

【地台型褶皱】 platform type folds 即“断续褶皱”。

【断层褶皱】 fault – fold 一种由近直立的断层与褶皱作用联合生成的构造，其中的地壳岩石被断层切成长条，其褶皱在抬升区类似于背斜，在下降区类似于向斜。

【过渡型褶皱】 transition type 或称中间型褶皱。其形态特点介于全形褶皱和断续褶皱之间。多为梳状褶皱及屉状褶皱。

【长垣】　placantiline　大陆地台区的一种平缓的背斜状隆起，翼角可以从不到 1 度到几度，延长可达几十到几百公里，长度远大于宽度。长垣常由若干平缓穹隆组成，通常多不对称且无典型的轮廓。没有相应的向斜状构造。此词在苏联文献中主要用于伏尔加乌拉尔地区，在西方文献中相应的术语是平原型褶皱。

【平原型褶皱】　plaintype fold　大陆地台区的一种背斜状或穹隆状构造，它们没有典型的轮廓，并且没有和它们相应的向斜构造。它和正断层的垂直抬升有关。相应的英文是 placanticline。

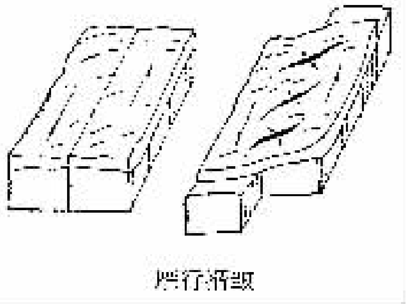
【宽缓平原型褶皱】　drape fold　又称覆盖褶皱。是一类开敞的平原型褶皱。

【隔档式褶皱】　ejective folds　又称梳状褶皱。是由一系列紧闭背斜和开阔平缓向斜相间排列组合而成的一组褶皱。

【梳状褶皱】　comb – shaped folds　即“隔档式褶皱”。

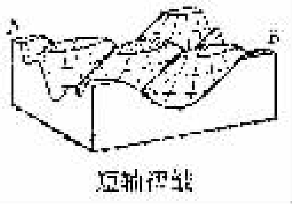
【隔槽式褶皱】　trough – like folds　由一系列紧闭的向斜与开阔的、平缓背斜相间排列组合而成的一组褶皱。

【雁行褶皱】　echelon folds　又称边幕式褶皱，斜列褶皱等，系平面上呈一系列相间平行斜列的背斜和向斜的褶皱群。图示由基底平移断层两盘水平错动所引起的雁行褶皱。

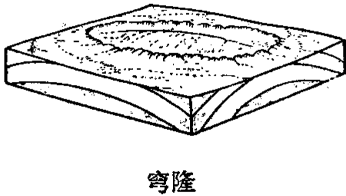

雁行褶皱

【帚状褶皱】　broom – like folds　平面上呈弧形帚状排列的一系列褶皱。帚状褶皱群在一端收敛，在另一端撒开。

【短轴褶皱】　brachy fold　褶皱枢纽延伸不远，在平面上呈长圆形的褶皱。一般认为短轴褶皱的长度约为其宽度的三至十倍。图示沿 AB 线呈雁行式排列的短轴褶皱。


短轴褶皱

【穹隆】　dome　一种隆起或背斜型构造，轮廓呈圆形或椭圆形，长宽比小于 3:1，且其中的地层都平缓地向各个方向倾斜。穹隆可以很小，但有的直径也可长达数公里至数十公里。穹窿可有多种起因，例如盐丘或底辟构造、火山穹隆、克拉通穹隆等等。


穹隆

【构造盆地】 structural basin ❶平面上近于浑圆形或椭圆形的向斜构造。其长宽比小于3:1。❷构造盆地是一个用于发生有沉陷并为沉积物所充填的地区的一般术语。这种盆地可以呈圆形或椭圆形，地层向心倾斜，是地台区有代表性的构造，例如鄂尔多斯盆地；或者还可以指在造山带中的一种细长的以断层为边界的山间盆地。❸地层向内倾斜的凹陷区。

【向心倾斜】 centrocline 四周地层都向同一中心低点倾斜的现象。这种现象只是在有的克拉通盆地中才能发生。此术语很少使用。

【周环倾斜】 pericline 又称围斜构造，适用于一种圆形褶皱。在这种褶皱里，岩层从一个中心向周围倾斜。这一术语在英国常使用。负性的围斜构造（periclinal structure）即盆地构造。

【围斜构造】 pericline 参见“周环倾斜”。

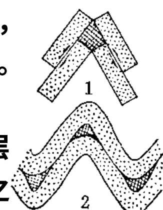
【挠曲】 flexure ❶在水平或平缓的岩层中，由一段岩层突然变陡而表现出的膝状弯曲。❷不是由挤压而是由翘曲或其它和缓变形所形成的单斜构造。



【构造阶地】 structural terrace ❶在倾斜较陡或在均匀倾斜岩层里的一段局部的、阶状的平化地段，它们由在上面的一个向斜弯曲以及紧跟在下面的一个背斜弯曲所组成。❷为下伏岩层的构造所控制的阶状地形；尤指在层理水平的建造中，位于坚硬岩层之上的软弱岩层，由于迅速侵蚀而产生的阶地。❸一片区域性倾斜岩层范围内的一段局部水平岩层。

【褶皱鼻】 nose，structural nose，anticlinal nose 又称构造鼻或背斜鼻。是在大型隆起或缓倾斜的单斜构造上出现的、一端倾伏而另一端又不闭合的、相当短的背斜。

【鞍状构造】 saddle structure 又称虚脱现象。一组强岩层弯曲时，褶皱转折端处的岩层由于层间滑动而相互脱开，从而出现顶部脱空现象。如果有矿液充填，则形成鞍状矿脉。图示虚脱现象及其形成机制。



虚脱现象及其形成机制

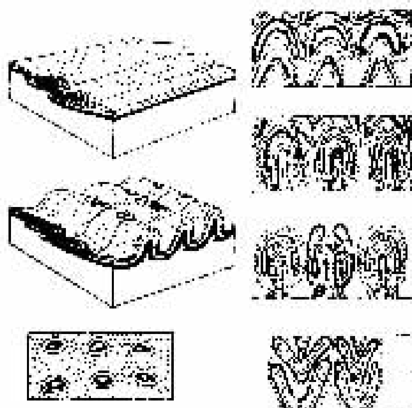
【叠加褶皱】 superposed fold 又称重褶皱、复合褶皱。它是在岩层（或面状构造）经受两次以上的褶皱作用时，后期褶皱重叠于先存褶皱之上的总体形象。当两期褶皱的轴向垂直或以较大角度交切时，称为横跨褶皱。如两者轴向一致或近于一致时，称为共轴褶皱。这些都是常见的叠加褶皱类型。当发生两期褶皱的叠加时，由于先存褶皱对后期褶皱的控制，或后期褶皱对先存褶皱的改造，会使叠加褶皱的总体几何形态呈现出各种不同的干扰图式。图示叠加褶皱在逐步加深的侵蚀面上的图象。

【横跨褶皱】　cross fold　参见“叠加褶皱”。

【共轴褶皱】　coaxial fold　参见“叠加褶皱”。

【重褶皱】　refolded fold　即“叠加褶皱”。

【褶皱横截面】　orthogonal section of fold，normal cross section　又称正交剖面；为与褶皱枢纽垂直的剖面。它反映出褶皱在枢纽倾伏向没有改变的区段内的真实形态。



叠加褶皱及其侵蚀面上逐步加深的图案模式

断　　裂

【断裂】　rupture，fracture　❶断裂就是岩石的破碎现象，它起因于应力作用下的机械破坏，使岩体丧失其连续性和完整性，而不涉及其任何破碎部分是否发生过位移。断裂包括裂隙、节理和断层等。❷岩石瞬息间丧失内聚力或丧失对不同应力的抵抗力以及释放其贮积的弹性能力的变形。此定义用于实验构造地质学。

【纵断裂】　longitudinal fracture　与区域构造总走向一致的断裂。

【横断裂】　cross fracture　❶垂直于主要线理和区域构造走向的断裂。❷发育于边缘节理之间的小型节理。

【斜断裂】　diagonal fracture　走向与区域总构造走向斜交的断裂。

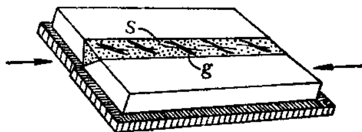
【弧形断裂】　curviplanar fracture　断裂面环绕一个轴或一个以上的轴弯曲的断裂。

【轴向断裂】　axial fracture　断裂类型之一，在这类断裂中，褶皱轴面与两侧断裂面夹角从小到大成扇形散开。

【碎裂】　cataclasis　只有矿物颗粒或集合体的破裂和旋转而没有化学上的再造作用的岩石变形。

【碎裂流】　cataclastic flow　实验构造地质学术语。其含义为颗粒间的运动，也就是颗粒彼此间的相对机械位移。

【裂隙】　fissure　岩石中的破裂面或裂纹，裂隙常被造岩矿物或含矿矿物所充填。图示将粘土放在两块板上所产生的旋转应变中的切变面（S）和张裂隙（G）。



裂隙

【碎裂带】　shatter zone　❶由无定向的裂口和裂隙破坏的岩石带，裂隙可能由矿物充填，呈网状脉络。❷也可以大致相当于断层带。

【剪裂】　shear fracture　剪应力引起的断裂。其趋向是把岩石的一部分剪裂，以致相对于另一部分发生位移。

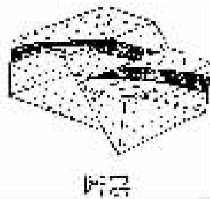
【张裂】 extension fracture 垂直于最大应力方向并平行于压缩方向的断裂。

【雁行式断裂】 echelon fracture 与断层呈一定角度相交并部份重叠平行排列的小型张裂系统，一般趋向于张开。雁列式断裂中的每一条断层都相当短，但是它们总的组合却形成一个相当长的线性带。在雁列式断裂中的每条断层的走向相对于总的线性带的走向是斜交的。

【断裂带】 fault zone，shatter belt 地壳上的断层常常不是只表现为单一的一条裂缝，而是表现为具有一定宽度的破裂地带。这种破裂地带即称为断裂带。断裂带可由一些近于平行的，或互相交织的断层组合而成，其中常有断层角砾岩、碎裂岩、糜棱岩或断层泥等。有时，断裂带并无明显的断层面，而是由呈带状发育的细小裂隙（节理、劈理、片理）、角砾岩甚至强烈揉皱带等反映出来。断裂带的宽度自几米至数百米，大型断裂带甚至可宽达数十公里。

【剪裂带】 shear zone（belt） ❶局部韧（柔）性变形的地带，即韧性断层，剪裂带两侧岩块以类似断层状的方式发生了位移，但不见明显的断层面。详见韧性断层。❷岩层中被众多的密集而且平行的剪切裂隙所破坏和破碎的板状条带。这种区域常被造矿溶液所矿化。

【断层】 fault ❶岩层或岩体中的一个或一组破裂面，沿破裂面两侧的岩层或岩体发生有显著的位移。断层的位移量有大有小，小者仅几厘米，大者可达数公里乃至数十公里。❷断层是岩块间的一种不连续面，岩块在平行于不连续面的方向上发生相对位移。



断层

【断层面】 fault surface，fault plane 构成断层的破裂面。即断层两盘发生相对位移的面。断层面有的平直，有的弯曲。可把它视为一类面状构造以确定其产状。有些断层的位移是沿着许多密集破裂面发生的，这时断层面就不是一个单一的面，而是一个复杂的破碎带。



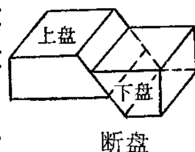
断层面剖面

【断层线】 fault line 通常指断层面与地面（或任意参考面）的交线，亦即断层在地表的出露线。在填绘地质图的工作中，断层线是重要地质界线之一。同岩层界线一样断层线的延伸形态也受断层面本身的形状、产状和地形起伏的控制，有的是直线，有

的是曲线。

【断层迹线】　fault trace　即断层线，指断层面与地面或任一参考面的交线。

【断盘】　fault wall，wall　断层面两侧的岩层和岩体。当断层面倾斜时，位于断层面上侧的部分称为上盘；位于断层面下侧的部分称为下盘。当断层面直立时，则相对于断层面的方位，而分为东盘、西盘，或东北盘、西南盘等。根据两盘相对运动的关系，可把相对上升的一盘称为上升盘，相对下降的一盘称为下降盘。



断盘

【上盘】　hanging wall，hanging side，hanger　倾斜的断层面、岩脉、矿脉或矿层等的上覆侧。又指采矿作业的上覆侧。

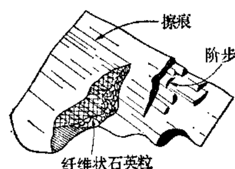
【下盘】　footwall，heading wall，heading side，lower plate　又称底盘。倾斜的断层面、岩脉、矿脉或矿层等的下伏侧。又指采矿作业的下伏侧。

【上升盘】　upthrown side，upside，upthrown block　断层的上投一侧，即沿断层面相对上升的断盘。

【下降盘】　downthrown side，downthrown block　断层的下投一侧，即沿断层面相对下降的断盘。

【断层镜面】　fault polish，polished surface，slickenside　又称磨擦镜面、擦痕面。是由于沿断层面的磨擦所产生的磨光面和有光滑沟痕的面。有时因为可在断层面上形成一层极薄的镜面糜棱岩，使断层面光滑如镜，故称断层镜面。它是确定断层存在的标志之一。

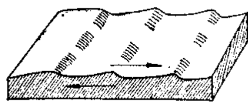
【断层擦痕】　slickenside，striation，scratch　断层两盘相对错动时，在断层面上产生的沟槽状细微平行刻痕。这是由于断裂带中的岩石碎块在受挫碎的同时对断层面刻划的结果。组成断层擦痕的擦沟或擦槽往往一端宽且深、另一端窄而浅并逐渐消失，根据它的延长方向及擦槽形状，可以判断断层两盘的相对运动方向。但有时在断层面上常常不只有一个方向的擦痕，说明这个断层曾发生过不同方向的运动。此外，岩石中的擦痕也可产生于剪节理、层间滑动、冰川活动或滑坡等。后两者常可保存在岩块或卵石上。因此擦痕并不一定是断层的必然标志。图示页岩中的擦痕碎片。断层面上的滑抹晶体常易被误认为典型的擦痕和阶步。这些粗纤维状晶体的 c 轴都显示有平行于断层位移方向的强烈优选方位。



断层擦痕及滑抹晶体

【滑抹晶体】　smeared crystal　在断层面或其它滑动面上同构造生长的纤维状矿物结晶。乍看起来很象断层擦痕，其垂直断口酷似阶步。这些晶体的纤维方向平行断层位移方向，所以完全可用断层擦痕同样的“粗”滑”原理来判断两盘的相对运动方向。见断层擦痕附图。

【阶步】 step 又称擦阶。是断层面上与断层擦痕伴生而与擦痕垂直的微小陡坎；或是由断层面上沿断层运动方向生长的纤维状矿物晶体的垂直断口而形成小陡坎。坎高通常不足一毫米或几毫米。阶步的延长方向与断层两盘相对错动方向垂直，顺下坎面的方向抚摸，手感光滑。这时，手的运动方向即是手所代表这一边的断盘的相对运动方向。这种阶步一般称为正阶步。在某些情况下，会出现反阶步，这是由次级羽状剪切或张裂面与断层面相交构成的陡坎，逆陡坎而上的方向指示对面盘的运动方向。


阶步箭头指运动方向

【反阶步】 antistep 参见“阶步”。图示反阶步，其中的箭头指示两盘相对运动的方向。



反阶步

【擦阶】 step 即“阶步”。

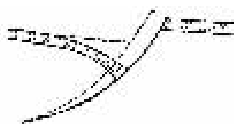
【牵引】 drag 断层两盘沿断层面相对运动时，断层附近的岩层因受断层面摩擦力拖曳而发生的弯曲。但有些所谓牵引现象，可能是断层面破开前，两盘发生韧性剪切的结果。牵引多发生于较为活动的岩块或较为软弱的岩层中。邻近正断层的牵引，在下盘的弯曲向上，在上盘的弯曲向下；在逆断层中则相反。因此，它们可以帮助判断位移的方向。图示断层带中的牵引构造，箭头指示所在盘的运动方向。


牵引构造

【反牵引】 reverse drag turnover 发育在产状平缓的地层中的正断层上，其下降盘的地层多形成向断层面的弧形弯曲，其成因如图所示。但与一般情况恰好相反的是：弧形弯曲的凸出方向所指示的是对盘的运动方向，故称反牵引或逆牵引。

【马石】 horse ❶又称断片。断层带中所夹的已经位移的大岩块，其边部均以断层面为界，呈透镜状，长轴延伸可达几米、甚至几十米。❷矿工用语，指矿脉中所含的无矿夹石。夹石的成分与围岩相同。

【断片】 horse 即“马石”。


反牵引构造

【断层泥】 fault gouge 见于断层和断层带中的松软的、未固结的、粉末状的粘土或粘土状物质，通常是细碎矿物的混合物，断层的一部分或全部常被其充填；一种有润滑感的泥质物质，覆盖于断层面上或成为断层砾石的胶结物，它们是两壁岩石在断层活动时经碾磨而成；也有的是发生于断层活动后期地下溶液的循环所引起的岩石分解和变质。


断层角砾岩

【断层角砾岩】 fault breccia 一类由棱角状碎屑组成的构造角砾岩，它是岩石在断层上发生运动时由压碎、破碎或剪切等作用；或由断层壁间的磨擦、以及由与主断层相伴生的次级的破裂等产生的。断层角砾岩是一类磨擦角砾岩。可以根据它的交切关系、断层泥的出现、以及有擦痕的断块等辨认出来。

【碎裂岩】 cataclasite 岩石经强烈压碎，使具有扭曲变形并出现波状消光和光性异常的矿物晶屑和岩石碎屑分布在被搓碎的细粒基质中，构成碎裂结构或碎斑结构，具有这类结构的岩石称为碎裂岩或碎斑岩。如果碎斑粒度较细，与碎基粒度相近，则称为碎粒岩。有时在碎基中形成一些新矿物，如纤闪石、绿泥石、绢云母、蛇纹石等。碎裂岩多发育在逆断层和平移断层中。

【糜棱岩】 mylonite ❶断裂带中的岩石被强烈搓碎和研磨后又胶结起来的粒度很细的岩石。肉眼不易分辨其颗粒。糜棱岩通常具有定向构造，但其重结晶现象不显著。❷韧性断层的产物。

【超糜棱岩】 ultramylonite 断层搓碎的颗粒粒级小于 0.02 毫米的一种特殊类型的隐晶质糜棱岩。

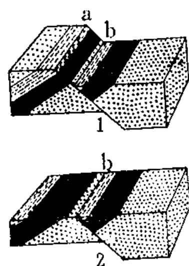
【玻化岩】 buchite 由于断层强烈挤压、错动和摩擦而产生的高温，使超糜棱岩局部熔融后又迅速冷却而形成的黑色玻璃质物质。

【千糜岩】 phyllonite 在断裂带中岩石经强烈搓碎和研磨后，具有明显的定向构造和显著的重结晶作用，因而出现大量的新生矿物如绢云母、绿泥石等，具有这种特性的构造岩称为千糜岩。肉眼观察很象千枚岩，但成因和产状与区域变质的千枚岩完全不同。

【断层崖】 fault scarp 断层形成的峭壁。多数断层崖在形成后均受到侵蚀作用的改造。

【断层线崖】 fault－line scarp，erosion fault scarp 由于沿断层线的差异侵蚀作用而形成的陡坡或悬崖，这是因为断层一侧的软岩石和另一侧的坚硬岩石相比较时能更迅速地受到侵蚀的原故。崖壁不代表原来的断层面。

【断层三角面】 triangular facet offault，spurend facet 由断层崖被冲沟或溪谷切割而成的三角形山嘴，顺断层延伸方向排成一线。这是一种典型的断层地貌。三角面也可形成于海浪或河流对山脉端部的侵蚀、或冰川对悬崖的切削。



走向断层效应
ab．总断距；
1．剥蚀前；
2．剥蚀后

【断层隘口】 fault gap 山脊水平断错处的凹陷，系由横断层所形成，横断层使山脊发生侧向位移，从而这两部份就不再相连续。

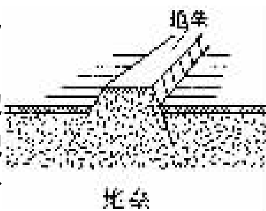
【断层线隘口】 fault－line gap 由早期断裂作用侧向水平错开的坚硬山脊又遭受后期的侵蚀作用所产生的隘口，称为断层线隘口；例如顺倾向断层的露头线分布的隘口或顺横切山脊岩层的斜断层分布的隘口。

【断层效应】 fault effect ❶指被断地层表现出的位移情况。它是由断层的产状、断层的真位移、地层的产状以及不同的剖面位置等因素及不其同的组合情况决定的。同

一条断层，当其切过不同产状的地层，或在不同的剖面上进行观察时，可发现以断层两侧地层的错开关系为依据而测算的位移方向和距离也各不相同，这种现象叫断层效应。❷泛指被断错地层的空间分布特征。

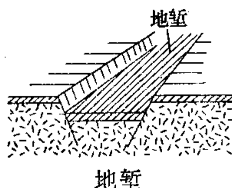


【正断层】 normal fault 相对于下盘而言，上盘沿断层面向下方运动的断层。一般认为多数正断层是在重力作用和水平张力作用下形成的，故又称为“重力断层”。正断层断层面的倾角一般为45°—90°。



【地垒】 horst 长条形的相对上升的断块，它的两个长边是受断层限制的，地垒是一种构造形态，在地貌上可以有所显示，也可以没有显示（如受到后期侵蚀夷平）。

【地堑】 graben 长条形的相对下降的断块，它的两个长边是受断层限制的。地堑是一种构造形态，一般规模较大，在地貌上可以表现为裂谷或与裂谷相似。如欧洲的来因地堑和我国的汾渭地堑，它们在地形上常呈狭长的谷地或一连串长条形盆地或湖泊。



地堑

【古断槽】 aulaccgene 沙茨基（Н. С. Шатский）命名，意指长度巨大（1000公里上下）、为年轻岩石充填后继而发生变形的古老地堑。博格丹诺夫（А. ъогданов）举出顿巴斯断槽作为典型例子。这个断槽东端发育明显，而后期褶皱作用影响也大，在西端，断槽向俄罗斯地台逐渐消失。

【古构造槽】 aulacogenstep 克拉通上的构造槽，两侧边界为呈收敛状的正断层。这种构造槽在克拉通上面呈辐射状分布，向克拉通外侧敞开，朝中心收敛。

【阶梯状断层】 step fault，multiple fault，distributive fault ❶一组产状大致相同的正断层，各自的上盘依次下降，形成有如阶梯一样的断层组合。又称复断层、分枝断层。它的总体位移，为各个分枝断层位移之和。❷一系列的低角度冲断层，在这个系列里，于地层剖面中可看到这些断层面的阶梯向下方和向侧方变为下面的滑移面。这种阶梯断层起因于地层剖面中地层强弱程度的变化。



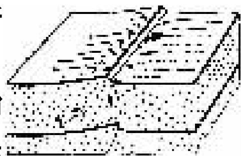
阶梯状断层

【逆断层】 reverse fault，thrustfault　上盘沿断层面相对上升的断层。一般认为逆断层是受到近于水平的挤压应力作用而成，因之多与褶皱相伴生。



逆断层

【圆柱状断层】 cylindrical fault　断层面呈圆弧状的断层，如图所示，断层的位移似为绕 A 轴发生旋转，故在近地表处表现为正断层，但在深部则过渡为高角度逆断层。有人认为它可能是当沉积物受到压实作用时，原来是张裂隙的正断层面因压实作用从而使先形成断层的倾角发生变化而造成的。

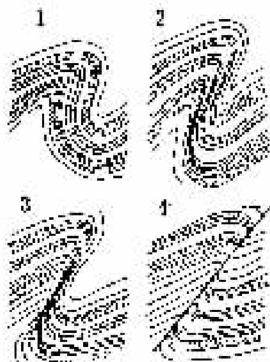


圆柱状断层

【冲断层】 thrust，thrust fault　逆断层的同义词。意指上盘沿断层面相对上升的断层。在我国过去的文献中，有时把它用于断层面倾角大于45°的高角度逆断层；国际上则一般用以指倾角为45°或小于45°逆断层。

【地表冲断层】 surface thrust　缓倾冲断层的冲断块推进到地表上而与地面相交便形成了地表冲断层。

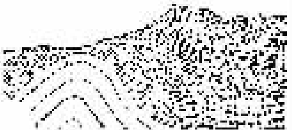
【侵蚀冲断层】 erosion thrust　❶一类冲断层，其位移是沿着地表的侵蚀面上发生的。❷在小范围内，由于上升背斜脊部被剥蚀后，一翼的强岩层沿下伏的弱岩层向前滑动所引起的缓倾冲断层。图示由一个大背斜的破坏而形成的侵蚀冲断层。此外，高流动性的石膏及含石膏页岩，在上覆岩石重量的推动下，也可在背斜脊部产生出沿地表推进的岩块。这种现象在区域性范围内也可发生。



冲断层与褶皱作用的关系

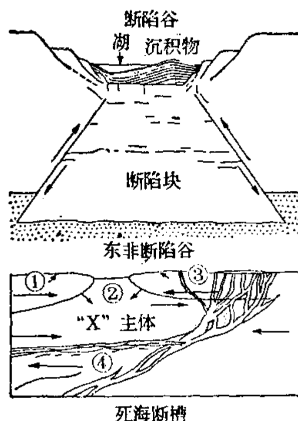
【对冲断层】 ramp faults（ramp）　❶岩层在侧向挤压下发生褶皱，在背斜的两翼形成两条相背倾斜的逆断层，并各自作相向冲掩，它们共用一个下降盘，这类断层称对冲断层。❷一种冲断层，其断层面倾斜很陡；至少在靠近地表处是如此。





侵蚀冲断层

【对冲断层谷】 ramp valley　又称对冲断陷谷或对冲断层槽。❶即由高角度冲断层或对冲断层所围限的谷。❷贝利·威利斯（Bailey Willis）把死海的构造看成是对冲断陷谷，即以逆断层为界的断层槽，这些逆断层在深部过渡为低角度冲断层，中央楔形断块受迫下落（见图）。虽然现已了解到这个概念不适用于死海断槽，因为在东边的约旦断层事实上是一个平移断层，而西边并没有对应的断层存在，但对冲断陷谷假说仍不失为一个有用的基本概念。布拉德（E. C. Bullard）研究东非阿伯特湖断陷的重力异常，发现那里存在有过量的轻岩石，韦兰（E. J. Wayland）认为这是由于硅铝质楔形体在两断层之间的挤压下，受迫下降所致（见图）。



对冲断层谷
①巴勒斯坦断块；
②死海脊棱；
③外约旦断块；
④高温切变熔融带

【对冲断陷谷】 ramps **即“对冲断层谷”。**

【对冲断层槽】 ramptrough **即“对冲断层谷”。**

【反冲断层】 recoil faults **岩层在侧向挤压下发生褶皱，在背斜两翼形成两条相向倾斜的逆断层，各自作相背冲掩、它们共用一个上升盘，这类断层称反冲断层。**

【逆掩断层】 ovcrthrust，overthrust fault，low－angle thrust **❶又称仰冲断层，是大规模的、以公里计的、断层面倾角小于30°的逆断层。❷当规模巨大且上盘沿低角度波状起伏的断层面（滑脱面）远距离推移（数公里至数十公里）时，则称为辗掩构造或推覆构造。图示阿尔卑斯某地的辗掩断层和推覆体。**



【仰冲断层】 overthrust **即“逆掩断层”。**

【滞后断层】 lag fault **❶一种逆掩断层，其被冲断的岩石表现有差异运动，使地质剖面的上部份地层落在后面；倒转背斜的上翼为褶皱断层所取代。❷一种具有正断层位移特征的低角度断层，起源于一般冲断作用发育地区，下盘断块向上移动。上盘断块的移动表现山落后于区域性运动。**

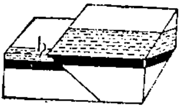


【顺层滑移】 bedding glide **顺层冲断层的同义词。是由沿层面滑动引起的一种逆掩断层。**

【顺层冲断层】　bedding thrust　即“顺层滑移”。

【顺层断层】　bedding fault　断层面平行于所在岩层层理的断层。它的特点是地层被错开的任何效应都没有，因而在剖面上根据地层的视位移往往无法判断。需要多方面观察断层的各种标志。

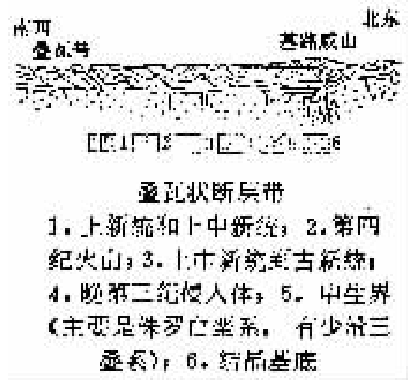
【上冲断层】　upthrust　高角度逆断层。有人用以指上升盘为主动单位的高角度逆断层。



上冲断层

【俯冲断层】　underthrust　有人用以指下盘为主动盘，上盘为被动盘的低角度冲断层。实际上很难鉴别那一盘的运动是主动的。

【叠瓦状断层】　imbricate fault，imbricated fault zone　一系列产状相近的逆断层的组合型式。各断层的上盘依次相对上升，在剖面上呈屋顶盖瓦式或鳞片状而依次叠覆，故称叠瓦状断层，又称叠瓦构造。图示库博－俾斯麦科勒拉和巴布亚前陆褶皱带的叠瓦状构造。它是发生在基底断层之上的一种滑脱现象。



叠瓦状断层带
1．上新统和上中新统；2．第四纪火山；3．上中新统至古新统；4．晚第三纪侵入体；5．中生界（主要是侏罗白垩系，有少量三叠系）；6．结晶基底

【推覆体】　nappe　又译“拉铺”或“纳布”。沿波状起伏的低角度大型滑脱面逆掩很远距离（数公里或数十公里）的复杂岩席，常由大型平卧褶皱、等斜褶皱及冲断层等组成。滑脱面以上的推覆体称为外来岩体；滑脱面以下的基底称为原地岩体。推覆体岩席遭受侵蚀作用后可形成飞来峰和构造窗。对推覆体的形成机制有不同的看法，一般流行的观点有侧向压缩说和重力滑脱说等。



平卧褶皱构成的推覆体

【推覆体根带】　root of nappe structure　❶地槽中地背斜的核部，地槽沉积物由此向前推进变为平卧褶皱或推覆体。❷推覆体后遗的陡倾部分；或指推覆体开始滑移的部位。

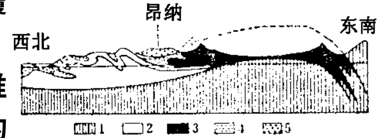
【拉铺】　nappe　即“推覆体”。“nappe”系法文，原义为“盖席”或“桌布”，1893 年开始使用于西阿尔插斯山的此类构造。此字的德文是“decke”，在英文中也常使用。图示阿尔卑斯山格拉鲁斯拉铺构造。从中可见飞来峰及构造窗。

【纳布】 nappe 即“推覆体”。



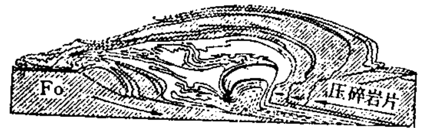
拉铺构造
(英文字母为地层代号)

【原地岩体】 autochthone 又称原地系统。推覆体的滑脱面以下的停留在生成原地并与基底相连的岩体。原地岩体虽未从其生成原地发生位移，但也可受到轻微的或较强的变形。其反义语是外来岩体。图示来自结晶基底楔块的莫尔克勒（Morcles）推覆体的形成，其转移较小（近地推覆体）。推覆体的前缘是原地岩体，它受推覆体的推动而褶皱。



原地岩体及推覆体
1.海西地块；2.原地岩体（原地沉积物）；3.莫尔克勒推覆体；4.第三系；5.昂纳推覆体外露部分

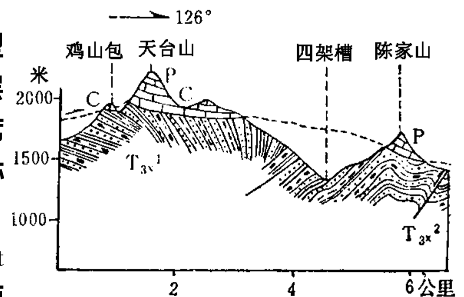
【外来岩体】 allochthone 又称外来系统。即推覆体。在构造作用下使共从生成原地向外发生了运移的岩体，如像冲断岩席或推覆体。由于外来岩体运移的距离很大，所以在岩相上和构造上都与被其覆盖的岩体或地层□然不同。图示西阿尔卑斯山脉外来岩体形成的推覆构造跨越于欧洲前陆（Fo）之上。



外来岩体

【飞来峰】 kippe 推覆体或大型逆掩断层的上盘岩席受侵蚀后的残留部分。它孤立地位于下盘岩块之上，周围波断层线环绕。但 klippe（复数为 klippen）的原意系指一切孤立的岩体，如侵蚀残留岩体等。原文为德文，指“自海底或湖底突山的岩体”。

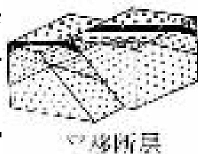
【构造窗】 window，fenster 推覆体或大型逆掩断层的上盘岩席，在侵蚀作用下蚀穿断层面，使下盘岩石局部出露地表。这种由上盘岩席环绕、四周以断层线为界的下盘局部露头，即称构造窗。fenster 来源于德文窗字。



四川彭县推覆体构造中的飞来峰
T_{3x}^2. 三叠系须家河组中段；
T_{3x}^1. 三叠系须家河组下段；
P. 二叠系；C. 石炭系

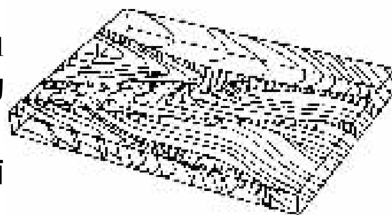
【平移断层】 strike – slip fault，transcurrent fault，flaw 也称走向滑动断层，即两盘沿断层面走向发生相对错动的断层。按两盘相对位移的方向可分为左行平移断层和右行平移断层。前者两盘显示左旋，即逆时针方向旋转；后者两盘显示右旋，即顺时针方向旋转。平移断层的同义词有平推断层、挫断层，部分同义词有横推断层、撕裂断层。

【走向滑动断层】　strike – slipfault，strike – shift fault　**平移断层的同义词。平行于断层走向发生相对位移的断层。图示新西兰阿尔卑斯走向滑动断层，沿断层形成一系列陡倾伏褶皱。**


平移断层

【横冲断层】　transcurrent fault，transverse fault　**大规模的走向滑动断层，其中的断层面倾角很陡。**

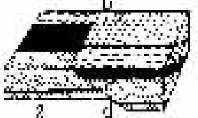
【斜向滑动断层】　oblique – slip fault，diagonal fault　**两盘相对错动的方向介于断层走向和倾向之间的断层。**


走向滑动断层

【倾向滑动断层】　dip – slip fault　**平行于断层面倾向发生相对位移的断层。**

【撕裂断层】　tear fault　**一种倾角很陡的甚至是直立的平移断层。这种断层只发生在（而且仅限制在）低角度逆掩断层的辗掩岩席或滑体上，其走向与逆掩断层相垂直。位移是水平的，是由于辗掩岩席（或滑体）在逆冲过程中的差动运动造成的，它同一般的平移断层不同之处，在于它只发生在逆掩断层的上盘。以往曾误译为扳断层或横错断层。**





倾向断层
ab.总断距；
cd.视断距；
1.侵蚀前；
2.侵蚀后

【挫断层】　wrench fault，basculating fault，torsion fault　**平移断层的同义词。又称平挫断层。断层面大体上近于直立的横移断层。**

【侧移断层】　lateral fault，strikeseparation fault　**沿断层发生有走向断距的断层。**

【左行平移断层】　sinistral fault left – lateral fault　**当观察者面对断层时，远离一侧的断盘向左错动的平移断层，即断层两盘作逆时针相对错动的平移断层。**


左行平移断层

【右行平移断层】　dextral fault，right lateral fault　**当观察者面对断层时，远离一侧的断盘向右错动的平移断层，即断层两盘作顺时针相对错动的平移断层。**

【正 – 平移断层】　normal – strikeslip fault　**断层两盘以平移运动为主，兼有上盘相对下降特点的断层。**

【平移 – 正断层】　strike – slip—normail fault　**断层两盘以上盘相对下降为主，兼有水平位移的断层。**

【逆 – 平移断层】　reverse – strikeslip fault　**断层两盘以水平运动为主，兼有上盘相对上升的断层。**

【平移－逆断层】　strike－slip—reverse fault　断层两盘以上盘上升为主，兼有水平位移的断层。

【同向断层】　synthetic faults　❶与大型正断层伴生的次级断层，其倾向与主断层相同。❷断层面倾向与岩层倾向相同的阶梯状正断层组。

【反向断层】　antithetic faults　❶又称对偶断层。为大型正断层的伴生断层，它们的倾向与主断层相反。❷断层面倾向与岩层倾向相反的阶梯状正断层，又称抬斜断块。

【断块】　fault block　由块状断裂所形成的地壳单位，它们的边界完全或部分由断裂所限制。在发生块状断裂或构造活动时，断块常作为一个整体参与运动。

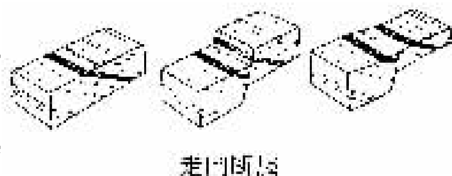
【抬斜断块】　tilted fault block，tilt blocks　❶以一边为枢纽发生旋转而掀斜的断块。❷下盘的边缘发生翘起的阶梯断层。见“反向断层”。

【枢纽断层】　hinge fault　又称捩断层，捩转断层。断层的一侧以垂直于断层面的轴为枢纽而发生过旋转运动的断层。其旋转轴可以位于断层端点，或断层中点。位移量随着离开枢纽的距离的增大而增大。此词尚有争议。部分同义词有旋转断层。


枢纽断层

【捩断层】　hinge fault　即枢纽断层，又称捩断层。

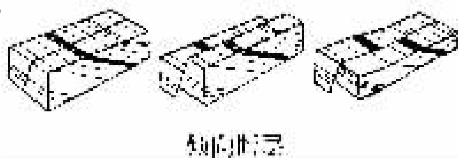
【走向断层】　strike fault　断层走向与所在岩层的走向大体一致的断层。


走向断层

【倾向断层】　dip fault　断层走向与所在岩层的倾向大体一致的断层。

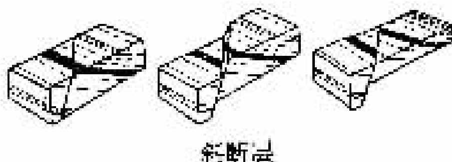
【交迹滑动断层】　trace－slip fault　一种其总滑距等于交迹滑距的断层；或滑动方向与岩层面交迹或其它标志面交迹相平行的断层。这类断层没有标志面错开的效应。

【纵断层】　longitudinal fault　走向与所在区域总构造线方向相平行的断层。


倾向断层

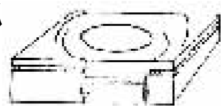
【横断层】　cross faults　❶其走向与所在地层走向或区域总构造线方向相垂直的断层；❷交切主断层的次级断层。

【斜断层】　diagonal fault，oblique fault　其走向与所在岩层走向或主构造线方向相斜交的断层。

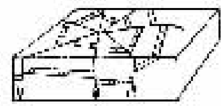

斜断层

【横推断层】 transverse fault 断层走向与区域总构造方向相直交或斜交的平移断层。

【环状断层】 ring faults 在平面上呈同心环状分布的一系列弧形断层。环状断层是一种断层面陡峻、轮廓有如圆筒的断层形式，它与穹隆或沉陷火山口有关。


环状断层

【辐射状断层】 radialfaults 一些在平面上从一个共同中心呈辐射状排列的断层。


辐射状断层

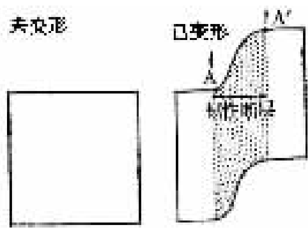
【平行断层】 parallel faults 倾斜和走向基本相同的一组断层。

【边缘断层】 peripheral fault ❶地质上隆起区或沉降区周围的断层。❷围绕抬升区例如底辟或凹陷区发生的弧形断层。部份同义语：边界断层。

【边界断层】 border fault，boundary fault ❶边缘的断层；❷煤矿地质学中常用的描述术语，意指将含煤地层错断并发生较大位移的断层。由于它限制了煤田的边界，故名。

【隐伏断层】 blind fault 在地表无显示或出露不明显，而潜伏在地表以下的断层。这种断层可以是在其形成后又为新沉积物所覆盖；或者是被后来的侵入体所侵位；也可以是形成于地下深处没有切穿地表的断层。

【韧性断层】 ductile fault 又称韧性变形带或剪切带，它是指由剪切变形或岩石塑性流动造成的强烈变形的线状地带，是出露在地表的、被侵蚀的古老断裂的深部构造形迹。规模大小不一，小者长几厘米，大者宽几十公里，延伸长上千公里。韧性断层带内的应变是连续的，并具有递进变形的一系列特点。它与脆性断层不同的是没有断层面而又发生过相对位移，带内主要由一大片或巨厚的受强烈剪切变形的岩石构成，断层两壁为未变形或变形轻微的岩石。岩石和矿物的破碎程度和变形程度由边界向中心递增，断层中心破碎和变形最强烈；断层边界没有糜棱岩和碎裂岩，也没有破裂面，往往存在着牵引和拉伸变形的现象；岩石发育有片理，片理面平行应变椭球体的 xy 面，因此，它不是错动面，而是压扁面。片理面与断层边界的夹角由边界向中心递减，在断层中心夹角最小。当韧性断层横切过任何早期构造；如岩墙、岩脉和早期片理等时，尽管这些早期构造被韧性断层强烈改造，但它们在断层两盘仍是相连的，构成了所谓追踪构造，大型韧性断层带往往是多期活动的长寿断裂。此外，韧性断层带内的各个矿物都出现有晶体塑性变形构造，其变形强度也从断层两侧向中心递增。



韧性断层示意图

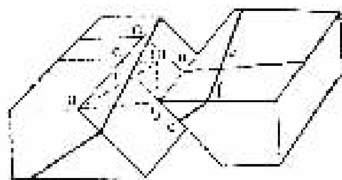
【脆性断层】　brittle fault　同韧性断层相对应的一类断层，详见“韧性断层。”

【直移】　translation　一种没有旋转的位移。当用于塑性变形时，它指一组原子脱离其下层的一组原子的紧临位置而滑动。

【直移运动】　translational movement，translatory movement　❶一种明显的断块位移，其中的断块相对彼此未被旋转，从而运动之前相平行的构造在运动之后仍保持平行。❷沿断层面的直线运动，断层两盘中和断错带外的所有直线在断层作用前后都是平行的。

【直移断层】　translational fault，translatory fault　一种只发生有直移运动而没有旋转分量的断层；两盘中的倾斜仍保持同一。

【断层位移】　fault displacement　断错的同义词。又称位移，是在任意选定方向上量度的断层两盘的相对运动。也指这种运动的大小。位移在视横向方向上包含走向滑距和走向离距；在视垂直方向上包含倾向滑距和倾向离距。



断层位移总体图

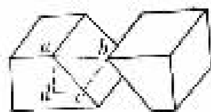
ab．总滑距；ac．走向滑距；∠cab 总滑距的倾伏角；cb．倾斜滑距；am．水平错开；mf．水平离距

【断错】　dislocation　位移的同义词。又称错断。

【滑距】　slip　❶在断层面上，原来位于断层面两侧的两个相邻点沿断层面所发生的实际位移。滑距是三维的，而离距是二维的。

【总滑距】　net slip，total slip　在断层面上或平行断层而听量度的断层两侧原来相邻的两点间的距离。它明确表示出位移的方向和位移的相对大小。

【交迹滑距】　trace slip　平行于标志面（矿脉、层理等）在断层面上的交迹的总滑距的滑移分量。



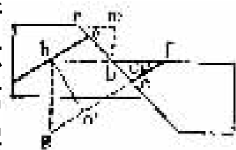
滑距

ab，总滑距；bc，走向滑距；ac，倾向滑距；ad，落差；dc，平错；∠cab．总滑距倾伏角

【移距】　shift　远离断层带测定的断层两盘各点间的最大相对位移。

【断距】　separation　即离距，指断层面上任何参考面，（地层或岩脉）被断层错开的两部分之间的距离。参考离距。

【离距】　separation　又称断距或间隔。是在给定方向上量度的断错标志面（岩层、岩墙、矿脉等）两部分之间的视相对位移，它不是真相对位移或总相对位移。离距是二维的，它是在断层的日常研究工作中所常看到的顺断层走向量度的离距称走向离距；顺断层倾斜线量度的离距称倾向离距（图中之 ec）；断层两盘同一标志面在铅垂方向上的距离叫铅直地层离距（铅直地层断距，见地层离距图中之 hg）；垂直层面量度的断错岩层两部分之间的距离叫地层离距（地层断距，图中之 ho ’）；在垂直岩层走向的横剖面上量度的断错标志面之间的水平离距叫水平错开或正水平离距。图中之（w）为地层视倾角；当 w 为岩层真倾角时，则 hf 即为水平错开。



离距

【走向离距】 strike separation 平行断层面走向量度的断错标志面（岩层、岩墙、矿脉等）两部分之间的距离。

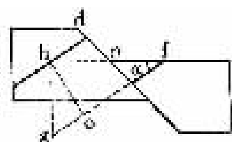
【倾向离距】 dip separation 在断层面上平行倾斜线量度的错断标志面（岩层、岩墙、矿脉等）两部分间的距离。倾向离距的水平分量称平错；倾向离距的铅直分量称落差。

【水平离距】 horizontal separation 在任一水平方向上量度的离距。

【平错】 heave 倾向离距的水平分量。见“倾向离距”。

【落差】 throw 倾向离距的铅直分量。见“倾向离距”。

【地层离距】 stratigraphic separation 也称地层断距。即断层两盘同一岩层层面间的垂直距离。当断层两盘的岩层产状近于一致时，在垂直岩层走向的横剖面上所测量的同一地层间的垂直距离就是地层离距。地层离距的大小基本上就是由断层造成的岩层重复或缺失的厚度，所以野外工作中可根据岩层重复或缺失的厚度测算地层离距。

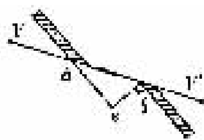


地层离距
ho. 地层离距；
hg. 铅直地层离距；
α. 断层面倾角

【铅直地层离距】 vertical stratigraphic separation 也称铅直地层断距。即断层两盘同一岩层层面间的铅直距离。即沿铅垂线量得的断错标志面之间的距离。

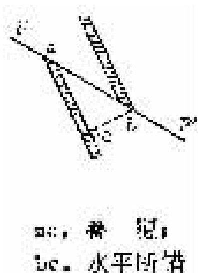
【水平错开】 offset 又称正水平离距。❶根据标志面在地表的露头量得。断层的水平离距可在平行断层走向的方向上量得。水平错开就是垂直断错标志面（岩层、岩墙、矿脉等）的走向量度的这个水平离距的分量。❷断层两盘同一岩层面在水平面上的迹线之间的、垂直于走向的距离。

【间隔】 gap 受断层作用地层错开时，沿断层走向测量的对应地层间的水平离距在平行地层走向方向上的分量（ed）称间隔。



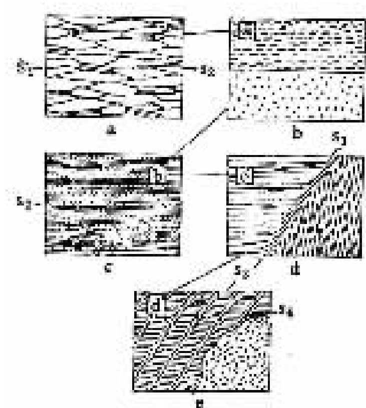
间隔
ed. 间隔；ef. 水平错开

【叠覆】　overlap　受断层作用，地层重覆出现时，沿断层走向测得的对应地层间的水平离距（ab）在平行地层走向方向上的分量（ac）。



【构造线】　tectonic line　❶泛指区域性构造在地面上的延伸线，如褶皱轴迹、大的断层线、区域性片理及劈理的走向线等。❷一条巨大而且延伸很远的断层，它同时发生侧向的和垂向的位移。这种构造线往往横切造山带或者勾画出造山带。

【透入性构造】　penetrative structure　在某一定的构造尺度内均匀而连续地分布于地质体中的构造。“penetrative”一词有“充满”、“弥漫”等义。它反映出这部分岩体已作为一个整体均匀地发生了变形，如片理和线理都是透入性构造。与此相反，在某一定的构造尺度内，有些构造只是作为分隔面而个别地存在于地质体中，如断层和节理，则称为非透入性构造，或称分隔性构造。必须明确指出，所谓透入性是相对于观察尺度而言的，从小区域看，断层是非透入性构造，但当从航空照片上看到它构成均匀分布的断裂网格时，则可视为透入性构造。所以透入构造的含意是均匀分布于整个岩石之中而没有明显的间断的构造。图示面状构造在同一岩体不同尺度中的表现，表示透入性与尺度的关系（据 F. J. Turner 和 L. E. Weiss）。其中：（a）显微尺度：颗粒的定向排列构成略具透入性的面状构造 S_1；（b）小型尺度：颗粒界面在上层构成透入性面状构造 S_1。上下两个不同组分层之间的分隔面为 S_2，在这一尺度上是非透入性的；（c）较大的小型尺度：互层平行于 S_2，构成了透入性的面状构造；（d）大型尺度：膝折面 S_2 将岩体分为两部分，S_3 是非透入性的；（e）较大的大型尺度；S_3 是一系列紧密排列的膝折面，可以看作是透入性的。新的分隔面 S_4 把岩体分成两种不同的区段，S_4 是非透入性的。


透入性与尺度的关系

【非透入性构造】　nonpenetrative structure　又称分隔性构造，参见“透入性构造”。

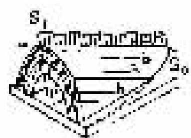
【不连续岩体】　discrete　任何一个与相邻岩石在空间上具有明显限制界限的岩体。

面状构造

【面状构造】　planar structure　一个描述性和无成因含义的名词，泛指岩体中所有构成平面的构造。如果它们在一定尺度上是透入性的，则称为面理。面状构造包括原生的和次生的两种。原生的如层面，间断面、不整合面，（岩浆岩体之间或和围岩间的）接触面，（岩浆岩的）流面等；次生的也称为变形面，包括断层、节理、劈理、片理等。

【面理】　foliation　❶或称叶理，是见于手标本和露头范围内的岩石中的透入性面状构造。一般指变质一变形成因的次生面理（也称剥理、叶理）、包括劈理、片理、片麻理等。❷用于任何一类岩石中平行排列的结构面或构造面的一般术语。如板岩中的劈理或变质岩中的片理。此术语常用于变质岩石。

【层间面理】　interformational foliation　在部分浅变质岩中发育的一种与层理斜交且不平行褶皱轴面的面理。因受不同岩性及层间界面的控制，在不同岩石内所发育的面理类型及其产状亦各不相同，故称层间面理。在褶皱中，层间面理常呈正扇形或反扇形组合型式。



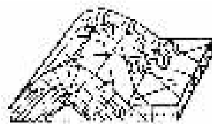
【顺层面理】　bedding foliation　与原生层理或岩性层面平行的面理。

【轴面面理】　axial－plane foliation　产状与褶皱轴面相平行的面理。多见于强烈褶皱的岩层中。大多为流劈理或片理，也可以是折劈理。部分同义词是轴面劈理、轴面片理。



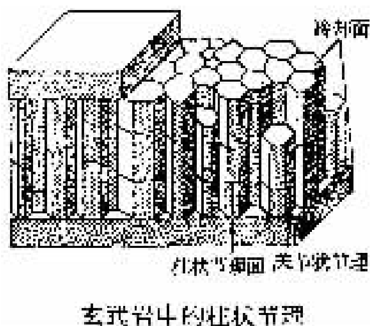
轴面面理
S0，层理；
S1，轴面面理；
b，面理与层理的交线；
B，褶皱枢纽

【节理】　joint　❶岩石中的破裂，根据节理的成因可将其分为构造节理和非构造节理；根据节理的力学性质可将其分为张节理和剪节理；根据节理与成岩过程的关系可将其分为原生节理和次生节理。❷把岩石分割成具有一定几何形状的岩块的裂隙系统，根据岩块的形状，这种节理被命名为柱状节理、板状节理、菱形节理等等。附图所示为一节理系统的外观。❸岩石中未发生位移的实际的或潜在的破裂面或裂理面。这种面通常都是平面且常互相平行产出，形成一组节理的一部分。有些古老的节理常常被造岩矿物或含矿矿物所充填。



节理形态分类示意图
①②，走向节理或纵节理；
③，倾向节理或横节理；
④⑤，斜节理；
⑥，顺层节理

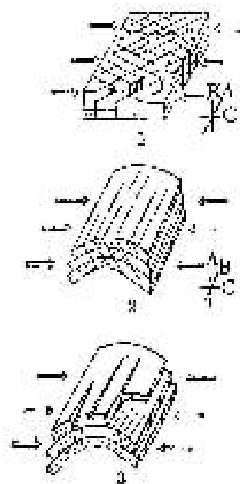
【原生节理】　primary joint　产生在岩石成岩过程中的节理。如沉积岩在成岩过程中因失水收缩而生成的节理；岩浆岩在岩浆冷凝过程形成的节理；玄武岩中的柱状节理，等等。



玄武岩中的柱状节理

【次生节理】 secondary jointj 在岩石成岩之后形成的节理。包括有构造节理和非构造节理。

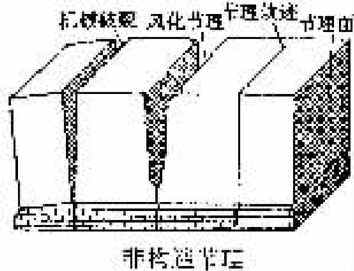
【构造节理】 tectonic joint 在构造运动作用下形成于岩石中的节理。常常成组成群地出现。构造节理往往与当地的其它构造如褶皱、断层等有一定的组合关系和成因联系。图示，水平挤压力作用下褶皱发展中可能发育的节理示意图。



节理主要类型
1.斜剪节理及铜伏状张节理；2.纵剪节理；3.纵张节理及侧向剪节理

【非构造节理】 aontsctonic joint 岩石在外动力她质侯用下，如风化、山崩地滑、岩溶陷落、冰川活动以及人工爆破等所产生的节理。这类节理在空间分布上常局限于地表浅部的岩石中，一般多无矿化现象，但对地下水的活动及工程建设有较大影响。也有人把原生节理视为非构造节理。

【张节理】tension joint 在垂直于主张应力方向上发生张裂而形成的节理。张节理一般多不平直，裂面较粗糙。发生在砾岩及砂岩中的张节理，可使岩石沿砾石表面或砂粒表面裂开而不穿切砂砾。张节理两壁常张开而不闭合，裂缝宽窄变化较大，易被岩矿脉充填。张节理一般沿其走向及倾向都延长不远即行消失，而在其一侧又可发育同一方向的张节理。这就是所谓的“ 尖灭侧现 ” 的现象。张节理经常追踪两组剪节理而呈锯齿状，称追踪张节理。在岩石的剪切带中，常发育有被岩矿脉充填的雁行式节理。



非构造节理

【剪节理】 shear joint 由剪切破裂形成的节理。剪节理面平直而光滑，通常是闭合的，沿走向及倾向延伸都较远。沿节理面可以有轻微位移，有时可能在节理面上留有擦痕。剪节理常切穿岩石中的砾石、岩脉或结核等，据其错开情况常能判断剪节理两侧岩石的相对位移方向。剪节理多成群出现，构成平行排列或雁行排列的节理组；两组共轭剪节理则构成“ X ” 型节理。

【压节理】 compression joint 方位垂直于压应力的节理。关于压节理的成因机制存在有不同的观点，一种认为压应力不能直接产生“压节理”。一种认为这种节理起因子垂直压应力方向上的差异塑性流动所导致的剪切作用；还有一种认为系起因于释压所导致的弹性回跳，原理如释重节理。

【缝合线节理】 stylolitic joint ❶一种压溶作用所产生的破裂面。在压应力作用下岩石中可溶物质运移到别处，不溶物质沿着缝合面沉淀，使得缝合线节理更为显现。缝合线节理的锥轴常与主压应力轴（σ_1）方向一致，可用以判断压应力的方向。❷一种非常细小的缝合线。



缝合线节理

【席理构造】 sheeting strucetcre 又称释重节理、膨胀节理、席状构造等，是由于解除重荷的释压作用或页状剥落作用而形成的一类近于水平的破裂或节理。一般认为席理是由于岩体在上覆载荷消除、原生围压释放后，经均衡调整而膨胀所致。席理也被看作是一种大型剥理。

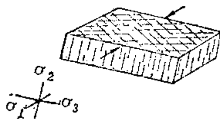
【释重节理】 release joint，unloading joint，sheeting structure 即席理构造，又称去荷节理。是一种平行地表的席状节理。是由于上覆岩石不断遭受剥蚀而减压、岩石发生弹性回跳而形成的一种张节理。如花岗岩体的水平节理。

【去荷节理】 unloading joint 即“释重节理”。

【原生平缓节理】 primary flat joint 火成岩中产状近水平的节理。

【页状剥落节理】 exfoliation joint 又称席状节理（sheeting joint）是使岩石的薄同心壳（从小于一厘米到几米）、岩片、岩席、鳞片等从大岩体裸露的表面上相继破碎、松动、剥落、散裂或剥离的作用。这一作用是由物理（热力）或化学力的作用在膨胀岩石中产生出差异应力引起的，如像起因于沙漠区中温度的迅速变化，或起因于一度深埋岩石，由于侵蚀作用而接近地表时围压的释放（释压节理）等。它时常造成滚圆状岩体或穹隆状山丘。

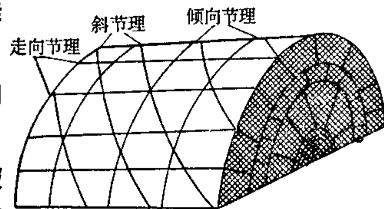
【共轭节理】 conjugated joint 又称“X”节理，是一个节理系统，组节理通常与压缩变形相关，是岩石在同一应力作用下沿着共轭剪切面产生的两组交叉剪节理。两组剪节理的交线平行于中间主应力轴，其相交的锐角等分线一般与主压应力轴一致；但当塑性变形量较大时，有时可看到共轭剪节理的钝角等分线与主压应力轴一致。因此，必须查明两组节理的运动方向，才能比较确切的确定主应力轴的方位。共轭节理常将岩层或岩体切割成菱形方块，是棋盘格式构造的一种。



共轭剪节理

【顺层节理】 bedding joint，bcd；oint **又称层面节理，是在沉积岩中，平行于层面或顺着层面发育的节理。**

【层间节理】 intraformational joint **在褶皱形成过程中，由层间滑动所派生的局限于个别层内的节理，力学性质上多为剪节理，接近垂直于岩层面的一组常较发育。**



节理的几何关系

【走向节理】 strike joint **走向与岩层的层理走向接近于平行的节理。**

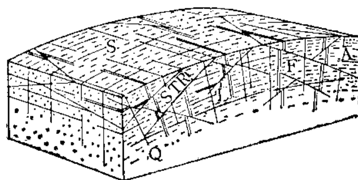
【斜节理】 diagonal joint **❶与岩层走向或褶皱轴斜交的节理。❷在岩浆岩中与流线相斜交的原生节理，又称** D **节理或边缘节理。**

【倾向节理】 dip joint **走向与岩层层理或劈理的走向接近于垂直的节理。**

【纵节理】 longitudinal joint **❶在褶皱的岩层中节理的走向与褶皱轴的方向相一致的节理。❷在岩浆岩中平行于流线，垂直于流面的一种原生节理。又称** S **节理。**

【横节理】 cross joint **❶在褶皱岩层中节理的走向与褶皱轴的方向相垂直的节理。❷在岩浆岩中垂直于流面和流线的原生节理。又称** Q **节理。**

【岩基节理】 batholithic joint **侵入体的原生破裂构造。根据它们同侵入体的原生流动构造（流线或流面）的关系，可以区分为六种不同的构造：①横节理（**Q**），发育于岩基顶部、垂直于顶部流线，倾斜陡峻；②纵节理（**S**），发育于岩基顶部，平行于流线，陡倾斜；③层节理（**L**），发育于岩基顶部，产状平缓，大致平行于接触面，具张节理性质；④平缓节理（**STR**），也称斜节理，发育于侵入体顶部。⑤边缘张节理和⑥边缘逆断层。**



岩基节理

Q.横节理； S.纵节 理； L.层节理；STR.拉伸面； F.线 状流动构造； A.细晶 岩脉

【层节理】 bedded joint **岩浆岩中的一种与流面或流层相平行的原生节理。又称** L **节理。**

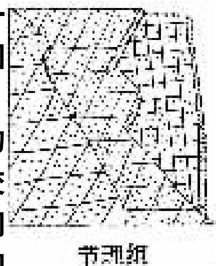
【L 节理】 L－joint **即“层节理”。**

【S 节理】 S－joint **即“纵节理”。**

【Q 节理】 Q－joint **即“横节理”。**

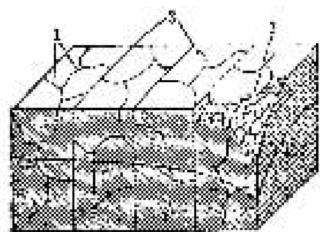
【D 节理】　D－joint　即“斜节理”。

【节理组】　joint set　❶同期形成、产状基本一致、力学性质相同的节理组合。❷区域性分布的平行节理；在沉积岩里，一组通常都平行于倾向，另一组平行于走向。在块状岩浆岩或变质岩中，可以产出第三组节理。图示不同岩层中的不同的节理型式。



节理组

【节理系】　joint system　❶两组或两组以上的，有成因联系的节理组合，如 X 节理系、环状节理系、放射状节理系等。❷彼此相交切的两个或两个以上的节理组，它们可以是同一时期的也可以是不同时期的。节理系呈区域性有规律的分布的称为系统节理；反之，不规则的或局部性的节理则称为非系统节理，如图所示。



1.与节理系几何相关的非系统节理；
2.与风化作用相关的非系统节理；
3.节理系；
4.席状节理；

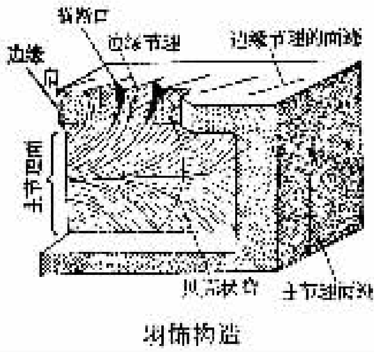
【羽状张节理】　feather tension joints　一般指由于断层运动而在断层面的两侧形成的一组张节理。它与断层面斜交而呈羽状排列。张节理与断层面所夹的锐角，指向本盘的相对运动趋向。

【雁行式张节理】　echelon tension joints　张节理的一种组合型式。多顺明显的或潜在的剪切带发育，与剪切带（面）呈一定的角度斜列。张节理与剪切带（面）所夹锐角方向指向节理所在岩块的相对运动趋向。

【帚状节理】　brush joint　指一端收敛另一端撒开形如扫帚的节理组。它们通常反映某种力偶作用。

【追踪节理】　tracing joint　追踪先存的两组共轭剪切面而形成的锯齿状张节理。

【羽饰构造】　plume structure，plumose structure，feather structure　又称软羽构造或简称“软羽”。这种构造多发育于均质的细粒岩石，如细砂岩、石英岩、粉砂岩、凝灰岩等的节理面上。发育完全的羽饰构造除主节理面上的羽痕外尚有边缘节理带（边饰带），包括发育有次级羽饰的边缘节理和横断口（坎面）。边缘节理与主节理面两者的走向呈 20°—25°的交角。羽饰构造的要素如图所示。它的发育过程反映了剪节理的复杂断裂力学过程。主节理面上羽状型式的脊状痕迹汇合于系统节理节理面中央附近的一个点或一条直轴上。其形成的人字纹尖端指向节理裂纹开始扩展时的位置。羽状脊从中轴向外散开，并在裂缝的边缘过渡为一系列小阶面。在某些系统节理面上产出有起伏的大曲线状脊，并围绕中央轴或点呈同心状排列。这些就被称为贝壳状脊。不规则的、曲线状羽饰是非系统节理面的特征。有羽饰构造的节理面属脆性断口，这些断口发生在岩石之内的某些小的构造非均一处，并从那个点向外传播开来，直到促成它们的力消散时为止。

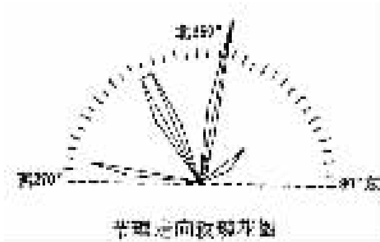


羽饰构造

【地裂缝】　surface crack　地面裂缝的简称。是发生在土层中的节理或裂隙，多由近代地震活动所造成。

【节理频度】　frequency of joints　又称节理频率、节理密度。通常指单位长度（或面积）内的节理数，是用以衡量节理发育程度的标志。

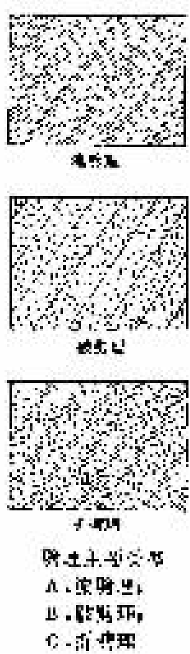
【节理玫瑰花图】　rose diagram of joint　一种用以表示节理发育程度的图。其作法是：对一定地区的节理产状、密度进行观测，把所得数据按空间方位间隔分组（如5°或10°为一组），求出每组的节理个数及平均走向。以半径方向表示节理方位，以半径长度表示节理个数，将各组节理投于图上，连接相邻各投影点即得节理玫瑰花图形。表示节理走向的图叫节理走向玫瑰花图，只作上半圆；表示节理倾向的图叫节理倾向玫瑰花图，为全圆形；表示节理倾角的图叫节理倾角玫瑰花图。



节理走向玫瑰花图

【劈理】　cleavage，secondary cleavage　岩石所具有的沿着由变形作用或变质作用所产生的密集平行排列的次生断口或其它密集的面状构造或结构而劈裂开来的性质或趋势。沿着这些面可能发生滑动，因此可沿之把岩石劈成许多薄片。根据劈理的形成方式，可将其分为三类：流劈理、折劈理和破劈理。

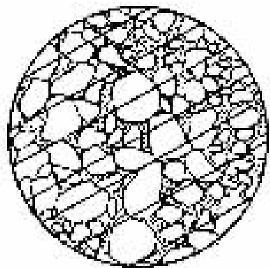
【流劈理】　flow cleavage，slaty cleavage　指由与岩石流动相伴生的板状矿物的重结晶作用，使岩石中片状、板状或扁圆形矿物颗粒或集合体产生平行排列，从而使得岩石分裂成许多平行薄片的构造。当劈理面上的矿物重结晶较小或不显著时，一般称为板劈理。如果劈理面上重结晶显著，肉眼可辨认出片状矿物平行排列时，则称为片理。



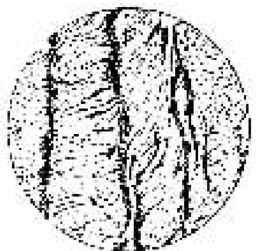
劈理主要类型
A.流劈理
B.破劈理
C.折劈理

【板劈理】　slaty cleavage，flow cleavage　板岩或其它均质沉积岩石在变形作用和低级变质作用下，于垂直压缩的方向上所普遍发育的片状或板状矿物（主要是绿泥石和绢云母），呈平行排列而形成的面理。大多数板劈理也是轴面劈理。

【破劈理】　fracture cleavage　以密集、平行的节理或断口为基础，发生在变形或轻微变质岩石中的一类劈理。它是岩石中的一组密集平行的破裂面，一般多为剪性破裂面，个别也可以是张裂面或张剪性裂面，与岩石中矿物排列方向无关，其微劈片厚度一般不超过几毫米。破劈理以其密集性和透入性而与节理相区别。


石英细砂岩中的破劈理

【折劈理】　crenulation cleavage　又称滑劈理、应变滑劈理、剪劈理或褶劈。是一类被叠加在板劈理或片理之上的劈理，常发育于千枚岩或片岩中。由切过早期面理的一组平行剪切而所发生的滑动或者由于受平行早期面理的压缩而使早期而理形成一系列不同形态的褶纹，矿物多具有明显的定向排列。图示板岩中的折劈理。在劈理面之间的微劈石中可以见到早期的流劈理被劈切成 S 形弯曲，而在劈理面附近（劈理域）片状矿物顺劈理面富集并使矿物拉成与折劈理面近于平行的位置。


折劈理

【滑劈理】　slip cleavage　即“折劈理”。

【剪劈理】　shearcleavage　又称剪切劈理，是折劈理的部份同义词。因为在变形作用和变质作用中，存在着许多类型的剪切，所以这个词只是一般术语。

【应变滑劈理】　strain－slip cleavage　即“滑劈理”。由于叠加在板劈理或片理之上的劈理面间隔很小，劈理面之间岩石薄片中的先存流劈理多呈锯齿状皱纹，又称锯齿形劈理。

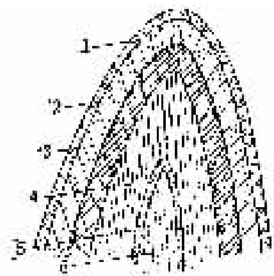
【锯齿形劈理】　zigzag cleavage　即“应变滑劈理”。

【褶劈】　crenulation cleavage　即“折劈理”。有时指小型的膝折带。

【闭节劈理】　close－joints cleavage　用于滑劈理及破劈理的老术语。

【层面劈理】　bedding cleavage，bedding－plane cleavage，parallel cleavage　又称顺层劈理或平行劈理，是一类平行于层面的劈理。

【轴面劈理】　axial－plane cleavage　与岩石中褶皱的轴面密切相关的劈理，它或是大致平行于褶皱轴面，或是在每个翼上有轻微的分散（扇劈理）。大多数轴面劈理都与见于各个露头上的小褶皱密切相关，不过有些只平行于区域褶皱轴面。此外，由于各层岩性不同，发育于其中的劈理（或面理）的方位亦有所差异（见图）。此术语不具成因含义。



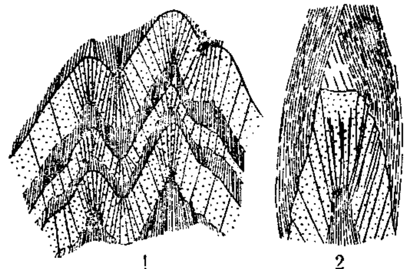
背斜中不同岩性的面理
1.砂岩中的旋转面理；2.粉砂质板岩中的倾斜面理；3.粒级层中的弯曲面理；砂质岩中的轴面（板）面理；5.石英岩；6.板岩

【劈理扇】　fan cleavage，cleavage fan　❶轴面劈理的一种类型，其中劈理面在褶皱轴面的每一侧上都以小角度或大角度扇散开来。❷许多向上或向下聚敛成扇状排列的劈理。向褶皱核部收敛的劈理扇称正扇形劈理，劈理与层理成较大的交角。正扇形劈理常发育于脆性岩石中，多为破劈理。向褶皱转折端收敛的劈理扇称反扇形劈理，劈理与层理在翼部交角很小，甚至可与层理近于平行，只在转折端与层理垂直。反扇形劈理常发育在塑性岩石中，多为流劈理。



劈理扇
a.张性破劈理；
b.剪性破劈理

【劈理折射】　refraction of cleavage　在同一应力状态下，由于各个岩层的力学性质不同，会使其中劈理的发育也有所不同，而且劈理的发育还会受到层面的限制。在不同岩层组成的互层中，各岩层都可各自发育出不同性质、不同产状的劈理，因而发生劈理的“折射”现象。这类劈理又称S形劈理。



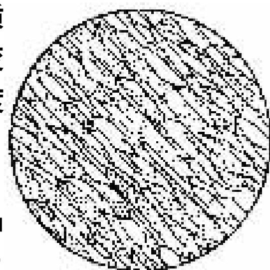
劈理折射
1.劈理折射；2.折射劈理互相切割

【微劈石】　microlithon　介于劈理面间的岩石薄片。

【裂理】　parting　❶节理或裂隙；尤指坚硬岩石（均一岩性或不均一岩性）沿之能立即被分开或能自然分成层的平面，如层面裂理。❷地层各个层间的分离面，如薄页岩层。

【层面裂理】　bedding－plane parting　相邻岩层间的、或沿层面的裂理或分离面。

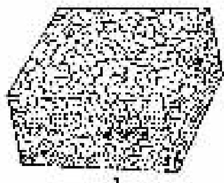
【片理】 schistosity 中深变质岩区，由于强烈变形和变质作用使片状和板状矿物定向排列而形成的一种面状构造。它是变质岩区中特有的构造形迹。另一种看法认为片理就是重结晶程度较高的流劈理。

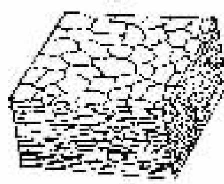

大理岩中的片理

【顺层片理】 bedding schistosity 平行于层理的片理。

【轴面片理】 axial plane schistosity 在强烈褶皱的岩层中发育的、与褶皱轴面平行或大致平行的片理。除在褶皱转折端与层理斜交外，在褶皱两翼，片理与层理产状趋于一致。

【叶理】 foliation 一般泛指岩石由于遭受变质或变形作用所形成的似层理、劈理和片理。是一个不具有严格定义的名词。在美国流行把叶理用于遭受变质或变形而成的规模较小而又可识别的在岩石上的各种类型的S面（即面理），因此岩性差异的似层理、矿物颗粒的面状优选方位以及引起岩石局部滑动的岩石的物理性质的不连续面和易裂面，都归属于叶理范畴。而在英国，叶理一词则专指由岩性不同的似层理所构成的S面，从而把“片理”和“劈理”泛指其它类型的S面。


1


2

叶理

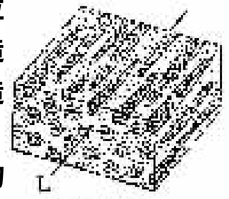
1.似层理状叶理，2.层理和劈理构成的叶理

【片麻理】 gneissic schistosity 在变质较深的片麻岩和混合岩中，由于片状矿物和粒状旷物相间定向排列而呈现的一种构造，称为片麻理。

【线状构造】 linear structure ❶是一个不具成因含义的名词，包括岩石中所有类型的线条构造，其中原生的如沉积岩中的线形沟槽、岩浆岩石中的流线等；次生的有长条状矿物的平行排列、褶皱枢纽、杆状构造、窗棱构造以及面状构造的交线等。❷地球表面延长很远的直线形或舒缓曲线形构造，在地貌上常表现为洼地或线状洼地。这种构造在地形特征、高空航片或雷达影片上都很显著。对这些构造的意义还存在有很多争议。有些的确表示真实的构造特征，如断层、线状排列的火山口、张节理带等，但有些则意义不明，成因多样，甚或纯属偶然。

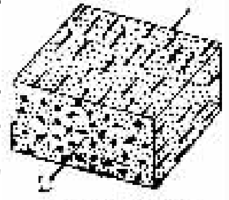
【线理】 lineation ❶在手标本和露头范围内可见的岩石中的透入性线状构造。一般指由变质—变形成因的次生线理，包括矿物的生长线理、拉长线理、交面线理和皱纹线理等。线理常可指示变形岩石中物质运动的方向，据此可将线理分成：a轴线理——与物质运动方向平行；b轴线理——平行于中间应变轴。❷岩石中不具成因意义的其规模大小不论的线状构造的泛称。例如流线、擦痕，沉积岩中组分的线状排列、褶皱的轴；变质岩中的线理即包括矿物在运动方向上发生的定向排列、平行于褶皱轴的皱纹和细小褶皱，与层理和劈理相交的线条以及不同方向的劈理交线等等。

【拉长线理】 stretching　❶一类线理：在变质岩石中是由被拉长的矿物颗粒或集合体、岩石碎屑、砾石、鲕粒、气泡或其它构造等的平行排列显示出来的。❷变质岩中矿物颗粒、气泡或其它构造的拉伸。



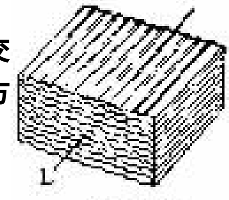
拉长线理

【矿物生长线理】 mineral lineation　由针状、柱状或板状矿物的长轴定向排列而成的线状构造。它们是矿物在定向应力作用下，沿主压应力方向不断溶解，扩散而在引张方向上重新结晶生长的结果，属 a 轴线理。



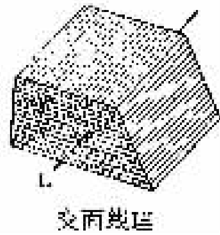
矿物生长线理

【皱纹线理】 crenulation lineation　由面理小褶皱的枢纽平行排列而成的线状构造。多与折劈理的发育有关。是由于沿折劈理面的滑移或垂直劈理面的挤压、而在早期面理面上形成的各种形式的平行皱纹，为 b 轴线理。皱纹线理也可以发育在变形岩石的劈理面上。



皱纹线理

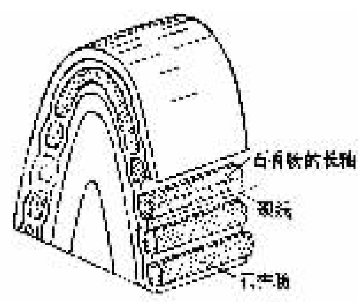
【交面线理】 lineation due to intersection of foliations　面理的交切线。如劈理与早期片理或层理的交线。在褶皱岩层中这类线理的方向常与同期褶皱轴平行，为 b 轴线理。

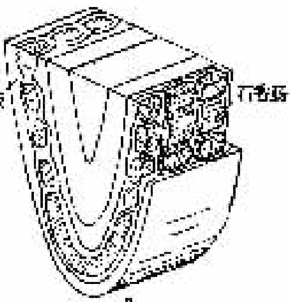


交面线理

【构造透镜体】 structural lenticular body　岩层或岩体因构造作用而碎裂成的不连续块体，多呈透镜状或扁豆状，各块体之间的横间隔距离可以很大。变质岩中构造透镜体的大小极为悬殊，长径可从几厘米到几百米，其走向大致平行于区域片理或片麻理。在断层破碎带中有时也可看到断层成因的构造透镜体。

【香肠构造】 boudinage，sausage structure　又称布丁构造或构造透镜体，是在强、弱相间的岩层中，由强岩层顺层破断而成的岩性块段（称为石香肠）。从剖面上看，这些块段很象并排串列的香肠。这种构造是由于岩层受到垂直层理的挤压力作用时在顺层方向上产生单向、或双向的拉伸，当弱岩层发生塑性流动时促使强岩层发生破裂（张裂、剪裂或细颈化作用）而形成的。在见于横剖面上的典型香肠构造中，可以看到强岩层块段间的裂缝（间隔）为方解石、石英脉等所充填，或弱岩层挤入于裂缝中形成楔入褶皱。





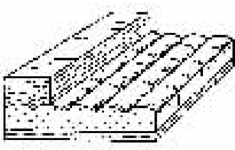
香肠构造
1. 正常石香肠构造；
2. 巧克力块状石香肠构造

【窗棱构造】　mullion structure　也有称“窗棂构造”。是一种波状起伏的沟、脊相间而且平行排列的构造，两波峰之间距离根据规模大小变化很大，长者可达数尺。这种构造是在强烈变形岩石中发育的粗大棱柱状构造，在断层面上常可发现。按不同的形态和成因，窗棱构造可以分为节理式、肿缩式、褶皱式、劈理式等。这种构造反映了平行层理的缩短，长轴代表变形的 b 轴。“mullion”一词原意系欧洲教堂建筑的高大窗户的直立棱柱；而“棂”字则系“窗户的方格子”，容易引起误解，故“窗棂构造”应为“窗棱构造”。

【节理式窗棱构造】　joint mullion　它通常是在强硬岩层褶皱式窗棱的基础上，由于褶皱外侧的拉伸形成一系列纵张节理，以后由于继续受侧压变形，使强硬岩层外侧的软岩层楔入张节理的开口中，并使节理间的层面改造成圆弧形而成的较小型窗棱构造。节理式窗棱构造常与褶皱式窗棱构造相伴生。

节理式窗棱构造

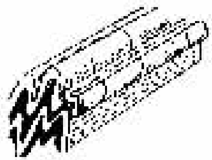
【肿缩式窗棱构造】　swell – compression mullion　它通常发育在与软弱岩层相邻的强硬岩层表面。当岩层受侧压变形时，软岩层一起被压扁，其层间界面形成波状的表面，进一步变形时，接触面形成一系列宽而圆的背形，被尖而窄的向形所分开的嵌入式“褶皱”。软岩层以尖的向形嵌入硬岩层中，硬岩层面成一系列圆拱形的窗棱构造。



肿缩式窗棱构造

【褶皱式窗棱构造】　fold mullion　一类由层面圆筒状起伏所形成的窗棱构造；内部构造表现出层理纹是相互整合的。

【劈理式窗棱构造】　cleavage mullion　一类由劈理面与层面相交切而形成的窗棱构造。



褶皱式窗棱构造

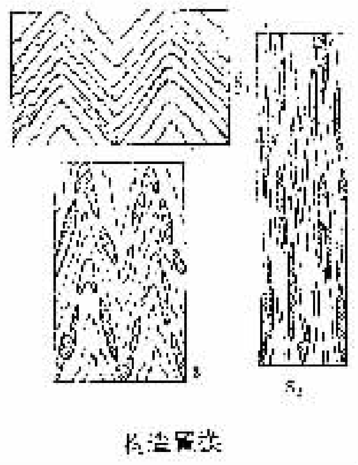
【直棱】　mullion　即窗 m 棱构造。褶皱的沉积岩和变质岩中的棱柱状构造。关于棱柱状构造的成因解释分歧很大。直棱可以在平行于运动的方向上形成，如在断层面上，也可以在垂直于运动的方向上形成，如褶皱直棱。

【杆状构造】　rodding structure　变质岩中由石英或其它单一成分的岩石（如脉石英、石英砾石等）形成的平行杆状体。杆状构造是强烈褶皱作用和辗滚作用的结果，其延伸方向与运动方向相垂直，故常平行于褶皱轴，代表 b 轴线理。许多杆状构造中的石英可能是变质作用的析离物。它可能是薄层状石英被劈理交切，继而顺劈理错动而辗滚；或由石英脉发生寄生褶皱，转折端受辗滚；或由雁列石英脉在剪切带递进变形中辗滚而成。



杆状构造

【构造置换】　transposition of structures　岩石的一种构造经过递进变形过程而为另一种构造所代替的现象。最常见的就是层理在褶皱发展过程中被新生的轴面劈理或片理所置换。层理被置换后，在进一步的运动中就不再起主要运动面的作用，而由新生的面理作为运动面了。图示在 S_1 的褶皱作用和石香肠比作用下，置换面理（S_2）所可能出现的发展序列。


构造置换

【片内褶皱】　intrafolial fold　❶小型同斜褶皱，其两翼平行于主要面理。这种关系说明褶皱和面理同时形成，后者是其轴面面理。有时由于沿面理的极度压紧，使褶皱转折端与两翼脱离，成为无根的片内褶皱、褶皱式石香肠、甚至成为棒形线状构造（如褶皱的薄层石英脉）。片内褶皱的形成往往与构造置换（如层理通过强烈的褶皱作用被轴面面理置换）的发展过程有关。❷沿着另一种未褶皱岩石的面理发育的小型褶皱。这种褶皱很象拖曳褶皱但没有后者的一般意义。

【构造解析】　structural analysis　❶是一种用以揭示、解释岩体内部结构要素规律性的方法。这种方法首先是描述和研究岩体的构造现状，然后再根据所得资料进行成因解释，进而重建岩体的构造演化。可分为下列三个方面：①几何学的研究，包括变形岩体的几何特征和物理性质的观察、描述和测量，这是构造解析的基础，②运动学的研究，是根据几何数据去重建岩体在变形过程中发生的运动特征和历史；明动力学的研究，主要是研究地质构造（应变）和造成它们的外力和应力条件之间的关系。③构造岩石学的同义词。

【构造样式】　tectonic style　一群相关构造的总特征，这种总特征使它们得以与其它构造群区分开来。犹如一所建筑或一件艺术品的风格（格式）使它得以和其它时期的或受其它影响的建筑或艺术品相区分开来一样。根据构造样式，可对不同地区和不同时代的构造群进行区分和比较。构造样式多用于概括褶皱的特征，称褶皱样式，但也涉及其它构造如面理等。

【构造尺度】　tectonic scales　可以按照地质构造现象的规模大小将其划分为许多级别，如超显微构造，微构造、小构造、区域构造、大地构造和全球构造等。不同级别的构造都各自有其不同的研究任务和研究方法，如超显微构造必需借助于 X 光法或电子显微镜才能进行研究；而小构造则只须凭借直接观察就能在手标本或露头范围内进行有效的三维研究，等等。这种根据观察对象、研究任务和研究方法等方面对构造级别的划分，即为构造尺度。

【构造世代】　generation of structure　不同构造之间的辈分关系。地壳发展过程中的每一大构造旋□，都可再分为若干构造幕。在每一个幕里由具有一定作用方式的构造运动所造成的构造群，就称为一个构造世代或一个世代的构造。

【构造序列】　structural sequence　❶按年代顺序排列的由相继构造过程和构造事件所产生的构造系列。例如一个完整的构造旋□可包含不同的变形期，每个变形期又各自形成一定的地质构造。这些不同时期的构造按其发育的顺序而构成一个完整的系列，即称为构造序列。它反映着构造变形史。这个序列中包括：褶皱、断裂、面理，线理和其它构造的序列。有时构造序列不仅限于一个构造旋□中，也可以包括不同旋□的构造。❷变质岩区的构造形迹按其形成的先后次序排成的体系。构造形迹包括变形、变质，岩浆，沉积和成矿等作用，如果构造形迹仅指变形作用则叫变形序列。在变质构造带的发展中，变形、变质和岩浆作用等都经历了长期演化发展的过程，它们在性质上是一幕一幕的，每一次构造事件都形成具有一定特征的构造形迹。但是不同世代的构造形迹无论在空间上的排列分布和时间上的先后顺序都有一定规律可循。所以构造序列反映着区域变质岩的演化发展规律。每两个构造序列之间的时间间隔长短不一，相继出现的不同构造序

变形幕	典型褶皱的立体型式	构造要素的特点
$D_{10}(S_{10})$		糜棱带，片理带，绿片岩退化变质带
$D_9(F_8)$		仅仅是小型的，局部发育的褶皱，轴面与枢纽近水平
D- (F_{7-8})		开阔褶皱，枢纽和轴面近水平
$D_6(F_6)$	S_6 F_5	挤压褶皱，枢纽陡倾，轴面近直立
$D_5(F_5)$	S_4	等斜和挤压褶皱，轴面近直立，枢纽近水平
$D_4(F_4)$	S_{1-2} S_3	挤压和等斜褶皱，枢纽和轴面近直立
D_3	片理化带	
$D_2(F_2)$	S_1 S_2	等斜褶皱枢纽和轴面陡倾
$D_1(F_1)$	S_0 S_1	

苏联阿尔丹地盾的构造序列

列可以属于不同构造旋□，也可以属于同一构造旋□的相继构造幕。不同序列构造形迹的褶皱样式，褶皱轴面和轴的方位，褶皱对称性，与褶皱伴生的重结晶、岩脉贯入等现象均是不同的。

【构造层位】 tectonic level 在造山带中的一个特定地壳变形过程里的、深度明显不同的、具有相对活动性的层位。魏格曼（Wegmann）首先提出这一概念并把同一运动旋□的构造层位分为表壳构造和内壳构造。应把这一概念与基底和盖层加以区别，后者属于不同构造旋□，并有不整合相隔。

【表壳构造】 suprastructure，superstructure 又译浅层构造或浅部构造。即造山带中的上构造层，它曾遭受较浅的或靠近地表的变形作用。上构造层和下伏的内壳构造形成鲜明对比，内壳构造曾受到更复杂的变形作用和变质作用。

【内壳构造】 infrastructure 又译深层构造或深部构造，是于地壳深处的深成环境中，在高温高压下形成的构造。它们是以塑性褶皱作用和花岗岩或其它混合岩、岩浆岩的侵位为特征的。这种环境多出现在大多数造山带的中心部份。不过这个术语多在把内壳构造与上覆的、变动较轻微的层，即表壳构造相对比的场合才加以使用。

【构造叠加】 superposition of structures 又称叠加构造，指晚期构造叠加在早期构造之上的复合现象。

岩组学

【岩组学】 petrofabrics 又称岩组分析、显微组构分析、构造岩石学（岩石构造学）。某些岩石和现代沉积物中的矿物（在个别情况下是矿物集合体，例如砾岩中的石英岩砾石）具有某补程度的有规律的空间排列。岩组学就是研究这种规律排列（或称规律定向、规律方位）的特点和原因的学科，是认识宏观地质构造的一种手段。

【构造岩石学】 structural petrology 即“岩组学”。

【岩组分析】 petrofabric analysis 即“岩组学”。

【显微构造学】 microtectonics structural petrology ❶又称岩组学或构造岩石学。是岩石学和构造地质学之间的边缘学科。以在露头范围内、手标本上以及显微镜下直接观察到的构造为基础，利用统计的方法测量岩石中的定向结构、矿物的定向排列及其与劈理、褶皱轴、和其他构造线之间的组合规律及成因上的关系，从而找出应力与应变之间的关系，借以揭示大型构造形态的特征和成因，以及解决地层层序方面一些问题。❷研究岩石的内部构造或组构的学科，其目的通常是为了弄清楚岩石的变形史。

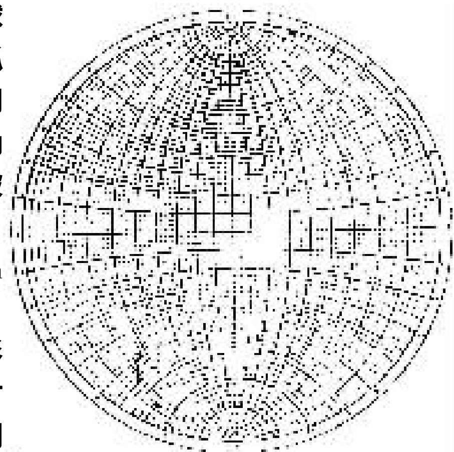
【显微构造分析】 microstructural analysis 显微构造分析研究的是变形岩石中矿物的定向排列规律，并分析岩石变形时应力作用的方式，以便进而解决某些地质构造的形成和发展问题。它包括三方面的内容：（1）显微构造定性分析，即在显微镜下对变形岩石中构造现象进行定性研究；（2）显微构造定量分析，即应用费氏台对岩石中定向排列的矿物作精确测量和数理统计；（3）实验显微构造分析，即以岩石或单晶作试件，在不同的温度和压力条件下，去研究它们在应力场中的变形性质和旷物光性的变化。

【组构】 fabric ❶岩体或地质体内组成部分和它们之间的边界在空间上相互排列的方式，也就是它们内部结构要素的规律性。❷岩石中所有构造和结构的总和。

【组构要素】 fabric element ❶形成组构的每一种构造单元，不论它们规模的大小都叫做组构要素。❷岩石组构中，属于构造不连续的面或线，它可以是由于结晶造成的平面，如晶格面；或非结晶造成的平面，如叶理。特定组构要素的特殊排列则称为亚组构。

【赤平投影】 stereographic projection 赤平投影就是把面和线投影在投影球的赤道平面上，在构造地质学中用以解决在地质构造中所出现的角度和方位问题。其基本原理就是把面和线放在一个投影球的中心。通过球心的面和线延伸后与球面相交，分别形成弧线和点。把球面上的弧线和点与投影球的顶点（上半球或下半球的极点）相联，投影到赤道平面上，即为赤平极射投影。赤平极射投影网由乌尔夫设计，所以称为乌尔夫网。乌尔夫网是由相当于地形图的经纬线网格组成。通过球心的面在赤平面上的投影称为大圆，不通过球心的面在赤平面上的投影称为小圆。在构造解析中，为了估计优选方位，要求投影球上的相等面积在赤平面上也保持相等。因此常采用等面积投影。等面积投影网由施米特设计，因此又称为施米特网。由于构造特点各不相同，为了清楚反映构造起见，采用两种不同的投影方法。一是面的极点图解，或 π 图解。就是用面的法线作为点来投影，圆柱状褶皱的面的极点成一环带，通过极点画出最合适的大圆，称为 π 圆，π 圆的极点就是 π 轴。另一种是面的大圆图解（或 β 图解），把所测量的每个面作为大圆来投。所有大圆轨迹相交于一点，称 β 轴。

【乌尔夫网】　Wulff net　又称吴氏网、赤平极射投影网，由乌尔夫设计，故名。它是由外圆和经纬网格所组成。外圆就是投影球的赤平大圆周，经纬网格是由一系列经向大圆弧和一系列纬向小圆弧交织而成。标准的乌尔夫网直径20厘米，网格纵、横间隔均为2°，它能正确反映点、线、面的角距关系，但是投影面积则被歪曲。

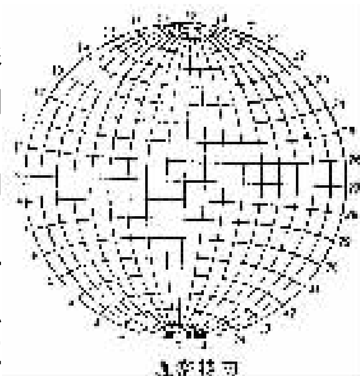

乌尔夫网

【赤平极射投影网】　stereographic projection net　即“乌尔夫网”。

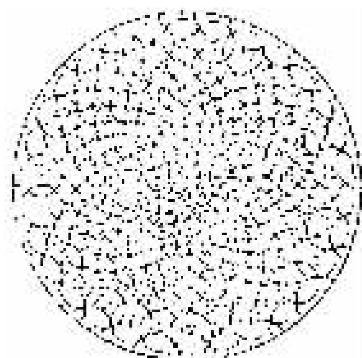
【施密特网】　Schmidt net　又称等面积投影网。参考球面上的相等面积在投影到赤平面上时也保持相等。施密特网常常用于投极点图、编制等密图等方面，在岩组分析中尤为常用。

【等面积投影网】　equal - area net，Schmidt net　“施密特网”。

【赖特网】　Wright net　一种等面积赤平极射投影网，投影面与赤道面平行，其放射状直线代表直立大圆的投影。

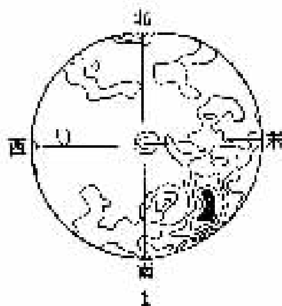

施密特网

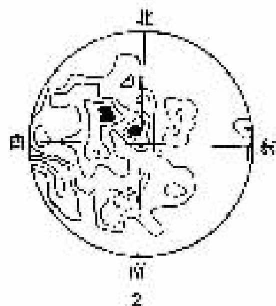
【普洛宁网】　Pronin net　又称波娄尼网。施密特网并非绝对等面积，因此，普洛宁设计了一种投影网，它是由一系列小圆组成的，小圆与乌尔夫网上的角距相对应，由中心到圆周小圆半径逐渐加大，但所代表的面积相等。普洛宁网既保持了等面积，又保持了角距间的正确位置。


普洛宁网

【波娄尼网】　即“普洛宁网”。

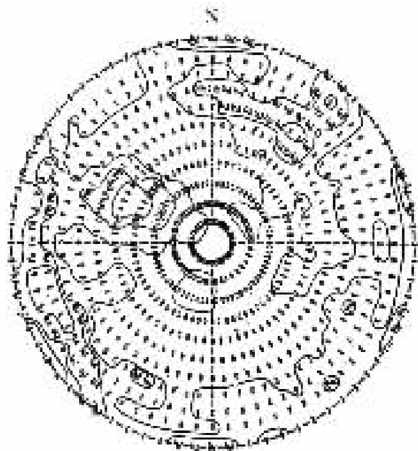
【方位图】　preferred orientations diagram　用等面积投影投绘所测量的大量线状构造或面状构造（用其极点）的代表性方位数据，根据极点的分布来表达面状构造或线状构造的优选方位的性质和程度的图解。





杭州之江砾石层砾石方位图
1. a轴等密图　　2. c轴等密图

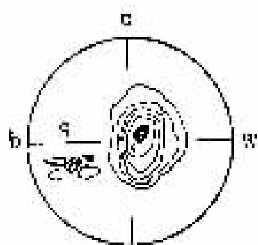
【极点图】　point diagram　一种组构图。将某类面状构造（如片理、节理、轴面、双晶面等）的法线或某类线状构造（如线理、晶体光轴或结晶轴等）的测量数据，用赤平投影的方法，投影在乌尔夫网或施密特网上，即成极点图，如节理极点图、褶皱轴面极点图、结晶光轴极点图（岩组图的一种）等。极点的疏密分布，反映某一方向构造的优选程度及发育程度。



玄武岩块节理极点等值线图

【等密图】　contour diagram　在极点图的基础上，用等值线来表示图内极点密度分布的特征和规律。极点密度集中的区域称极密或最密区，反映所研究构造发育的优选方位；在岩组分析中，常用等密度图来分析某种组构的方位，在节理统计中用节理等密图反映节理发育的程度及组合特征。

【极密】　maxi－mum　又称最密区。是等面积投影方位图上极点的高度集中区，一般都具有明确的中心。对于线状要素或面状要素而言，最密区也就分别表示线状要素和面状要素的优选方位。有些方位图可显示有几个极密区，有些方位图却显示出极点没有集中的趋势。后者表示的是构造方位的随机分布型式。

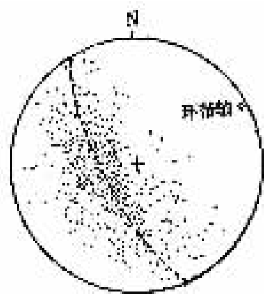


线理平行于a极密轴的点状极密



玄武岩块节理极点等密图

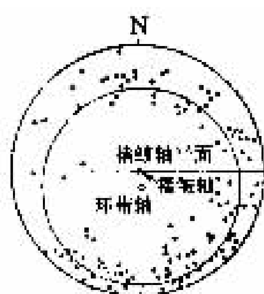
【环带】　girdle　等面积投影的方位图上，一种与网的大圆（或小圆）近似拟合的最密区。对应大圆的极点是稀疏区的中心，叫环带轴（girdle axis）。大多数环带包含一个或几个清楚的最密区。对于面状要素来说，环带表示线状的优选方位（即表示面状要素是统计共带的，以环带轴作为带轴）；对于线状要素来说，则表示面状的优选方位。



大圆环带

【小圆环带】　small circle girdle　等面积投影的方位图上，一种占据网的小圆的环状最密区。一般发育有内部最密区。这种型式对于面状和线状要素来说，都是表示与直线（环带轴）呈一定夹角的优选方位。

【构造岩】　tectonite　❶具有某种规律性组构的岩石。包括具原生流动构造的岩浆岩和外力作用下形成的具定向排列的沉积物和沉积岩，以及在构造作用力下、岩石中某种组成矿物发生了晶格定向排列，或某些岩屑和矿物发生了形态变化并定向排列的岩石。后者也有人称之为变质构造岩。❷任何一种其组构反映出其变形史的岩石；一种其组构清楚地表现有同样的几何特征的岩石。这些几何特征指示出在形成作用进行时发生有连续的固体流动。构造岩主要分为次生构造岩和原生构造岩两大类。



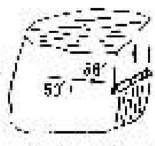
小圆环带

【原生构造岩】　primary tectonite　其组构是沉积组构的构造岩。它是由空气、水或者熔融岩浆等流体介质的流动引起的。不过，大多数构造岩都是次生构造岩。参见熔融构造岩。

【熔融构造岩】　fusion tectonite　原生构造岩的一种，它是由于周围熔体的持续运动而使其早期形成的晶体排列成行的岩浆岩。

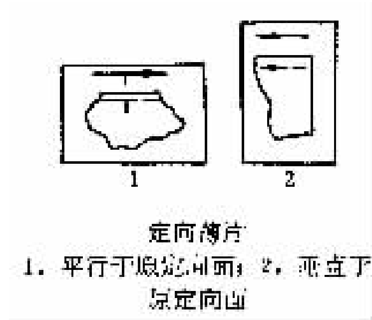
【次生构造岩】　secondary tectonlte　其组构为变形组构的构造岩。它是受固体介质中发生的固体流变引起的，包括所有变形和变质的岩石。故大多数的构造岩都属于这种类型。

【岩组定向标本】　oriented specimen　标明野外产状要素的标本。在室内将标本复位，可以进一步观察和测量有时在野外条件下难以获得的构造要素，如线理、劈理、擦痕等等；并能准确确定切制薄片的位置和测量薄片本身的产状等，从而进行岩组分析。野外定向面一般选择面理、断层面等与矿物定向排列直接有关的结构面，不得已时才选节理面等进行定向。在野外标定标本的方法很多，如将产状符号（如图）标定在定向面上，其中箭头表示测量走向时罗盘 N 针在刻度盘上所指的方向；短垂线及其数字表示定向面的倾角。产状记录要全面记下走向、倾向和倾角的读数。在其它学科（例如地质力学、古地磁学等）中也常采制定向标本，但因采制的目的和要求不同，其方法也往往不同。



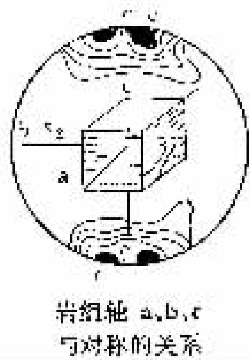
岩组定向标本

【定向薄片】 oriented thin section **标有产状方位的薄片。岩组分析所切制的定向薄片一般要求垂直于岩组轴的 b 轴，或垂直于片理的走向，或垂直于断层面的走向。选择薄片方向在原则上是根据所研究的问题的需要。岩组学常采用以下方法；量出所切下的岩片的产状，并在其上标好产状符号（—┬→）。箭头表示量走向时罗盘“ N ”针所指的方位，然后磨片。在制好的薄片上也做出—┬→符号，并说明那一面粘在底玻璃上。这样所做出的岩组图的方位才能和薄片的产状记录一致，可在岩组图中央用符号（如 $\xrightarrow[\text{NE}\ 60^\circ]{\text{NW}\ 320^\circ}$ ）表示之。定向薄片也可以用另一方法标记：平行于原定向面的切片的产状用—┬→符号表示，符号中的箭头代表真正的走向（图 1）。垂直于原定向面的切片产状可用—┬→符号表示，箭头代表原定向面的倾斜方向（图 2）。**



定向薄片
1. 平行于原定向面；2. 垂直于原定向面

【岩组轴】 petrofabric axis **又称组构轴或岩组坐标。表明岩组方位的坐标是互相垂直的三个轴（a、b 和 c）；ab 面代表岩石中的某滑动面，其中 a 轴代表物质运移方向，或最大伸长方向，a 轴不能确定时，用 S 代表 ab 面；c 轴与 a、b 轴垂直；b 轴常为旋转轴，或几组结构面的交线。例如，在区域变质岩露头上采的标本，最显著的片理面为 ab 面，与 ab 面垂直的为 c 轴。片理面上的线理是由一系列平行的小揉皱体现出来的，这种线理在一般情况下平行或略平行于褶皱轴，称为 b 线理。这种线理的方向即是 b 轴的方向。与线理方向垂直的为 a 轴方向，是片理面上物质运移的方向，或最大的伸长方向。这是宏观条件下初步确定的岩组轴。完成岩组图后，根据岩组图的对称性对初步确定的岩组轴予以肯定或加以修正，以求符合于各轴的运动学概念。**

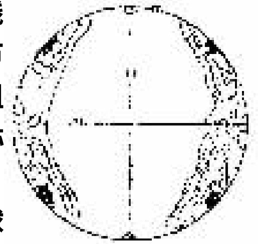


岩组轴 a、b、c 与对称的关系

【岩组图】 petrofabric diagram **应用统计学原理，将岩石的某种组成矿物的面状和线状构造的方位做定量测量，并用等密线法作出的图解。用以阐明岩石中这种矿物空间排列的规律性特点。在个别情况下，被统计的可以不是某种矿物，如像在冰川砾石岩组图中所测量的乃是砾石的长轴。构造岩的岩组图通常有下列内容：**1. **等密线；**2. **极密，即密度最大的一条等密线圈定的部分；**3. **岩组轴** a、b **和** c；4. **面状构造（**S**）和线状构造（**L**）；**5. **如果定向薄片的产状需要表示出来，一般在图的中央标上产状符号。**

【构造岩组对称性】 petrofabric symmetry **岩组图上等密线的疏密分布所反映的岩组的对称性。但这种对称性不是每个细节都需对称的几何对称，而是统计性质的对称。常见的构造岩岩组对称性一般分为五种：斜方对称岩组；单斜对称岩组；三斜对称岩组；轴对称岩组和球对称岩组。**

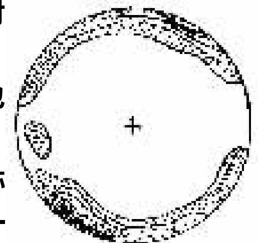
【斜方对称岩组】 orthorhombic symmtry fabric **具三轴椭球体所具有的对称特征的岩组，它具有三个互相垂直的对称面（即** ab、ac **和** bc **面）。**



斜方对称岩组

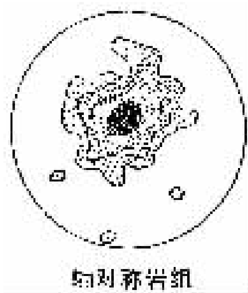
【单斜对称岩组】 monoclinic symmetry fabric **只具有一个对称面（**a **面）和一个垂直对称面的二次对称轴（**b **轴）。**

【三斜对称岩组】 triclinic symmetry fabric **没有对称面，也没有对称轴的岩组。**



单斜对称岩组

【轴对称岩组】 axial symmetry fabrlc **具有一个惟一的对称轴的岩组，这个对称轴是无穷多个对称面的交线，并垂直于另一个对称面。类似圆柱体的对称性。**



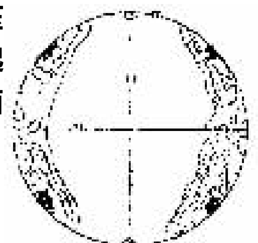
轴对称岩组



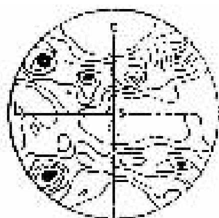
三斜对称岩组

【球对称岩组】 spherical symmetry fabric **具球体所具有的对称特征的岩组。**

【S 构造岩】 S－tectonite **沿一组平面的单纯滑动或单纯压扁产生的构造岩。在宏观下具一组平面状片理，缺乏由转动引起的线理。**S **构造的岩组图的特点是没有环带，而明显地与一组面（称** S **面）有关。如某些糜棱岩、强擦痕岩、压扁岩等。**



斜方对称岩组


B 构造岩

【B 构造岩】 B – tectonite 岩石变形时矿物绕 b 轴旋转，或 n 组构造面的交线方向与 b 轴一致，统称为 B 构造岩。在岩组图上的特点是具有以 b 轴为轴的环带（称 b 环带或 ac 环带）。

【R 构造岩】 R – tectonite 岩石变形时矿物明显绕 b 轴旋转所造成的构造岩。有人把 B 构造岩中不能确定环带岩组是否为 b 环带时称之为 R 构造岩。

【B∧B′构造岩】 B∧B′tectonite 岩组图上出现两个环带，双环带的轴相交成某个角度，这时称 B∧B′构造岩。在某些情况下，双环带的轴相交成 90°，则称 B⊥B′构造岩。环带轴可以与某个岩组轴重合，也可以不重合。B∧B′构造岩多是具斜方对称的构造变形的产物，也可以是岩石遭受过前后两次构造变形的简单复合产物。在后一种情况下，已知有 B = b 轴，B′ = b′轴，即两个环带轴分别与前后两次变形的 b 轴重合。石英的岩组图比云母或方解石的反映得更好一些。


B∧B′构造岩

【应力矿物】 stress mineral ❶在应力作用下形成的新矿物（如硬绿泥石、十字石、蓝晶晶、蓝闪石等），以及原有矿物在应力作用下发生变形、甚至成分和结构发生改变而形成的新相矿物。❷哈克尔（Harker）1918 年提出的一个术语。它是指一种由于剪应力的作用在变质岩中形成的矿物。如绿泥石、硬绿泥石、滑石、钠长石、绿帘石、闪石、蓝晶石等。

【反应力矿物】 antistress mineral 哈克尔（Harker）1918 年提出的一个术语。它是指一种不是由剪切应力而是由热力作用及很可能由不超过中等程度的静压力在变质岩中形成的矿物。如钙长石、钾长石、辉石、镁橄榄石、红柱石等。

【压力影】 pressure shadow，stress shadow，strain shadow ❶在压应力（有时兼有剪切）作用下，斑状岩石的组成成分中比基质硬些的矿物晶体可抵抗负荷压力，因而在晶体侧方垂直压力的方向出现张性空隙，在空隙张开的同时，岩石中析出的物质便在此空隙处沉淀生长形成新矿物。如在黄铁矿晶体侧方生成纤维状石英，横断面常构成眼球状或椭圆状构造，这种构造称为压力影。❷压力影（晕）的纤维矿物生长方向代表顺劈理面的拉伸或流动方向。有人提出，根据 S 形压力影可以测量岩石变形的增量应变及其递进变形过程。

【变形纹】 deformation lamella **矿物晶粒内因构造变形而产生的滑移线，多见于变形石英晶粒中。矿物晶粒受冲击波也可形成变形纹。**

【旋转晶粒】 rotational grain **岩石在剪应力作用下，当应力超过晶粒间的结合力时，晶粒与晶粒间会发生相互错动而旋转。如石英晶粒，当其旋转时，其边棱时常碎裂并与主体分离，最终石英晶粒可变成球体，在正交偏光下呈现出特征的偏心环状消光。**

【雪球构造】 snowball garnet **即滚转石榴石，在剪应力作用下，岩石组分发生差异性塑性流动，同构造生长的石榴子石变斑晶发生滚转而成。其中的石英包体呈 S 形螺旋状排列。形成机制类似滚雪球，故而得名，图示千枚岩中的“雪球石榴子石”。**


雪球构造

【晶内扭折】 intragranular kink **晶体内部发生的纽折带，使晶体内如像解理一类的标志线弯折，但其相互间的结合力并未丧失。例如黑云母中的扭折带，带内常有新矿物生成，表明这是应力集中带。**

【沙钟构造】 sandglass structure **矿物晶粒在压力作用下，顺 X 剪裂纹的引张象限发生碎裂、蚀变、化学交代等而破坏，使残留晶粒成为沙钟状（沙钟为古代计时沙漏，状如两个尖顶相对的漏斗）。常见者为石英沙钟，石英晶粒外围有次生加大现象，但仍受沙钟形象控制。**

大地构造学

总　　论

【大地构造学】　geotectonics　一门综合性的地质分科，它研究地壳的大型乃至全球构造的发生、发展、区域的构造组合或变形特征、分布和相互关系、历史演化以及产生这些构造的地壳运动和力源。它与地质构造学关系密切，研究的界限也不容易划清，但大地构造学研究的是比较大型的构造，而构造地质学研究的则是比较小型的构造。大地构造学的发展历史表明，它往往反映了不同时期的地质学在各个领域里的研究水平和总的发展趋势。一个新的大地构造理论和学说的出现，常常能对地质学的各个分支学科的研究方向以深远的影响。因此大地构造学在地质学领域中占有重要的地位。

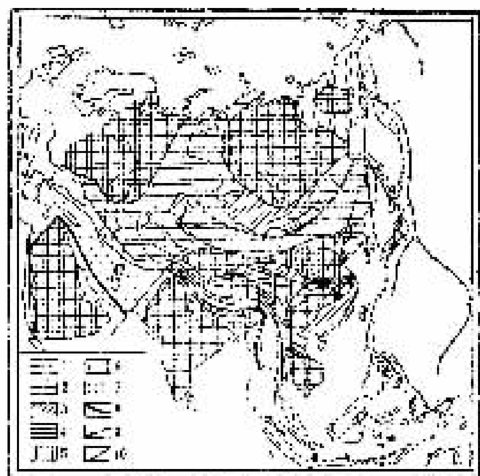
【大地构造】　tectonics　大范围乃至全球范围地壳运动的作用力及它所导致的地壳构造或形态。

【构造物理学】　tectonophysics　地球物理学的一门分支科学，是以详细的野外观测、室内实验及理论分析相结合的手段，研究导致地壳运动和地壳变形的作用力的一门学科。它又是大地构造学的一个分支。构造物理学可从三个途径对地球进行研究：①对地球内部的各个构造圈进行划分；②推导地球内部的某些自然规律和作用速率的过程；③查明构造运动作用力的深部位置。

【大地构造型式】　tectonic patterns　地球的大型构造形态——大陆、洋盆、山脉、岛弧、盆地、高原、海沟和洋脊等。大型构造形态被认为是由地球的内力造成的，它们在地球表面上的排列是成体系的。地球的第一级构造形态是大陆和洋盆。它们都可以再分为构造稳定区和构造活动区。大陆块体中的稳定核心叫“克拉通”，它们从前寒武纪末（6亿年）以来，经受的主要是面积广阔的、缓慢的垂直运动；而包括有线状山系地区的大陆活动带，自显生宙以来却经受了水平压缩、褶皱和断裂运动。大洋盆地是由比较稳定的海底平原、海底山和海底山脉以及如像海沟—岛弧系统、洋中脊系统等这样的线状活动带组成的。

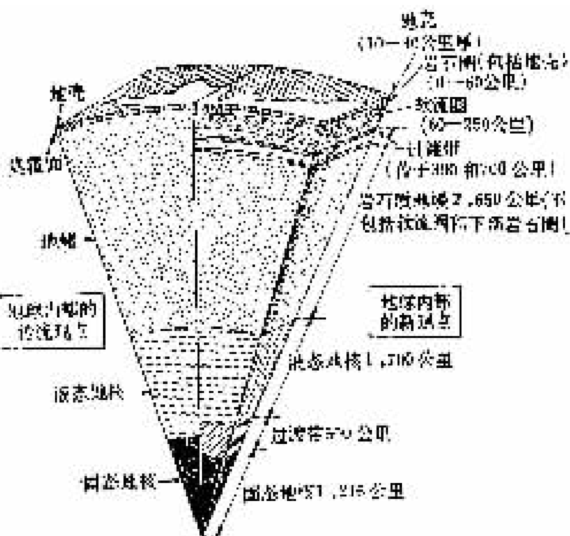
【大地构造图】　tectonic map　表示大区域面积以至一个大陆、几个大陆的主要构造特征的地质图件。图中所划分的构造特征的类型，主要包括断层、褶皱，区域性的隆起和凹陷，线性构造或构造走向等。有的还表示不同构造特征的形成时代及演化历史。如果图件所表示的地区较小或只是局部地区，则称为构造地质图。

【古大地构造图】 paleotectonic map 表示某一地质时代地质构造特征的图件。它所表示的不是某一地区构造特征的总和，而是表示这一地区在过去某一地质时期内所曾存在过的地质的和构造的特征。它很象一幅古地理图，但侧重的不是海陆分布而是构造特征，使用的是实际资料而不是推断的材料。在目前编制的大多数古大地构造图，已比较详尽地表示出克拉通地区中被证实的构造特征，但对强烈变形地区中的那些却较少表示。



亚洲大地构造简图
1.前寒武纪地块；2.前寒武纪准地台或中间地块；3.加里东褶皱带；4.华力西褶皱带；5.印支褶皱带；6.燕山褶皱带；7.新生代褶皱带；8.板块碰撞缝合线；9.俯冲带；10.断层

【地球圈层】 Earth’s layers 地球为一个平均半径 6371 公里的行星。它的内部可以划分出许多性质不同的圈层。过去一般把它划分为地壳、地幔、地核三部分，地壳厚度约 70 公里，其下以莫霍不连续面与地幔分开，地核的外部为液态、内部为固态。近年根据大量地球物理资料，对这些圈层已有新的认识，即：地壳厚度为 10—40 公里，其下为岩石圈（包括地壳约厚 60 公里），接着是软流圈（60 ⟶250 公里）、过渡带（位于 390 公里和 700 公里处）、然后是岩石质地幔（包括软流圈和下岩石圈厚 2650 公里）。地幔以下为液态地核（厚 1700 公里），过渡带（厚 500 公里）和固态地核（半径为 1216 公里）。这些圈层中，影响地壳运动的主要是软流圈以上各层圈，这一圈层又称构造圈。

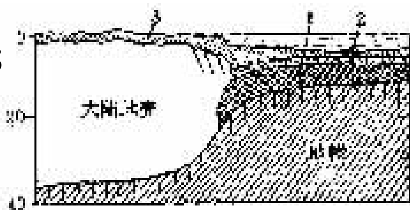


地球内部构造

【构造圈】　tectosphere，tectonosphere　莫霍面以上的地壳和地幔最上部的较为刚性的壳层，构造圈以前曾称坚固圈。在英语词汇中，tectosphere 与 tectonosphere 略有区别，tectosphere 指地球的外壳，或地球的一个圈层，曾经当作岩石圈，软流圈或 tectonosphere 等含义使用。tectonosphere 则指地球的均衡面以上的一个圈层，构造变动或地壳运动就发生在这个圈层中，它相当于“地壳”一词。在岩石性质上它相当于硅铝层、硅铝硅镁层和硅镁层。

【地壳】　Earth’s crust　地壳的范围是从地表以下到莫霍面（或 M 不连续面）。这个不连续面是通过研究地震波的传播时间，即通过这个面的压缩波（P 波）速度有一个从 6.0 至 8.0 公里/秒的突然增加而发现的。地壳的特点是：大陆与海洋盆地下的地壳厚度不同，大陆地壳的平均厚度是 35 公里，在造山带和西藏高原厚度可达 50 至 70 公里，而大洋地壳厚度仅有 5 至 10 公里。大陆地壳又以康腊德不连续面为界分为上下两层，上为花岗岩质，又称硅铝层，是富硅的岩浆岩；下为玄武岩质层，又称硅镁层，富铁镁质。大洋地壳广泛发育玄武岩物质。地壳的体积只占整个地球体积的千分之三左右。

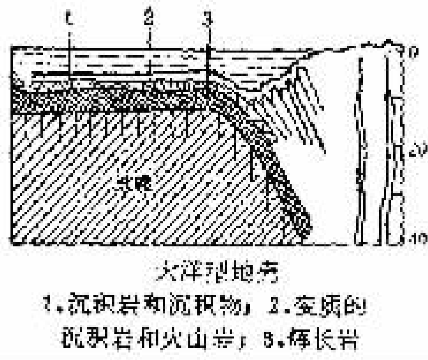
【大陆型地壳】　continental crust　简称大陆壳或陆壳，是主要分布在大陆上和被海水淹没的大陆部分（大陆架、大陆坡和内海）的壳。它自上而下系由沉积岩层、硅铝层和硅镁层所组成。大陆地壳平均厚度 35 公里，但很不均一。在构造稳定地区厚度较小，而在构造活动地区厚度则急剧变大。高山区最厚，可达 60 到 70 公里，如我国西藏地区。这种情况说明大陆构造分异性大，结构复杂。岛弧虽在海洋中但其地壳性质却近似大陆型；因此也有人把它说成是过渡型地壳。大陆地壳的上部平均密度为 2.7 克/立方厘米，地震的压缩波速度为每秒 6.2 公里。



大陆型地壳
1.辉长岩；2.变质的沉积岩和火山岩；3.沉积岩和沉积物

【陆壳】　continental crust　即大陆型地壳。

【大洋型地壳】　oceanic crust　简称大洋壳或洋壳。是分布于大洋盆地之下的地壳。根据地震和重力研究，大洋型地壳与大陆型地壳有根本区别。它的结构总是比大陆型地壳更为均一一些，自上而下，系由沉积层和硅镁层（5 或 6 公里）组成，平均密度为 3.0 克/立方厘米，缺失硅铝层。近来，一般把大洋型地壳从上到下分为三层：①未固结的沉积物，在大西洋中平均厚度为 1 公里，在太平洋底厚度仅为 0.5 公里，②固结的沉积物，厚约 1.7 公里，P 波速度约 5 公里/秒，③厚度不到 5 公里的可能的玄武岩或辉长岩层，其中 P 波速度为 6.7 公里/秒。洋壳中的沉积厚度在不同的海域也有显著的变化，但镁铁质的第三层却相当均匀，在这一点上与厚度变化甚大的大陆型地壳的硅镁层有很大不同。有人把“安山岩线”作为大洋型地壳和大陆型地壳的分界线。此线的大陆一侧主要是安山岩、英安岩、流纹岩等，硅质较多（>50%），为大陆型地壳；而此线的大洋一侧主要是橄榄玄武岩、粗面岩等，硅质较少（□50%），为大洋型地壳。



大洋型地壳
1.沉积岩和沉积物，2.变质的沉积岩和火山岩；3.辉长岩

【洋壳】　oceanic crust　即大洋型地壳。

【过渡壳】　transitional crust，intermediate crust　又称中间型地壳。即大西洋型大陆边缘（稳定的大陆边缘）地壳。这种地壳并不是大陆地壳过渡到大洋地壳的真正过渡型地壳，但它具有两者的中间型特征。在这种地带大洋地壳的莫霍面明显地下降，伸入大陆地壳之下。由于稳定的大陆边缘沉降较快，其上堆积了巨厚的沉积物，使钻探难以达到沉积物之下的地层，故尚有大量的地球物理的和地质的问题有待解决。

【莫霍洛维奇间断面】　又称“莫霍洛维奇不连续面”及“M不连续面”，或简称“莫霍面”或“M面”。通常把它作为划分地壳与地幔的界面。南斯拉夫地震学家莫霍洛维奇（1909）指出，在地表以下某一距离上，存在一个明显的间断面，那里的地震波P波速度由6.7—7.2公里/秒（地壳底部）跳到7.6—8.6公里/秒，平均为8.1公里/秒（地幔顶部）。以后的测量表明，这个面是不平的，在大陆地表下平均为35公里深，在大洋底下大约只有5公里深，在高山下为65公里深（可以达到70公里）。过去地质学家将莫霍面看作是刚体—漂浮着的地壳的下界。地震波在莫霍面以下的传播比在它以上的传播快，说明地幔顶部的物质比地壳中物质的刚性系数更大。莫霍面是一个突变的边界，它标志着在化学成分和晶体结构方面的一种变化，而不是物质从硬到软的一种突然的转变。近年来，一些学者又提出了莫霍面是地壳的辉长岩（玄武岩）和上地幔内在化学上相当于榴辉岩岩石之间的相的边界假说，认为这个设想能够说明构造方面的问题：在地下深处，在这种相转换地区发生的压力和温度的改变，会引起地球表面的上升或沉降。莫霍面有一个厚度，估计约0.2公里到3公里。此词是为了纪念其发现者——南斯拉夫的克罗地亚地震学家莫霍洛维奇（Andrija，1857—1936）而命名的。

【地幔】　mantle of the Earth　介于地壳与地核之间的部分，故又称“中间层”或“过渡层”。它与地壳的分界为莫霍间断面，与地核的分界为约在地面以下2900公里处的古登堡—魏彻特间断面〔1913年古登堡（B. Gutenberg）的计算数字。1931年杰佛莱（Jeffreys）的计算数字为2890公里〕。一般是把地幔分为上地幔和下地幔两个圈层。戈尔德斯密特称上地幔为榴辉岩圈，橄榄岩带，深度为100—1200公里；其成分除硅氧外，铁、镁显著增加，铝则退居次位，它的平均密度为3.8，温度为1200—1500℃，压力约为50万大气压；称下地幔为硫氧化物圈，金属矿带，深度为1200—2900公里，除

硅酸盐外，金属氧化物与硫化物，特别是铁，镍显著增加，平均密度为5.6，温度约1500—2000℃，压力约150万大气压。地幔内放射性元素的含量很低。就物质状态而言，上地幔可能为结晶质固态，下地幔应为非晶质固态，还可能具有潜藏的塑性固态。

【中间层】 intermediate layer 即“地幔”。

【过渡层】 transition zone 即“地幔”。

【榴辉岩圈】 eclogite sphere 又称橄榄岩带，指地幔的上部圈层。戈尔德斯密特把上地幔称之为榴辉岩圈、橄榄岩带。详见“地幔”。

【硫氧化物圈】 sulfide sphered 又称“金属矿带”，指地幔的下部圈层。戈尔德斯密特把下地幔称之为硫氧化物圈、金属矿带。详见“地幔”。

【岩石圈】 lithosphere 地球的脆性岩石外壳，其范围系自地表面而深延至古登堡所确立的地幔中的低速层（带）。它包括地壳和约100公里厚的地幔顶部，是大多数地震产生的地方。低速带深度为50至200公里，它的强度弱于岩石圈，有更大的韧性或塑性，因而常称之为软流圈。这个带以低速物质为标志，在深处与温度梯度的显著变化相吻合。在近地表构造的发展中，这种物理性质变化的意义可能比莫霍面更为重要。岩石圈相对于水圈、大气圈而言，是地球的坚硬部分；但相对于地心圈（barysphere）而言，则是地球的外壳部分。

【低速层】 low－velocity zone 也称古登堡低速带，是上地幔中的一个层，其中P波速度和S波的传播速度比在上覆和下伏层中的都低。它的深度不均匀，顶面深度可从60公里直到150公里，底面深度为200公里甚至可达350公里，但上、下界面都不是截然的。在大陆和海洋下都存在低速层，一般认为：那里温度较高甚至有岩浆体，且塑性增大或具低剪切强度。低速带本身又称为软流圈。它以上的岩石统称岩石圈。这两个层圈的差别可能在许多地质作用中起着重要的作用。

【软流圈】 asthenosphere 巴瑞尔（J. Barrell）在1914年提出此词，系指地壳岩石圈以下的一个层圈。这是一层软弱层。它的机械强度和抵抗变形应力的强度都低于其上的岩石圈。巴瑞尔是按照地球内部的强度差异来分层的：地球的上部为强度大的、刚性的岩石圈，约厚100公里，其下即软流圈，再下为地心圈，也是强度较大的。他的这种分层与习见的根据地震波传播速度差异（不连续面）的分层相比，软流圈位于地幔的上部。根据这种分类，地核实际上是液态的。所以华盛顿（H. S. Washington）认为巴氏的地心圈又可能是指地核与软流圈之间的地幔。

【地核】　core of the Earth　地球具有一个约3475公里半径的地核，地核又分为内地核和外地核。外地核的外界是以古登堡—魏彻特间断面（深约2900公里）与地幔分界。这一间断面是固态—液态相变面，在其下S波消失，指示外地核是熔融的。内、外地核的界线大约在5145公里深，界面清楚，肯定是液态—固态相变处，内地核是固体的。磁场产生于地核内部。

【大洋化作用】　oceanization　❶部分大陆地壳转化成大洋地壳的过程称为大洋化作用。这是垂直构造说或地幔底辟说的共同观点。最先系由苏联D. B. 别洛乌索夫（1977年）所提出。他的基本观点是，构造圈被分为大体上是独立发展的垂直块。当沉降的地块被玄武岩质熔岩替代时，大陆地壳便被破坏而形成洋壳。兰伯格（H. Ramberg）于1945，1964，1967年曾进行一系列重要的实验来验证垂直构造说中的这一概念。范·贝梅伦（Bemmelen R. W. Van 1973）把大洋化作用分为两类，第一类基本上是机械地大洋化，因而使较重的岩石部分地下沉到密度较小的基底里去。第二类是地质化学大洋化。他认为在地中海区域中起作用的就是这种类型。❷基性岩化。

【基性岩化】　basification　也称大洋化作用。指一类较基性岩石的形成过程。这种岩石通常富含角闪石、黑云母、和奥长石，被认为是花岗质岩浆受围岩的同化作用经混染而形成的。这一现象主要发生在花岗岩体的边缘。在俄语中也称海成作用。

【海成作用】　thalassogenesis　即“基性岩化”，为俄文中的特有术语。

【地壳运动】　tectonism，crustalmovement　系哈茵（Хаин 1957）所提出，指影响包括花岗岩—变质岩层和玄武岩层在内的整个地壳的运动。这种运动大体上相当于波状运动。也有人用作地壳变动，构造运动的同义语。地壳运动可作广义的和狭义的理解：前者是指地壳内部物质的一切物理的和化学的运动，其中包括地壳的变形、变质和岩浆活动等；后者是指主要由地球内力作用所引起的地壳的隆起、坳陷和各种构造形态形成的运动。地壳总是在不停地运动着，不过有时强烈、有时和缓，有的地方强烈、有的地方和缓；并且是在有方向、有规律地变化着。在一般地质文献中，常用垂直运动，水平运动、造陆运动、振荡运动、造山运动、褶皱运动和断裂运动等概念来描述地壳运动。地壳运动的结果，是在地壳中产生出坳陷和隆起、褶皱和断裂等构造。过去由于受到史蒂勒造山时间定律的影响，以为各地的地壳褶皱运动都是同时发生的。因此，在不同地区的构造运动时间对比上常常发生分歧。实际上，由于地壳运动所导致的地层褶皱，在不同的地区它们发生的时间可有先有后，并不完全是同时的。所以在应用地壳运动同时发生的原则时，必须考虑这一实际情况。

【地壳变动】 diastrophism ❶波威尔（J. W. Powell）首先提出。他在研究美国科迪勒拉山区的构造形态时，认为有必要用一个单词来表达“地壳的变形”（deformation of the Earth’s crust），含义为地壳变形的总过程及共结果。吉尔伯特（G. K. Gilbert）采用了这个新词，并据地壳变动作用过程和效果的不同，把局限于山岳地带的强烈变动仍称为已经普遍使用的“造山运动”，而把简单的影响大片地壳上升和下降的运动则称为“造陆运动”。地壳变动在整个地质历史时期内都是长期存在的或重复出现的。地壳变动是由地壳传递的地球内力所引起的，根本原因尚在探讨。❷一个用于由地球内力所产生的各种地壳运动的一般术语。其中包括大洋盆地、大陆、高原和山脉等的形成作用。造山运动和造陆运动是其主要的次一级术语。此术语不宜用于小范围的构造。外力作用形成的构造和地层、岩石的原生构造等也不属于地壳变动的范畴，因为它们都不涉及地壳深层的变形。

【构造变动】 tectollism ❶又称构造运动，由地壳运动引起岩石的永久变形。这种变动的过程往往是岩石中先发生连续性变形，当连续性遭受破坏时，就产生断裂。构造变动有“褶皱变动”和“断裂变动”两种类型。它们易受岩石物理性质的影响，例如，塑性较大的岩石往往产生褶皱变动；脆性较大的岩石往往形成断裂变动。因此，在同一地区，褶皱变动和断裂变动常常伴生。岩石物理性质只是影响构造变动类型的一个因素，其他的因素还有地壳运动的强度、所受作用力的时间长短和方式、所处地下深度和围限压力的大小以及温度的高低等。❷有人作为“地壳变动”的同义词。

【构造运动】 tectonizationt 又称构造化（作用）。为造山运动、地壳变动、地壳运动等等构造术语的概括性同义词。因此，对于造山带的变形岩石，一般的说法是它们经受了构造运动。

【垂直运动】 vertical movement 又称铅直运动，指地壳运动的方向是沿着地球半径的方向发生的，它表现为地壳的升降运动，如地层间的假整合即为垂宜运动在地层中的表现。垂直论者强调这种运动是地壳构造形成的主导作用。

【水平运动】 horizontal movement 地壳运动的方向是沿着地球球面的切线方向发生的，它表现为地壳的挤压作用，如形成地层的褶皱断裂等构造型式。水平论者强调这种运动是地壳构造形成的主导作用。

【造陆运动】 epeirogeny，epeirogenetie nlovelilent 又称造陆作用，是吉尔伯特（G. K. Gilbert 1890 年）提出的一个概念，指造成大陆和海洋大型地貌特征、例如高原和盆地等的地壳变动，它们和造成山脉的比较局限的造山作用相反。它基本上是大面积缓慢的垂直升降运动，表现为巨大的隆起和拗陷，这种隆起和拗陷不仅影响到地台区，而且也影响到已稳定了的造山带，现代的大多数山岳地区就是由造陆运动形成的。有些造陆构造和造山构造在细部上可相互过渡，不过它们大多数都形成鲜明对比。地壳上升时发生海退，下降时发生海浸。在我国文献中常把造陆运动和造山运动都简称为运动，而实际上二者的含义是不同的。

【造陆作用】 epeirogenesis ❶造陆运动的同义词，❷指造陆运动的机理。

【造山运动】 orogeny，orogenic movement 又称造山作用、区域构造作用。从字面上讲，即造成山脉的作用过程，是十九世纪中叶开始使用的地质术语。最初是指山脉中岩石的变形和山岳地貌的产生。后来，逐渐认识到上述两种作用无论在成因上，或在时间上都不是紧密相关的。今天，许多地貌学家和少数地质学家把造山运动用于山岳地貌的形成；大多数地质学家却把它看成是造山运动后期和造陆运动时期的作用。目前地质上的用法是把造山运动作为造成山区内部构造的作用过程，包括地壳上部的褶皱、逆掩和断裂，以及地壳下部的塑性褶皱、变质和深成岩浆作用等。这种用法只有在最年轻的晚新生代山脉中才具有实际价值，因为晚新生代山脉岩石构造与地表景观的因果关系最为明显。而这样的关系在早新生代的山脉就不十分清楚，在中生代和古生代的山区更不清楚，在前寒武纪的山区更无法见到。然而所有的、不管那个时代的变形构造都十分相似，都可认为是造山运动的产物。造山运动常发生于地槽区，和造陆运动相比较，造山运动发生于较短的时间内，在一条线状的地带里发生强烈的变形。与造山运动相伴发生的有地层的褶皱和断裂，发育有角度不整合。在造山带的相邻地区，沉积有碎屑状的楔形沉积层。随同造山事件，也常发生有火成岩体的侵入和区域变质作用。造山运动可能是由大陆相撞、大洋板块对大陆板块的俯冲、大陆的上升等原因引起的。在我国文献中，对地壳运动命名时，一般未指明是造山的或造陆的，而统称运动，但二者含义实际上是不同的。

【造山作用】 orogenesis，mountain building ❶造山运动的同义词；❷造山运动的机理。

【区域构造作用】 tectogenesis 造山作用的同义词。目前含义是指形成山脉区域性范围的断裂作用和褶皱作用等，不是指形成山脉地形。

【一级造山运动】 primary orogeny 以形成内构造带为特征的造山运动。这种运动包括变形作用，区域变质作用和花岗岩化作用等，是优地槽区造山作用的典型方式。

【次级造山运动】 secondary orogeny 以形成外构造带为特征的造山运动。这种运动只包括强烈的变形作用，是冒地槽区造山作用的典型方式。

【振荡运动】 oscillatory mnovement 捷恰耶夫（M. M. Тетяев，1934）提出一个概念，以后别洛乌索夫（1954）又较详细地加以阐述。振荡运动是地壳的垂直运动，形成地壳的巨大波状弯曲，表观为地壳的隆起和拗陷。它的基本特点是，在同一地区的隆起作用和拗陷作用可以交替地互相转变。即隆起作用可以转变为与其运动方向相反的拗陷作用，然后拗陷作用又可以转变为与其运动方向相反的隆起作用，并且常叠加有次级升降作用。因此，运动的方向是不断改变的，所以运动带有振荡性质。在振荡运动的过程中，隆起和坳陷的轮廓、大小和位置都在不断改变，如同经常在改变的波浪一样。这种运动有两种类型，即波状振荡（波状运动）和普遍振荡。

【普遍振荡】 general oscillation 在包括地槽和地台的广大地区内同时发生的、并可以分成很多级的地壳运动。其特点是剧烈短期的运动，地壳巨大地段的快速隆起与重新拗陷。

【波状振荡运动】 wave – like oscil，latory movement 别洛乌索夫（B. B. ъедоусов 1954）提出的一种振荡运动的类型，又叫波状运动。它表现为地壳上升和下降的长期而缓慢的发展。上升和下降的分布位置，可以在一定的时期内维持不变，但后来又以波动的方式，在地壳表面上作有规律的变位。这种运动可在地壳的结构中，以及在沉积岩的厚度和岩相的不均匀分布上反映出来。

【波状运动】 undulatory movement 即“波状振荡运动”。

【褶皱运动】 folding movement 使岩层发生褶皱的构造运动。一般褶皱运动在地壳比较活动的地带，如地槽区表现剧烈，常形成线形褶皱；在地壳相对稳定的地区，如地台区则比较微弱，多形成不规则排列的开阔、平缓褶皱。

【断裂运动】 faulting movement 使岩层或岩体的连续性受到破坏和使其产生裂隙及位移的构造运动。地质体破碎部分沿裂隙发生的相对移动，其大小方向和形式是不同的。这主要取决于岩层或岩体的物理性质、所处的地质环境以及力的作用方式等。

【块断运动】 biock – faulting ❶即块断地壳运动，地壳升降幅度大并主要为沿断裂的活动。奥布鲁切夫（Обручев）创名，强调断裂的主导作用，但未明确指出这是地壳运动发展的新阶段。米尔钦科（Г·Ф·Мирченк，1940）首先指出自中、新生代开始，在地台区产生了本质上与地槽型和地台型不同的块断运动。胡朝元（1958）认为，把自新生代开始出现的新型地壳运动称为“块断运动”，最能表明它在各方面的特征，这种运动与硬化地壳相联系就开创了地壳运动的新阶段。❷又指一类把地壳分割为高程和方位都不相同的构造断块或断层断块的正常断层作用。这种作用形成了断块山。

【褶皱变动】 folding 由于变形而使岩层、叶理或劈理等面状构造发生的弯曲作用或扳曲作用。在变形作用没有破坏岩石的连续性时，就形成褶皱构造。这个词一般用于大范围褶皱构造形成作用发生时地层的压缩。但有时它具有一般变形作用的涵意，这时褶皱变动就只是其中的一部份。

【断裂变动】 faulting 岩石在构造作用力的影响下发生破裂、位移，破坏了岩石的连续性，而形成断层。这种构造变动称为断裂变动。

【阿尔卑斯型造山作用】 alpinotype orogeny **史蒂勒（H. Stille）指地槽区的构造作用，特点是强烈的褶皱、巨大的推覆式的水平断裂变动和侵入体的发育。同义词有：阿尔卑斯型构造作用。**



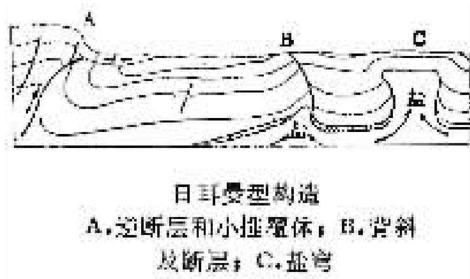
阿尔卑斯型构造

【阿尔卑斯型构造】 alpinotype tectonics **指阿尔卑斯山岳带的构造，没有时代义意。是产生于正地槽区的构造类型、其特征是内侧具有深成塑性褶皱呈紧密线状排列，形成覆式褶皱以及深成岩浆侵入体，而外侧则发育具紧密褶皱的侧向冲断层。产生推覆体和冲断岩席等。此词也有人称为“ 正构造 ”。**

【正构造】 orthotectonics **阿尔卑斯型构造的同义词。**

【日耳曼型造山作用】 germanotype orogeny **史蒂勒（Stille）指以微弱的开阔褶皱和很弱的断裂为特征的一类构造作用，在这类构造作用中没有酸性岩体侵入。同义词为日耳曼型构造作用。**

【日耳曼型构造】 germanotype tectonics **克拉通和稳定褶皱带的构造类型，以阿尔卑斯山北部德国境内的构造为代表。和缓相的日耳曼型构造是造陆性的，但仍包含有宽缓的褶皱，它们都受到由垂直抬升和高角度断层、块断地带和在周围地块格架内变形的沉积盆地所控制。褶皱多在产状平缓的岩层中形成长垣、短轴褶皱和单个的穹隆等。表现为不连续的断续褶皱，方向性不显著。此词也有人称为准构造。**



日耳曼型构造
A.逆断层和小推覆体；B.背斜及断层；C.盐穹

【准构造】 paratectonics **日尔曼型构造的同义词。**

【圆形构造】 circular structure **亦称环形构造，是地球和其它星体都具有的一种结构形式，在地球表面表现为洲际、区域、局部规模的团球状结构。在固体地壳中呈各种形式的近圆形构造块体，环带状杂岩类分布。圆形构造可能是地壳深部强烈的热动力冲压、旋扭作用的产物，它具有明显的边界（圆形、环形、弧形的边缘平行断裂组）和独特的力学作用场。有的圆块内部出现略具旋扭的网格状断裂组，外围有一组平行环带状断裂、一组放射状断裂和一组切线断裂。其中一对辐射断裂往往是岩块的主振断裂发育成为区域性 ϕ 形构造。环形边缘断裂是地壳的活跃地带，认识它们，对于探查矿产、地热、地震的分布具有一定意义。**

【构造岩块】　tectonic mass　近年来通过航天遥感资料发现团块状结构是地壳中比较明显，而且分布普遍的结构形式。构造岩块的形态有圆锥体、柱状体、舌状体和板状插入体以及不规则块体等，其成因可能与岩浆侵入和深部地壳重熔有关。而一些纹状、眼球状压性岩块、角砾状碎裂岩块、焊接复合岩块等则与地壳的构造活动有关。由沉积盖层所覆盖的基底和基岩隆起，隐伏潜山、褶皱、断块、刺穿盐丘、礁硬块、重力漂离硬块等则与地壳的沉降和沉积覆盖有关。对于构造岩块在地质构造中的意义尚待进一步探讨。

【大地构造假说】　geotectonic hypothesis　是关于地壳构造发生、发展规律、分布组合规律、形成机制和地壳运动原因的假说。自十九世纪以来，出现了许多种大地构造学说。在国外，比较早的有收缩说、地槽—地台说、均衡说等，随后又相继出现大陆漂移说、放射性旋□说，对流说、振荡说、波动说、膨胀说、脉动说以及重力分异说等。近二十年来，板块构造说正在兴起。大地构造学说虽然很多，但从它们尖锐对立的分歧意见来看，基本上只有两种不同观点，即固定论和活动论，前者以地槽—地台说为典型代表，后者以大陆漂移说和板块构造说为典型代表。我国地处欧亚大陆东部，面积辽阔，地壳活动性较强，地层出露齐全，活动区和稳定区都很典型。为此我国的大地构造特征对于解决全球构造中的一些问题，具有特殊意义，历来为中外地质学界所关注。解放以来，我国大地构造学发展很快，学术思想异常活跃，不同观点的学派蓬起，形成了争鸣的局面，对于地质学领域各分支学科的发展起了推动作用。其中影响较大的有地质力学、多旋□说、断块构造说、地洼学说、波浪状镶嵌构造说、重力构造说等，而近年来风靡世界的新全球说—板块构造学说的引入，也在我国引起很大反响。

【固定论】　fixism　主张大陆自形成以来，它的基底位置是固定不变，且从未经过水平运移的大地构造假说，因之称为大陆固定论或大洋永恒论。从这种观点出发，主张地壳构造主要是地壳垂直运动的产物，因之又被称为“垂直论”。固定论与活动论相互对立，在地质学发展史上长期处于争论之中。

【垂直论】　hypothesis of vertical movement　即“固定论”。

【活动论】　mobilism　主张在地壳历史演变过程中，大陆在地球表面上的位置发生有比较显著的水平移动。大陆漂移说就坚持这种主张，因之称为“大陆漂移论”，或活动论。活动论认为地壳构造主要是由地壳水平运动产生的，因之又称为“水平论”。图示活动论关于大西洋两岸大陆自寒武纪至现代由于水平运动作用，在各个地质时期地壳演化的情况，解释大西洋和阿帕拉契亚造山带的形成机理。

【水平论】　hypothesis of horizontal movement　即“活动论”。

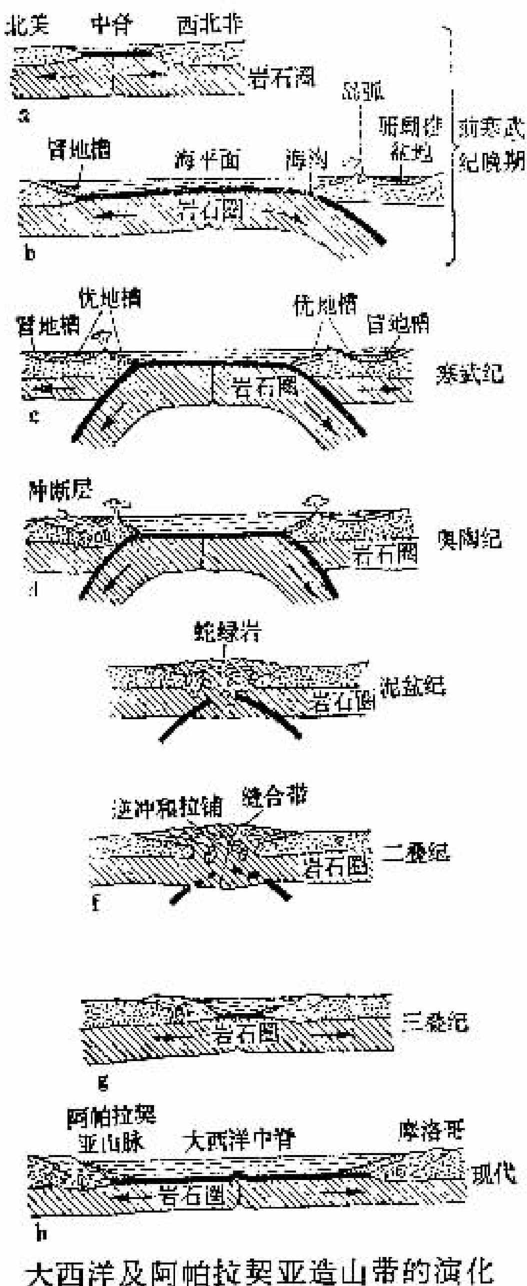
【地槽－地台说】　geosyncline－plat－form theory　自从霍尔（J. Hall，1859）和丹纳（J. Dana1873）提出地槽概念，徐士（E. Suess 1885）和奥格（1900）提出地台概念并区分地壳为地槽和地台两大基本构造单元以来，就逐渐形成了地槽—地台学说。这个学说的要点是：地壳可分为两个基本构造单元，即活动性较强的地槽和稳定性较大的地台，而且地槽经过发展也可以转变为地台。地槽是巨大窄长的沉积盆地，在其发展初期表现为强烈的沉降作用，在沉降过程中，不断接受沉积，形成厚度巨大的沉积岩层，

并且常常伴有火山活动；在其发展后期，则表现为强烈的上升作用，地槽□返使其中沉积岩层遭受强烈褶皱，并且隆起为山，还伴有强烈的岩浆活动和变质作用。地槽经过这样的变动后，逐渐稳定下来，进而转化为地台。剥蚀作用又使之最后达到准平原化。由于地台的稳定性较大，只能发生一些幅度和频率都不大的升降运动，所以它的沉积物的厚度和厚度变化也不大，岩相稳定；地层没有受到较强的构造变动，岩层产状平缓；岩浆活动和变质作用都微弱。

【泛地槽说】　pangeosyncline hypothesis　认为地球原始表面都具有地槽活动性质，称之为“泛地槽”。大陆地台是由地槽褶皱硬化形成的。因此，地槽老于地台，海洋老于大陆。根据对前寒武纪地质构造的不断深入研究，发现地壳的演化并不按照这个模式，它早已发生有分异现象。

【泛地槽】　pangeosyncline　参见“泛地槽说”。

【泛地台说】　panplatform hypothesis　是在地槽—地台说出现后提出的一种关于地壳发展规律的设想，与泛地槽说相对立，它认为花岗岩质层主要是地球在形成过程中分异出来的，地表先形成统一的地台，称为“泛地台”。泛地台经过分裂和断陷作用而形成地槽。因此，地台先于地槽，大陆先于海洋。根据对前寒武纪地质构造的不断深入研究，发现地壳早已发生有分异现象。



大西洋及阿帕拉契亚造山带的演化

【泛地台】 panplatform 参见“泛地台说”。

【收缩说】 contraction hypothesis 比较早的一种阐述地壳和褶皱山脉形成的假说，它至少可以追溯到笛卡尔。是艾利·德·鲍蒙（Elie de Beaumont）1829年提出的。收缩说的现代说法是杰弗里斯（H. Jeffreys）表述的。这个假说接受康德—拉普拉斯太阳系起源说的观点，认为地球最初是由灼热气体组成，从外向内逐步冷缩而变成熔融状态，在进一步冷却后，于地球外表形成固体的地壳。地壳以下的熔融物质继续冷却收缩，但地壳为了保持平衡，于是就挤压成褶皱并产生山脉，这个过程类似苹果的干缩情况。收缩说曾得到许多地质学家的支持并加以发展，如丹纳把地槽的形成归因于地球的收缩；还有一些人根据收缩说，用侧向挤压和模型试验来说明山脉的发生和发展。收缩说对大地构造学的发展曾起了推动作用，但有许多大地构造现象，如世界范围的大裂谷的拉伸、大面积的升降、地壳构造的定向性和构造运动的周期性等，都不能用收缩说圆满地解释。此外，放射性热源的发现，对收缩说提出了严重挑战，因为放射性热源可以起着和收缩相反的作用。

【均衡说】 isostasy hypothesis 是达顿（C. E. Dutton1889）根据均衡原理和大地测量资料提出的一种阐明地壳垂直运动的假说。他认为较轻的硅铝层位于较重的硅镁层之上。根据阿基米德原理，地壳本应处于均衡状态。但由于地壳表面高低不平，在外力作用下；山脉遭受剥蚀、盆地接受沉积；大陆遭受剥蚀、海洋接受沉积；这样就使这种均衡状态受到破坏。因此认为重力不平衡是地壳运动的主要原因。山脉因被削低重量减轻，产生上升运动；盆地因接受沉积物重量增加，产生下降运动。

【脉动说】 pulsation hypothesis ❶布契尔（W. H. Bucher，1933）提出，他认为地球既有收缩又有膨胀，呈周期性的交替发展。但对地球胀缩的原因则有不同的看法：一种是从放射性热量聚集与消耗的观点来解释，聚热过程就是地球的膨胀过程，耗热过程就是地球的收缩过程；另一种则从地球最初是冷的和固态的观点来解释，认为组成地球的微粒因冷收缩，彼此吸引，而产生微粒的较快运动；运动激化又使温度上升，物体发热，引起地球膨胀，在能量消耗后，地球内部的压实作用又占主导地位，再次产生收缩。在地球的膨胀期，地壳受到引张作用，产生出大规模的隆起与坳陷、大型裂谷和岩浆喷溢；在地球收缩期，地壳受到挤压作用，产生出褶皱山系，并伴有岩浆活动。脉动说虽然解释了构造运动的周期性，但却不能解释地壳构造的定向性。❷葛利普（A. W. Grabau）根据他于1933及1936—1938所从事的世界古生物发育情况的研究，提出的在古生代期间的同一时期内，由于海平面的升降运动，有节奏地反复进行海进、海退的现象。他的这种观点称为脉动说。

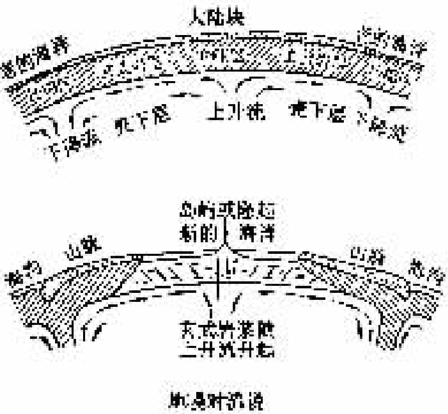
【放射性旋□说】 hypothesis of radioactive cycle 1924年乔利（J. Joly）首先应用已发现的放射性热源来解释大陆漂移的问题。他象魏格纳那样，指出地壳包括有两个层，其上层（或大陆块）是大致为25—35公里厚的轻物质，它漂浮在一个较致密的下层（玄武岩质）之上。这个具有放射性物质的下层，形成洋底并位于大陆块之下。如果假定下层温度很高且接近于熔化状态，那么它只需少量的潜热就可发生流动。乔利计算，从固体的玄武岩质下层开始，大约经过25—35百万年，就可使大陆之下的物质和

大洋底一定深度之下的物质呈现液态。月球的潮汐力也在这里发生作用，其结果是大陆被向西拉开并改变其位置。继而是一个通过海底对流系统的冷却时期，地壳的体积接着发生收缩，在大陆上则将发生裂隙或造山运动。至此，从聚热到耗热的一次旋□（也是一次构造旋□）就告终结。新旋□又从此开始。这个假说为后来的脉动说和重力分异说等奠定了理论基础。

【重力分异说】 gravitational differentiation hypothesis 别洛乌索夫（B. B. ъедоусов 1951）提出的大地构造假说，认为地球最初是冷的，固态的，在放射性热的作用下，地壳下层物质熔化而引起重力分异作用，轻的物质上升，重的下沉，形成垂直流，引起地壳的垂直运动。由于深度不同，压力和温度的条件不同，熔化和分异作用的发展是多层的。主要有两层：浅层中具较强和较快的分异作用，是地槽中剧烈地壳运动的原因；深层中则为较缓慢的分异作用，是地台中缓慢地壳运动的原因。浅层分异作用开始早结束早，使地槽转为地台。深层分异作用继续进行，使已稳定了的浅层局部重新活动，产生地台活化现象。在重力分异过程中，于热能消耗后当其再行聚集而达到一定程度时，熔化和分异作用又重新开始，构成一个构造旋□。这个假说强调地壳的垂直运动，是地槽一地台说的理论基础。

【地幔底辟假说】 mantle diapirism hypothesis 马克斯维尔（W. G. H. Maxwell 1968，1973）提出底辟作用是构造活动的原因。他认为岩石圈底下低速层中物质的塑性和高温使这个层不稳定，局部有可能呈岩盐状态而上升，并在上升过程中因围压的降低而熔融，使上升柱密度减小，更加速上升过程。特别是在它周围冷而密度大的岩石圈物质下降时，又进一步驱使这种物质上升。大洋脊和年轻的褶皱山系都是高热流区，两者都是地幔物质超基性岩的上升区。因之这些地区的上升、火山作用、岩浆侵入、变质作用等热流活动以及有关的构造特征，可能都是地幔底辟作用的结果。

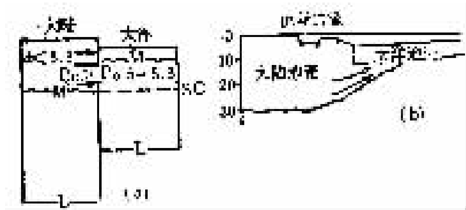
【对流说】 convection current hypothesis 多年来地质工作者就曾推测在地核和地幔中发生有物质的对流。霍尔姆斯（A. Holmes，1928）为了解释大陆漂移的机制和原动力，就主张过地幔对流。对流可发生于有强温度梯度的流体中。地壳因刚性很大，不可能发生对流，但在地幔深部，由于高温和高围压的结果使物质具假粘性，却有可能发生对流。地震波的证据表明，外地核是液态的，很可能发生对流；但地核内部的运动可能对岩石圈没有直接的作用。地幔对流则具有更重要的作用，它的基本概念是：两股方向相反的平流，经一定流程而与另一对流圈的反向平流相遇，这时它们又一起转为下降流，回到地幔深处，形成一个封闭的循环体系。在上升流分为两股方向相反的平流地方，产生隆起和岩浆活动，地壳因受张力作用发生大断裂和大规模的水平运动，海底不断地扩张，大陆地块也因此分裂向两边漂移。在下降流会合处形成地壳（岩石圈）的碰撞和俯冲


地幔对流说

带，在这里形成了坳陷，两边的地壳向这里聚合，并使其间坳陷内的沉积物遭受挤压，产生强烈褶皱。这个假说启发了人们从地球内部物质运动的规律去寻求地壳运动的原因，为大陆漂移说和板块构造说提供了驱动机制和理论基础。但地幔对流是否真正存在，很多人仍在探讨。

【波动说】 undulation hypothesis 范·贝梅伦（Van Bemmelen，1933）提出的一个概念。他认为地壳运动是由地球不同大小的波动的发展引起的。根据直径大小，他把波动划分成五个等级，并认为波动起因子地下不同深度的层圈物质分异和对流。波动产生的势能可通过以下作用而消释：①火山作用；②由侵蚀和沉积作用造成物质的扩展，③重力构造。近年来范·贝梅伦又发展了这一学说，使之能解释板块构造及地槽的发展。参看“局部隆起假说”。

【地壳蠕动说】 the crustal creep hypothesis 解释大陆地壳稳定边缘地壳变薄的一种假说。它认为在大陆地壳和大洋地壳相接触的稳定大陆边缘，大陆地壳的深部由于高压的影响而向压力较低的大洋地壳以下蠕动，这种现象叫做“热蠕动”，于是引起大陆地壳的莫霍面上升，相应地使得地面发生局部沉降，形成地堑。这种作用的结果，便使得这里的地壳变薄了。图 a 表示地壳蠕动以前大陆地壳与大洋地壳接触的情况，其中 M′和 M 分别代表大陆地壳和大洋地壳的莫霍面，d 为地壳密度，P 为压力，Sc 虚线为 Mt 向大洋地壳以下的延伸线。在此线上，大陆地壳和大洋地壳的重量（即压力）相等。在此线以上，随着深度的减少，由于两者密度不同，在同一水平线上、压力差异便逐渐显著。图 b 表示地壳蠕动和边缘沉降的情况。



【局部隆起假说】 blister hypothesis 是一种关于造山作用起因的假说。它认为在地壳深度不超过 80 公里的地带里，来自放射性蜕变的热会使岩石受热膨胀而形成上凸的透镜体，它使上覆地壳发生拱形隆起，并使接近地表的岩石中形成的构造表现为造山运动。威利斯（B. Willis）的“熔融热点”（melting spot）或放射性热融化假说与此相似。不过地球物理的证据表明，这种类型的局部隆起，不大可能存在，此词现已废弃不用。

【放射性热融化假说】 asthenolith hypothesis **威利斯（B. Willis，1938）提出的一种假说，是一种关于侵入的和喷出的岩浆活动的理论。它主张由于放射性热使局部热融的岩浆体或熔融区域，都具有熔融、生长、迁移、冷却、固结、以及重熔的重复旋□。并认定热融岩浆体的活动，是抬升和沉降、造山、地震、以及变质作用等的原因。**

【振荡说】 oscillation hypothesis **哈尔曼（F. Haamann，1930）提出，认为地壳下面的垂直运动是引起所有构造形变作用的原因。地壳在其下面物质流动的作用下，产生大地凹陷（**geodepression**）（下降运动）和大地肿瘤（**geotumour**）（上升运动），振荡运动由此发生。苏联学者别洛乌索夫对振荡运动的解释是：振荡运动表现为地壳的隆起和凹陷的垂直运动。地壳在一个地方隆起，在另一个地方下降。隆起可以被沉陷代替，反之亦然。在这些运动过程中，隆起和沉陷地段的形状、规模和位置都在不断的变化。因此，振荡运动多半是经常变化的波状过程。它表现为地壳的上弯和下弯，并导致大地构造的隆起和坳陷的形成。**

【膨胀说】 global expansion hypothesis **不同学者为了解释地壳的拉伸构造现象，如全球裂谷系、盆岭构造乃至大陆漂移，而提出了地球膨胀假说。希尔根伯格（**Hilgenberg**）在三十年代就提出可用地球内部膨胀来解释大陆漂移。这一概念的显著优点就是无须再寻找其它力量以推动大陆板块运动。有几方面的证据支持全球膨胀说，埃吉德（**L. Egyed**）用古地理方法表明，从古生代开始，被海水掩盖的大陆面积就在逐渐减少。卡瑞（**S. W. Carey**）通过另外的途径也得到地球膨胀的结论，他试图通过消除后来的变形而把大陆恢复到漂移前的格局。经过各方面努力之后，他认为只有在直径比现在更小的地球上（晚古生代地球的直径是现在地球直径的**3/4**）才能得到合理的大陆拼合。对于地球膨胀的原因现有不同的解释。**

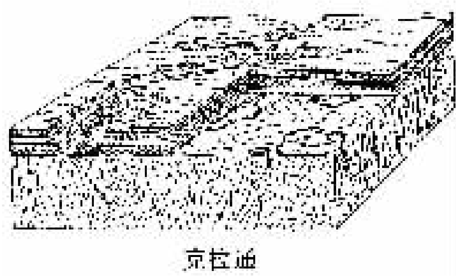
【构造槽说】 the tectogene hypothesis **荷兰地球物理学家明尼茨（**VeningMeinesz**）**1948**年提出。他在对爪哇沟的研究时，发现了一条很高的重力负异常带、这种负异常带在其他海沟及与之相连的某些岛屿与海底山脊上也出现。甚至在进行了均衡改正以后，这些高重力负异常带仍然存在。他认为这些异常是低密度岩石下插到岛弧以下的高密度地壳之下的结果。于是他把低密度硅铝壳被对流体推到地壳深处的下弯沟槽称为构造槽。初始的构造槽可以接受大量沉积物，其后较深部分被加热、变形和变质，产生岩浆并向上侵入，最后被挤压成褶皱山脉。这个假说成功地解释了褶皱造山带的许多现象，成为五十年代最流行的构造假说。后来的研究表明，硅铝壳不能象原来设想的那样下拗进入地幔。菲希尔（**R. L，Fisher**）和赫斯（**H. H. Hess**）**1963**年提出由玄武岩和载水沉积物组成的大洋壳可以被对流带入地幔。由于温度升高和水的参与，进入地幔的铁镁岩石将变成蛇纹岩，最后发生部分融熔并上升到地表，形成岛弧火山活动。以赫斯的观点为核心的构造槽说的现代化，就是海底扩张和板块构造的概念。**

地壳构造单元

【地壳基本构造单元】 basic rectonic elements of the Earth crust 是地壳大型构造的基本单位，又称“大地构造单元”。这是根据地壳运动和地壳构造的基本特点而划分的各种类型的大地构造区。由于人们对地壳运动和地壳构造的基本特点认识不同，因此，划分出来的地壳基本构造单元也有所不同。例如，地槽一地台说者根据地壳运动的活动程度，把地壳划分为两大基本构造单元，即活动性弱的地台区和活动性强的地槽区；地洼说者又划分出一种新的活动区一地洼区。板块构造说者把整个地壳划分为六大板块或二十余个板块等等。

【大地构造单元】 geotectonic elements 即“地壳基本构造单元”。

【克拉通】 craton，kratogen，kraton 指地壳上已达到稳定的、并在漫长的地质时代里（至少自古生代以来）已很少受到变形的部分。按原来的定义，克拉通既包括有大陆部分也包括有大洋盆地部分，不过根据现代有关大洋盆地的知识表明，似乎这里不大可能存在克拉通；因此这个词现在被局限于大陆区域。大陆上宽广的中央克拉通（中央稳定区）则既包括有地盾也包括有地台，即过去所谓的大陆克拉通，有一部分比较成熟的显生宙褶皱带，目前已达到或接近于克拉通的条件。克拉通一词最早来源于希腊语“kratos”，意即“强度”，在地质构造学中，此词意指地壳比较稳定部分，作为与造山带相对的概念。1921 年柯柏（L. Kober）名之为 kratog en，1936 年史蒂勒（H. Stille）改称 kraton。泛指前寒武纪的稳定地区，这一含义与舒克特（C. Schuchert）的地盾（shield）大致相同，但是这是从形态上的命名。柯柏认为大洋中也有稳定地带，故将大陆的稳定地块称高位克拉通（Hochkraton），洋底的稳定地块称低位克拉通（Niedrigkraton）。但这一术语并不经常使用。


克拉通

【高位克拉通】 high craton 大陆上的稳定地块。详见“克拉通”。

【大陆克拉通】 hedreocraton 一类既包括大陆地盾又包括地台的稳定的大陆地块。

【陆缘克拉通】　epeirocraton　大陆边缘的稳定地块。

【洋台】　oceanic craton　又称海洋克拉通。是 B. E. 哈茵提出的地壳稳定单元之一。系指海洋中较为稳定的地区。

【海洋克拉通】　thalassocraton，oceanic craton　“洋台”。关于洋壳中克拉通的概念现已过时少用。

【低位克拉通】　oceanic craton　即“海洋克拉通”的同义词，详见“克拉通”。

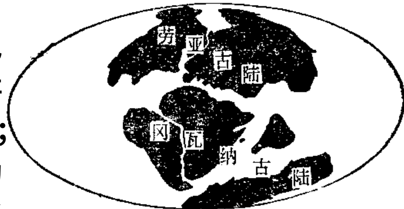
【地盾】　shield　是指克拉通（或地台）中有大面积基底岩石出露的地区。地盾通常具有平缓的凸面，且被有盖层的地台所环绕，它长期稳定隆起，遭受剥蚀，没有盖层，或只在局部坳陷中有薄的盖层沉积。世界上著名的地盾有加拿大地盾、波罗的海地盾等。实际上所有地盾区的岩石都是前寒武纪的。



地盾剖面

【地轴】　axis　黄汲清（1945）提出，他把在我国地台边缘由基底变质岩系组成的长期隆起并呈长轴状展布，而活动性较强的地带，称为地轴。属准地台的一个次一级的构造单元，如康滇地轴，内蒙地轴等。地轴的特点是：①常与地轴向地台一面的轴缘坳陷相伴随；②地轴与地槽临接的一边常以深断裂为界；③有多旋□的造山运动和岩浆活动，构成多旋□构造岩浆活动带，因而也是一个多旋□成矿带。

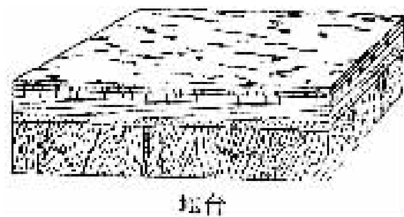
【古陆】　old land，old landmass　❶任何面积广阔的古老结晶岩地区（如加拿大地盾），这种地区已经由于长期的持续不断地侵蚀作用，其起伏已不甚大。它一直是附近地区后期沉积物来源的供给地区；❷在地质历史的某一时期内，高出海平面的较古老的陆地层，它供给与之相邻的海洋以沉积物质，使之形成沉积地层；❸莫克孙（Maxson）和安德孙（Anderson）提出的术语，意指具有老年期特征的起伏不大的侵蚀面。莫克孙后来采用了早期的术语：老年期侵蚀面（senesland）。❹大陆漂移说指早于中生代以前的地壳大规模漂移以前的大陆如劳亚古陆，冈瓦纳古陆等。



古陆

【地台】　platform　又称陆台。奥地利地质学家休斯（R. Suess）1885 年提出的一个概念。他认为地台是地壳上稳定的、自形成后不再遭受褶皱变形的地区。法国地质学家奥格（E. G. Hang）1900 年首次明确地把地槽和地台视为对立的两大构造单元。至于地台的系统理论及构造单元命名等，则是俄国地质学家卡尔宾斯基等详细研究了俄罗斯地台后逐渐提出的。地台是大陆的一部分，其上部覆盖着水平的或缓倾斜的岩层，（主要是沉积岩）其下伏岩层是埋深不同的结晶基底，结晶基底是在更早期变形时固结的。可见地台具有双层结构，下层为褶皱基底，上层为沉积盖层。地台以升降运动为主，但升降幅度和变化都较小，因而沉积盖层较薄，厚度和岩相亦较稳定，构造变动、岩浆活动和区域变质作用都较弱。上述特点都说明地台的活动性比地槽小，地台是地壳中相对

稳定的大地构造单元（克拉通的组成部分）。一般认为，地台是由地槽褶皱带转化来的，但地台形成之后，仍在继续发展，并非僵化不变。


地台

【陆台】 platform 即“地台”。

【萌地台】 embryonic platform 或称为萌地块。马杏垣等（1961）指在太占宙阶段（25亿年以前），已有一些稳定地块出现，它们的面积很小，且被萌地槽所包围，但已构成了地台基底的萌芽，故称萌地台。

【雏地台】 rudimento－platform 马杏垣等（1963）太古宙末萌地槽褶皱封闭以后形成的稳定地块。这种早元古宙（20—25亿年）的稳定地块因已具有地台基底的雏形，故称“雏地台”。

【原地台】 protoplatform 马杏垣等（1961）指太古代末雏地槽褶皱封闭后形成的稳定地块，已具有地台基底的原始形态，故称“原地台”。

【台褶带】 platformal fold belt 北京地质学院区域地质教研室（1962）创建的地台内部的一种二级构造单元的名称。顾名思义，这是地台内的褶皱带的简称。台褶带在其发展历史中，早期以强烈坳陷，接受巨厚沉积为特征，有的还伴有火山喷发，因此也可称为“沉降带”。后期发生过比较强烈的构造变形，形成过渡型的褶皱，有时并伴有中、酸性岩浆侵入。华北地台的燕山台褶带和西南地台的鄂黔台褶带就是这种活动性较大的构造单元的两个实例。台褶带的存在是中国地台的主要特点之一。

【台槽】 platformal trough 又称沉降带、台内地槽。马杏垣等（1963）认为，与凯依（M. Kay）的内克拉通地槽一些类型和H. C. 沙茨基命名的“深断槽”相当。他们指出，在地台范围内沉降带的发育可以说是其早期阶段的大地构造特色，它们实质一卜也是台槽。它们的形成有早有晚，空间分布上，多位于地台边缘隆起的内侧。它的发展往往与元古宙褶皱带有关，它们的建造性质不同于典型的地台型者，而是与地槽型有些类似；有的具有冰碛建造以及大面积中基性喷出岩建造；这些都说明当时地台基底许多部分保持着高峻的山岳地形的块状构造。其形成可能大部分是受深断裂控制。对这些台槽的深入研究，将大大丰富我们对地台大地构造属性的认识。

【沉降带】 zone of subsidence 通常指地台内部沉陷比较强烈的狭长地带。它在某一地质时期下陷特别深，沉积也特别厚，有的还有火山喷发，构造变动比较强烈，形成中间类型褶皱，有时伴有花岗岩侵入，如燕山沉降带。沉降带又叫沉陷带。有人把地轴边缘和地台边缘的沉降带分别叫做轴缘坳陷或台缘坳陷。沉降带也相当于某些人认为的准地槽。

【台向斜】 platform synecllse 又称陆向斜，是 1903 年由巴甫洛夫作为地台上的一种构造形态而确定的。它是地台上的次一级负向构造单元，面积广阔，形状不规则。直径由数百公里至上千公里。台向斜的特点是，翼部岩层的倾斜极缓，具有非常平缓的向斜结构；以及它仅由地台型建造所组成。从坳陷的轴部到两翼，岩相和厚度都有明显的变化。而且在中生代时常表现为整体强烈下降。构造变动表现为宽缓的褶皱构造，岩浆活动及变质作用都很微弱。

【陆向斜】 syneclise 即“台向斜”。大陆地台的一类负性沉陷构造；它的范围宽广，属于区域规模（几万到几十万平方公里），并是在几个地质时期的过程中由地壳的缓慢下拗形成的。这个术语主要用于俄文文献中，例如里海陆向斜。反义词；陆背斜。

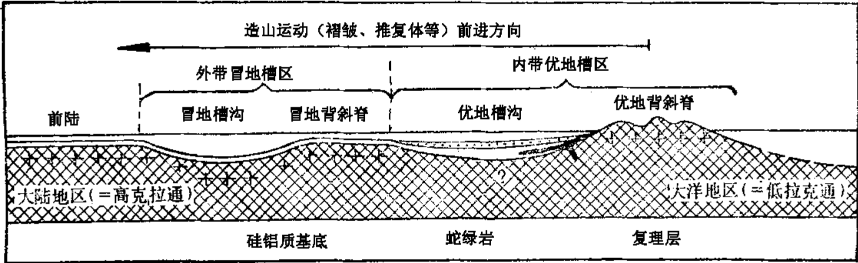
【台背斜】 platform anteelise 又称陆背斜，是地台上与台向斜相对应的次一级正向构造单元。在台背斜的顶部，由于长期隆起的结果，沉积建造厚度往往减小，间断较多。和发育在相邻台向斜中的一个完整的岩系和沉积建造相对比时，这里常常有所缺失。台背斜是非常宽广而平缓的隆起构造，通常呈不规则的圆形或椭圆形。它所占据的面积一般稍小于台向斜。台背斜在发育过程中内部就存在着隆起与凹陷的构造分异。常形或一些大型的背斜和向斜构造，断裂变动及岩浆活动都有一定表现。

【陆背斜】 anteclise，anticlise 即“台背斜”。大陆地台的一类正性抬升构造；它的范围宽广，属于区域规模（几万到几十万平方公里），并是在几个地质时期的过程中由地壳的缓慢上隆形成的。这个术语主要用于俄文文献中；例如，伏尔加—乌拉尔的白俄罗斯陆背斜。反义词有陆向斜。

【地槽】 geosyncline 原义为地向斜，五十年代以来我国一般译为地槽，此词是美国地质学者霍尔（Hall）在研究阿帕拉契亚山时于 1857 年提出的。当时他称之为大向斜轴（great synclinal axes），意指地壳上的一些沉降很深的活动地带，这些活动带主要是狭长的或盆地状的槽形地带，长达数十至数百公里以上，宽数十至数百公里。地槽的沉降和接受沉积及火山活动的时间是较长的，其中的沉积堆积（包括火山岩和沉积岩，以浅海相为主）厚达数千米（阿帕拉契亚地区厚达 12 公里）。地槽带位于较为稳定的地区（或克拉通）之间，或者在当时的大陆与大洋盆地之间。1936 年史蒂勒（Stille）把地槽划分为邻近克拉通的正地槽和克拉通上面的准地槽。1940 年，他又把正地槽划分成优地槽和冒地槽。1947 年凯伊（Kay）把准地槽划分为外地槽、自地槽和联合地槽（见表）。对于地槽的成因、机制和基本特征的不同理解，反映了不同学派的不同观点。有的以地壳单元的大地构造关系为根据，有的强调造山作用，有的则侧重地槽沉积作用和沉降的联系等等。

<table>
<tr><th>史蒂勒（1935—1940）</th><th>凯伊（1951）</th><th>克隆贝恩和斯洛斯（1963），杰利（1965）</th><th>西尼村和裴伟（1950）</th><th>奥布安（1965）</th></tr>
<tr><td>正地槽
优地槽
冒地槽</td><td>正地槽
优地槽
冒地槽</td><td>正地槽
冒地槽
过渡带</td><td>原生地槽</td><td>地槽
优沟
冒沟
优脊
冒脊</td></tr>
<tr><td rowspan="3">准地槽</td><td>次生优地槽</td><td>后造山盆地</td><td rowspan="3">次生地槽

残余地槽</td><td>后渊
内渊</td></tr>
<tr><td>克拉通内地槽
外枝准地槽
配合地槽
平原地槽</td><td>克拉通内盆地
边缘盆地
共轭盆地
内陆分地</td><td>前渊
克拉通内沟地
盆地</td></tr>
<tr><td>断裂地槽
滨海地槽</td><td>裂陷谷
海岸地槽</td><td>洋沟</td></tr>
<tr><td>高克拉通
深克拉通</td><td>克拉通</td><td>克拉通
稳定大陆架
不稳定大陆架</td><td>地台</td><td></td></tr>
</table>



地槽

【地倾斜】 geocline 迪茨（R. S. Dietze）和霍尔登（J. C. Holden）认为地槽就是大陆边缘倾斜坡上的沉积带。可以不叫作地槽，而称之为地倾斜。距大陆近处无火山活动地带，可叫作冒地倾斜，距大陆较远处，地壳比较活动，有火山活动地带，叫作优地倾斜。

【正地槽】 orthogeosyncline 又称原生地槽、地槽对偶。是史蒂勒（Stille）1935年提出的大地构造单元之一。“ortho”为希腊语“正直”之意，指大陆克拉通和大洋克拉通之间的地槽，它不仅包括含有火山岩带的优地槽而且也包括无火山岩带的冒地槽。

【原生地槽】 primary geosyncline 是裴伟（Peyve）和西尼村（Sinitzyn 1950）用于正地槽的术语。

【准地槽】 parageosyncline ❶美国舒彻特（Schuchert 1923）提出的术语，“para”为希腊语的“旁、侧、外”之意。它指的是在克拉通边缘的同时代的大洋凹陷。同义词有内地槽。❷施蒂勒（Stille 1935）意指克拉通或稳定地区内部的地槽，是一种造陆运动形成的盆地，而不是造山带。但至今各家对准地槽的理解还很不一致。我国黄汲清认为准地槽是地台内部呈条带状延伸的强烈拗陷的活动带，其褶皱强度、岩浆活动、区域变质等方面都不如正地槽。

【内地槽】 intrageosyncline 迪图瓦（Du Toit，1937）用于准地槽的术语。

【自地槽】 autogeosyncilne 准地槽的一种，凯伊（Kay 1942）提出。“auto”为希腊语“自身”之意。基本上是克拉通内的盆地，没有邻近高地相伴生，所含沉积多为碳酸盐沉积物。

【外地槽】 exogeosyncline 准地槽的一种，凯伊（Kay 1947）提出，“exo”系希腊语“在……之外”之意。即这种地槽位于克拉通之外部边缘，它所含的沉积碎屑物主要来源于克拉通边缘以外的隆起地区，也可能是相邻地区上升的正地槽带。

【联合地槽】 zeugeosyncline 准地槽的一种。凯伊（Kay，1945）提出。“zeu“为希腊语 zeugma 之略，意为“联合”。它是位于克拉通之上的槽形地带，附近有上升的地区。联合地槽内的沉积物即来源于这些高地，主要是碎屑沉积物。

【优地槽】 eugeosyneline 史蒂勒（Stille 1940）从正地槽中按有无岩浆岩活动划分出优地槽和冒地槽。优地槽的“eu”系希腊语，是“真正的”之义。凯伊（Kay，1951）把优地槽规定为以页岩、燧石、火山岩以及蛇纹岩等占优势为特征的，是深成造山活动的场所，并且由于一级造山运动（primary orogeny）的结果，形成内构造带（internides）。有人研究了北美的典型优地槽科迪勒拉和阿帕拉契亚之后，发现其形成的年龄比大西洋老一倍，说明它们的形成与大西洋无关。似乎在海底扩张形成大西洋以前，阿帕拉契亚地槽带同爱尔兰和斯堪的纳维亚的加里东带是连结在一起的。优地槽在造山带中受到变形、岩浆岩侵入、沉积岩和火山岩的变质作用。



优地槽

【后优地槽】　epieugeosyeline　凯伊（Kay，1945）提出的术语，“ epi ”为希腊语“ 在…之上 ”意。它是一个造山运动后的，在先前优地槽位置上发育的槽谷。其沉积物碎屑来源于上升了的优地槽区域。

【冒地槽】　miogeosyncline　史蒂勒（Stille，1941）指一类于其中只发生有沉积作用而没有发生火山作用（即缺失火山岩）的地槽；又指位于克拉通附近的正地槽无火山岩物质的部分。此词也有人译为渺地槽。“ 冒 ”和“ 渺 ”都是希腊语“ mio ”的音译，意义为“ 较次的 ”。凯伊（Kay 1951）把冒地槽规定为位于优地槽和克拉通之间的、以浅海成因的碳酸盐岩占优势，而且一般无火山岩为特征。岩石组合类似于克拉通的，但厚度大得多。冒地槽是二级造山运动（secondary orogeny）的场所，这种运动形成外构造带（externides）。

【断裂地槽】　taphrogeosyncline　凯伊（Kay 1945）提出的术语，其中“ taphro ”为希腊语“ 沟 ”之意。这种地槽以陡倾斜的断层为边界，它是从裂谷发育而成的地槽。

【滨海地槽】　paraliageosynclino　凯伊（Kay1945）提出的一个术语，“ paralos ”意为“ 靠海、近海 ”，指沿现代大陆边缘发育的地槽，即海湾海岸地槽。

【薄地槽】　leptogeosyncline　特鲁姆皮（Truropy1955）提出的语术“ lepto ”为希腊语“ 薄的 ”之意。指一种大洋地槽，地槽中的海水很深但沉积物厚度很小，沉积作用微小且有火山作用伴生。故又称“ 深海地槽 ”。

【大地构造槽】　geotectocline　赫斯（Hess 1938）提出的一个术语，意指在深海槽之上堆积沉积物发育而成的地槽。

【深坳槽】　tectogene　❶哈尔曼（Haarman 1926）提出的用以代替造山带的一个术语，系指一个长狭的向下褶曲的硅铝地壳构造单元。它被认为与造山带的形成有关。❷赫斯（Hess 1938）提出的术语，意指造山带中的向下褶曲部分。

【萌地槽】　embryonic geosyncline　马杏垣等（1960）认为太古宙阶段发育的地槽，与其以后阶段发育的地槽有很大的不同，而且可看作是它们的萌芽状态，故称“ 萌地槽 ”。

【萌地槽褶皱带】　embryogeosynclinal fold belt　马杏垣等（1963）指太古宙萌地槽在早太古宙末褶皱封闭形成的褶皱带。

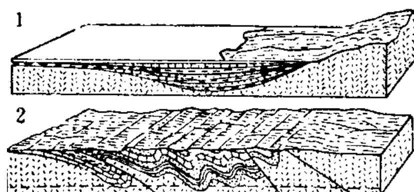
【雏地槽】　rudimentogeosyncllne　马杏垣等（1963）指早元古宙早期阶段发育的地槽，已具有后来地槽的皱形，故称“ 雏地槽 ”。

【雏地槽褶皱带】　rudimentogeosynclinal fold belt　马杏垣等（1963）指早元古宙早期末雏地槽经过褶皱封闭形成的褶皱带。

【原地槽】 protogeosyneline 马杏垣等（1960）指早元古宙晚期阶段发育的地槽。如滹沱原地槽。

【原地槽褶皱带】 protogeosynclinalfold belt 马杏垣等（1960）指早元古宙末原地槽褶皱封闭形成的褶皱带。如华：化地台中的滹沱原地槽一褶皱带等。

【地向斜】 geosynelinal，geosyncline 即地槽，是丹纳（Dana，1873）提出的，他创造了 geosynclinal 一词，以代替霍尔（Hall）的大向斜轴。但是此词后来被 geosyncline 所取代，本词却转化为形容词“地向斜的”了。地向斜一词在我国近来多把它定义为地槽区，有人认为是地槽的次一级构造单元，即在地槽内与地背斜相间排列的槽形地带。地向斜往往是早期发生强烈下降，形成一套巨厚的地槽型建造，后期褶皱上升，构造变动、岩浆活动及变质作用很强烈。图示阿帕拉契亚地向斜（地槽）的形成模式。



地向斜
1. 地向斜的形成；2. 造山后的准平原化

【地背斜】 geoanticlinal，geoanticline ❶区域规模的地壳的活动隆起带，是地向斜的反义词。❷比较特殊的意义，是指在侧向压力作用下于地槽沉积物中发育的背斜构造。它是地槽内的一个次一级狭长或椭圆状隆起部分，与地向斜相间排列，在地槽强烈的下沉阶段，它相对隆起，沉积物相对较薄；或长期处于剥蚀状态，没有沉积；地背斜的断裂作用与岩浆活动比较显著，边缘部分尤其如此。在我国不少地槽的地背斜里，都广泛出露前震旦纪结晶岩系，位于地槽中央，称为“中央结晶岩带”。是地向斜的反义词。同义词为内地背斜（别洛乌索夫，1954）。

【地槽系】 geosynclinal system 沙茨基提出的一个概念。张文佑等（1959）认为地槽系系由一组地向斜坳陷和分隔它们的地背斜隆起构成的。它们具有共同的发展历史，范围较大、历史较久。黄汲清等（1962）和北京地质学院区域地质教研室（1962）都认为地槽系是由一个或几个地槽（包括地向斜及地背斜）和中间地块组成的；它的范围更广，发展历史更久，相当于哈茵和谢音曼的地槽区。

【地槽区】 geosynclinal area 阿尔汉格尔斯基提出的一个概念。认为地槽区是由一个或几个地槽系与中间地块所组成。其范围很广阔，发展历史延续很长。另外的一种理解是地槽区不作构造单元命名，是指更大范围的具有地槽性质的一般性的区域名词。

【单旋□地槽】 monocyclic geosyncline
张伯声（1965）以地槽发展时间的长短划分的地槽类型之一。指在短短的一个构造旋□中，发生、发展而结束的地槽，如北祁连褶皱带就是加里东单旋□地槽。

【跨旋□地槽】 conjunct - cycle geosyncline 张伯声（1965）以地槽发展时间的长短划分的地槽类型之一。指在早一旋□发生，发展，在后一旋□才结束的地槽，如北天山褶皱带就是加里东 - 华力西跨旋□地槽。

【串旋□地槽】 transcycle geosyncline 张伯声（1965）以地槽发展时间的长短划分的地槽类型之一。指在早一旋□发生、发展，在次一旋□继续发展，到以后的旋□中才结束的。有些串旋□地槽还贯串前寒武纪与后元古代的许多构造旋□。如燕山褶皱带就是贝加尔 - 加里东 - 华力西—燕山串旋□地槽。

【地槽对偶】 geosynclinal couple 奥布安（Aubouin，1965）提出的一个关于真地槽的概念，他认为真正的地槽（即史蒂勒的“正地槽”）系由地背斜脊连接起来的冒地槽沟和优地槽沟这一对偶组成的。

【地槽双对偶】 geosynclinal bicouple 奥布安（Aubouin，1959）提出的地槽结构的概念。是由中间地块连结起来的两个地槽对偶，而且它们是对称的。有时两个地槽对偶之间没有中间地块，只有一个深的中间断崖。地槽双对偶按其结构的不同可分为离心的地槽双对偶和向心的地槽双对偶。

【地槽褶皱系】 geosynclinal folding system 指地槽系经□返、褶皱而形成的褶皱系统。如我国秦岭。

【地槽褶皱区】 geosyuclinal folding area 指地槽区经□返、褶皱而形成的褶皱地区。

【渐进式地槽】 progressive geosynclinel 北京地质学院区域地质教研室（1962）依据地槽封闭方式的不同所提出的一种地槽类型。把那些在向地台阶段转化过程中的、没有经历强烈褶皱和大量酸性岩浆活动、只是在沉积建造上发生了显著变化的地槽叫做渐进式地槽。

【激进式地槽】 revolutionary geo sycline 北京地质学院区域地质教研室（1962）依据地槽封闭方式的不同所提出的一种地槽类型。激进式地槽是指因受强烈造山运动而封闭的地槽。这种以激进的方式完成向地台阶段转化的地质标志是：显著的不整合，以及不整合面上下的沉积建造、岩浆建造、变质作用和成矿作用的□然不同。已知我国绝大多数地槽都属此种类型。

【贯地槽】 through - geosyncline 北京地质学院区域地质教研室（1962）用以指发展历史连续的经历了两个或更多个构造旋□的地槽。

【完整式地槽】 perfect geosyncline 北京地质学院区域地质教研室（1962）指的是这样一种地槽：即在它的发展经历中，沉积建造与岩浆建造系列都十分完整。

【不完整式地槽】　imperfect geosyncline　北京地质学院区域地质教研室（1962）指的是这样一种地槽：即在它的发展经历中，沉积建造与岩浆建造系列都不完整。

【新生式地槽】　rejuvenate geosyncline　北京地质学院区域地质教研室（1962）用以指地台的局部地带在某一段时间内经深断裂及强烈新生作用而产生的地槽。

【断续式地槽】　intermittent geosyncline　北京地质学院区域地质教研室（1962）把在元古代晚期形成的变质基底上或在古地台的基础上由于深断裂或其他新生作用而产生的地槽，称之为断续式地槽。其中有的是从长期隆起的状态进入地槽阶段；有的是从长期缓慢下降状态进入地槽阶段。

【继承式地槽】　inherited geosyncline　北京地质学院区域地质教研室（1962）用以指那些承袭元古代地槽状态而继续发展的某些早古生代地槽。

【前地】　foreland　又称前陆。是徐士（Suess 1883）提出的一个概念，指与造山带相毗邻的稳定地区，造山带的岩石向它逆冲或掩覆，一般说来前地是地壳的大陆部份，并是克拉通或地台区的边缘。

【前陆】　foreland　即“前地”。

【后地】　hinterland　又称腹地（backland）。系徐士（Suess 1883）所提出。指在背向褶皱倒转和冲断方向上，其内侧与造山带相毗连或位于造山带之中的地区。

【腹地】　backland“即后地”。

【边缘坳陷】　marginal deep　又称前缘坳陷。地槽褶皱隆起的过程中，在其与地台交界的地区，同时形成了大型带状坳陷，它记载着地槽的封闭时刻。边缘坳陷的结构往往是不对称的，与地槽毗邻的一边具有地槽的特征，而与地台毗邻的一边又具有地台的特征。因此，它是一个过渡性质的大地构造单元，有人又称过渡区（带）；在其中往往形成磨拉石建造以及煤、石油和盐类沉积矿床。如我国祁连地槽中的走廊边缘坳陷。边缘坳陷与地向斜和地背斜是同一级构造单元。

【过渡区】　transitionl area　也叫过渡带。参见“边缘坳陷”。

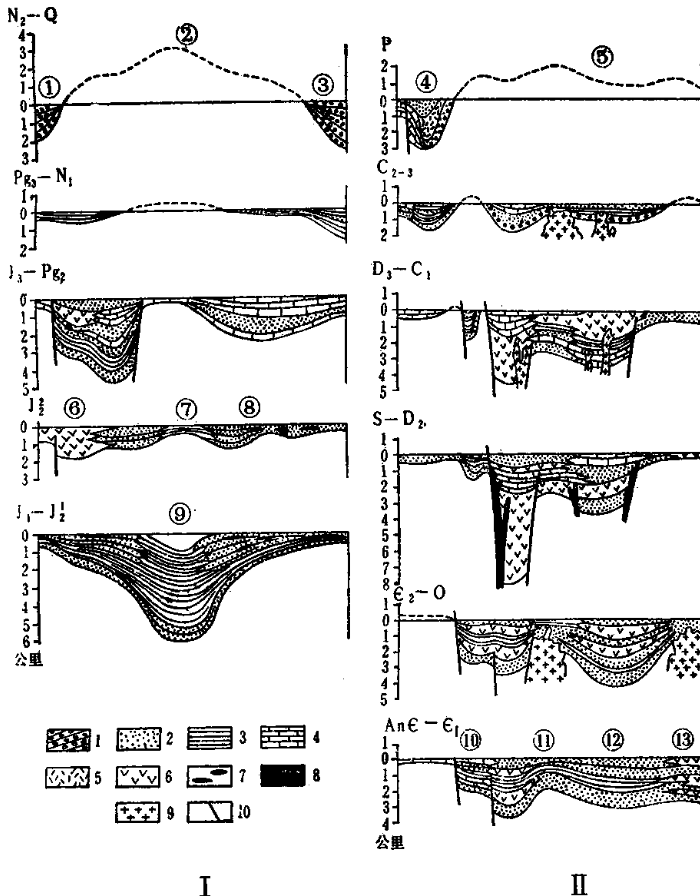
【山前坳陷】　foredeep　在大地构造性质上它和边缘坳陷很相似，但其不同之处在于形成的时间，它是在地槽褶皱隆起之后的一段较长时间内才形成的大型带状坳陷。由于褶皱带的再度活动，在山前坳陷中堆积了大量的磨拉石建造，磨拉石建造往往是多次出现，并逐次向地台迁移。

【山间坳陷】　interrnountian deep　指地槽发展后期于山脉形成时在褶皱山系之间形成的洼地。它们大多数是因断裂陷落而成的坳陷。其形状往往不规则，大小亦不相等。坳陷内填充有从邻近山脉那里搬运来的大量碎屑物质，形成磨拉石建造、红色岩建造和含煤建造等。岩层的穹状平缓褶皱可作为它们的特征。它是比山前坳陷更次一级的构造单元。

【上叠盆地】　superhnposed basin　在地槽发展期后产生的叠置在它上面的断陷盆地或坳陷盆地。它常常跨越在地槽内部的不同构造单位之上。

【中间地块】　intermediate massif　这一名词是科伯（L. Kober）1928 年提出的。后来有所发展。一般的理解是指：被地槽系所包围的相对稳定的面积较大的地块。它前期隆起，后期则坳陷为大型山间盆地。它与地台一样，具有双层结构。中间地块与周围地槽系相比，当地槽坳陷接受巨厚沉积时，它相对隆起或只有较薄的沉积；当地槽褶皱隆起遭受剥蚀时，它又大幅度坳陷，有较厚的沉积。我国有三种类型的中间地块：①以前震旦纪变质岩系为基底，被震旦纪以后的地槽所包围，其特点与古地台相当；②以前一个构造旋□的变质岩系为基底，被后一个构造旋□的地槽所包围；③它的基底与外围地槽相比，属同一个构造旋□的早期产物。在中间地块的边缘往往产生山前坳陷。

【□返】　inversion　□返一词系苏联地质学者 B. B. 别洛乌索夫阐述同一构造旋□中地槽发展状况时所专用的一个术语。本词源自拉丁文“ inversio ”，具倒转、倒置、逆向、回归一类的意思，50 年代初期被译为“ □返 ”二字。B. B. 别洛乌索夫在其 1948 年《普通大地构造学》、1954、1962 年第一、二版的《大地构造基本问题》及其以后的著述中，曾赋予□返一词以密切相关的两重含义：其一是反映同一构造旋□中地槽发展第一阶段以沉降占优势，转变为第二阶段以上升占优势的构造条件变化；其二是反映在上述过程中，地槽内部坳陷、隆起呈现易位、倒置发展的构造格局变化。他将局部坳陷的内地向斜（即一般所称的地向斜）转变为隆起，称为局部□返；或称为大地构造条件的局部□返，又将地槽的总体上隆及内地向斜向中央隆起；内地背斜向山间坳陷的发展状况，称为全面□返，或称为大地构造条件的全面□返。长期以来，B. B. 别洛乌索夫等以阿尔卑斯期的高加索地槽为例，坚持地槽经历□返发展的途径；与此截然相反，H. C. 沙茨基及其同事们以乌拉尔古生代地槽系为例，坚持地槽经历继承发展的途径。B. E. 哈因在其 1964、1973 年第一、二版的《普通大地构造学》中，则认为地槽系在同一构造旋□中的发展，存在着□返型、继承型两种不同的发展形式（见图）。事实上，不同地槽带在不同时、空条件下的演化过程是复杂多样的，而同一构造旋□中，同一地槽带在横向、纵向方面其内部构造单位的发展图案，皆可呈现不均一的复合形式。从 50 年代 B. B. 别洛乌索夫的有关著述的中译本出版以来，在我国阐述地槽发展的区域地质、大地构造等文献中，颇为广泛地使用了地槽□返或局部□返、全面□返这一类术语，但其真实含义并未涉及地槽内部正、副单元易位、倒置的发展关系，而是将其视为形容地槽上升、局部上升、总体上升，或褶皱隆起、封闭、僵化一类词汇的同义语，因此直接使用后一类词汇，会更加贴切。



大高加索与乌拉尔地槽系的发展

Ⅰ、大高加索地槽系东段阿尔卑斯旋迴发展简图；Ⅱ、乌拉尔地槽系晚前寒武纪（里费期）与古生代发展简图 1. 砾岩； 2. 砂岩； 3. 泥质岩； 4. 灰岩；5. 含盐沉积； 6. 火山岩；7. 煤的凸镜体与薄层； 8. 超基性与基性侵入岩；9. 花岗岩类；10. 最主要的深断裂 ①库林山间坳陷；②大高加索褶皱带；③捷尔斯克—里海边缘坳陷；④前乌拉尔边缘坳陷；⑤乌拉尔褶皱带；⑥南高加索地背斜；⑦中高加索地背斜；⑧北高加索地向斜；⑨大高加索地向斜；⑩马格尼托哥尔斯克地向斜；⑪东乌拉尔地背斜；⑫图尔干地向斜；⑬科克切塔夫地背斜

【普遍□返】　general inversion　格佐夫斯基（1948）和别洛乌索夫（1954）所提出，意指地槽区在其发展前期中，总的以下降为主的情况，为其发展后期中，总的以上升为主的情况所代替的现象。

【局部□返】　partial inversion　别洛乌索夫（1954）指地槽区中局部坳陷（地向斜）转变为隆起的现象。

【构造继承性原则】　principle of teotonic inheritence　沙茨某（1946）根据乌拉尔地槽的情况提出的一个概念。和别洛乌索夫的□返概念相反，他认为在地槽区的一个构造旋□中，隆起和坳陷的位置基本上不存在相互变化的现象。即当地槽□返时，首先隆起并发生明显褶皱作用的是地背斜，随着地背斜的不断褶皱隆起，逐渐发展成复背斜；而地向斜则仍相对坳陷，最后发展成复向斜。隆起和坳陷之间并没有相互易位的现象。

【褶皱幕迁移】　migration of folding phase　吉卢利（J. Gilluly，1949）把褶皱作用以后地槽向前逐渐推移，使被卷入的地层越来越新的现象称为褶皱幕迁移。别洛乌索夫（1954）也指出褶皱作用从地槽的内部向地槽边缘移动。奥布安（J. Aubouin，1965）发现希腊褶皱带的褶皱作用是从地槽内带向外带逐渐转移的。褶皱幕迁移的例子很多。褶皱作用不但有横向迁移，还有纵向迁移。又称褶皱作用迁移（哈因，1954）、褶皱迁移（尹赞勋等，1978）。

【褶皱作用横向迁移】　transverse migration of folding　哈因（1954）指在每一单独的褶皱时期中褶皱作用垂直褶皱带走向的迁移。

【褶皱作用纵向迁移】　longitudinal migration of folding　哈因（Хаин，1954）指褶皱作用沿褶皱带走向的迁移。如我国祁连山地槽中的北祁连地向斜，西段强烈的褶皱作用发生在奥陶纪以后，东段则发生在志留纪以后。

【地槽迁移】　migration of geosyncline　丹纳（J. Dana）提出的一个概念。他认为：以前的地槽逐渐转变为褶皱山系而合并于大陆稳定部分，新的地槽又出现于其边缘，而此又再经褶皱成山变成大陆，在其边缘又有新的地槽活动，依此顺序而发展演变的现象，就叫“地槽迁移”。我国各时代的地槽有沿古地台往外迁移现象，如沿着华北地台和塔里木地块（台）往西南方向有一系列地槽发育，由老到新的次序是：祁连山早古生代地槽—昆仑晚古生代地槽—巴彦喀拉中生代早期地槽—西藏中生代晚期地槽—喜马拉雅新生代地槽。关于地槽迁移的原因，板块构造说认为：是地槽区板块有规律地一次又一次向大陆边缘俯冲的结果。葛利普（Grabau）所说的“地槽迁移”，只是指地槽经□返褶皱成山，然后又在山前形成边缘坳陷的现象。

【造山地槽】　orogeosyncline　柯伯（Kober）的术语，用于后来变为造山区域的地槽（Glaessner & Teichert，1947）。

【母地槽】 mother geosyneline 史蒂勒（Stille）的术语，用于通过演变为褶皱山系而成熟的地槽（Glaessner & Teichert，1947）。

【边缘地槽】 idiogosyncline 曾译为“山间地槽”、“独地槽”等，安布格罗甫（Umbgrove，1933）提出，意指介于地壳稳定区和活动区之间的晚旋□地槽。它的沉积物只受到轻微的褶皱。例如东印度岛弧的边缘盆地。R. W. Van Bemmelen 则认为这种盆地是双重岛弧之间的盆地，他以巽他群岛的第三纪盆地为例，说明这种地槽主要是受造山运动作用形成的堆积盆地，厚层的海相地层不整合覆于基岩之上，并有一定程度的褶皱，同时并还有安山岩质的火山活动及深成岩的贯入。这种盆地因有海相沉积地层而与山间盆地相区别。阿尔汉格尔斯基（1947）所提出的边缘地槽则是指位于大陆地块与大洋块交界处的地槽。

【山间地槽】 idiogeosyncline 即“边缘地槽”的旧译名。

【构造继承性】 tectonic inheri fence 指新构造在方向上和力学性质上与老构造相一致，但在构造形变类型上不一定都一致，如基底老断裂的活动可能引起盖层的形变，但其形变结果就不一定是断层，而可能是褶皱。

【构造新生性】 new character oftectonics 指新构造与老构造在方向上和力学性质上的完全不一致性。如沉积盖层中新出现的构造形变可与基底老构造的特征截然不同，这种新生的构造形变，体现了构造的新生性。

【地槽封闭】 geosyneline close 地槽经过□返褶皱结束了地槽的发展阶段，这种作用称为地槽封闭。封闭的意思是指原地槽坳陷部分褶皱成山，并和两侧隆起连接起来，使坳陷地带闭合起来。

【褶皱带】 folding belt ❶指地槽□返形成的狭长褶皱构造地带。❷泛指地壳中岩石被挤压褶皱和大规模的推覆构造。褶皱带延伸很长，甚至达到全球规模；如环太平洋褶皱带和地中海褶皱带等。褶皱带有人也称为造山带。

【褶皱系】 fold system 一组彼此互相协调的褶皱，它们的形成时期同属于一个大地构造幕。

【褶皱带内凹部】 recess 褶皱带中其褶皱轴迹向内部凹进的地区。

【褶皱带外凸部】 salient 褶皱带中其褶皱轴迹向外部凸出的地区。

【造山带】 orogenic belt，orogen，orogene 指造山旋□中经受强烈褶皱作用和其他变形的地壳的狭窄线形地带。造山带发展的前期为活动带或地槽，后期遭受构造变动，并在造山作用之后上升隆起成山脉。有人把造山带视为褶皱带的同义词。

【造山带弯曲】 orocline 又称地弯曲（gccflex），区域走向有显著变化（变曲或尖扳曲）的造山带，凯里（Carey，1958）解释为是地壳水平弯曲或“平面中变形”的结果。此词原名地褶皱。

【地褶皱】 geoflex 造山带弯曲的同义词，系早期使用的名词。现已被造山带弯曲所取代。

【外构造带】 externides 一个造山带的外侧部分，距离克拉通最近。在其早期往往位于冒地槽的部位。而在造山期则受到边缘变形（包括褶皱和侧向逆掩）作用。

【内构造带】 internides 一个造山带的中央部分，距离克拉通最远。通常在其早期往往位于优地槽的部位，而在造山期则受到塑性变形，发生褶皱和深成岩作用。

【活动带】 mobile belt ❶泛指地壳上构造活动性、运动幅度和速度都比周围地区大的狭长地带。活动带一词含义比较广泛，一般作为大范围的描述性名词使用，不作为严格的构造单元名词。如地槽带、褶皱带、造山带、断裂带等等都可作为活动带。❷趋向于围绕克拉通核部的较年轻的线状变质带。它以高度变质花岗岩化和断裂为特征。采用活动带而不用造山带是可以避免与阿尔卑斯型或阿巴拉契亚型造山带相混淆。

【造山旋□】 orogenic cycle 又称构造旋□，大地构造旋□。指一段地质时间内，在其中原来的活动带通过前造山幕、造山幕和后造山幕而演变成为稳定的造山带。

【造山相】 orogenic facies 用于地槽相的一个术语，这时强调的是它的构造环境。

【大地构造旋□】 geotectonic cycle 史蒂勒（Stille 1940）创名，指地槽阶段、造山阶段和克拉通阶段的顺序出现，这整个序列就叫做一个大地构造旋□。这种旋□可以重复出现。参见“褶皱旋□”。

【褶皱旋□】 folding cycle 也叫造山旋□、构造旋□。尹赞勋等（1978）认为，一个褶皱旋□指的是在地史上多次出现的、长短不一的时间段落之一；在其间，通过前褶皱期、褶皱期和后褶皱期的构造活动，而达到稳固化，形成一个褶皱带。法国地质学家贝特朗（M. Bertrand）用分析角度不整合的方法确立了地槽内褶皱运动的旋□性。他于1886—1887年首先对西欧和北美的不同褶皱区进行比较，划分为休伦、加里东、海西及阿尔卑斯等四个褶皱期，也就是四个褶皱旋□。后来德国史蒂勒提出了“巨旋□”的概念，把震旦纪后至今算作一个巨旋□，并称之为“新地巨旋□”（neogean）。加里东、海西、阿尔卑斯等旋□则是新地巨旋洄中的次一级旋□，一般称为旋□，它可被再分为次一级的亚旋□。黄汲清等（1965）曾建议我国可采用世界上已公用的加里东、华力西、阿尔卑斯等旋□名称。阿尔卑斯旋□可再分为印支、燕山、喜马拉雅三个亚旋□。最近（1978）尹赞勋等只承认地区性的幕和旋□，认为所有迄今已经建议的世界性的幕和旋□都经不起认真的科学验证。所谓构造旋□的世界一致性，是由于把一个地区的研究结果强加于全球之故。因此他们采用广西旋□、天山旋□代替加里东，海西旋□，印支、燕山、喜马拉雅等亚旋□升级为旋□。

【构造旋□】 tectonic cycle ❶涉及与地壳大构造形态和总地壳运动以及在这些构造形态的不同发育阶段里形成的各类岩石相联系的旋□；相当于造山旋□。❷指三个阶段的地槽旋□，即准平原阶段，指在一个相当稳定的平原上发生广泛沉积作用；地槽阶段，指沉降中的沉积作用；造山阶段，指后地槽期隆起，其特征是，地槽在褶皱作用和岩浆岩侵入作用之后常有断层作用发生。

【巨旋□】 megacycle 史蒂勒提出的一个概念。指包含有几个旋□在内、持续时间很长的巨大旋□。他把地壳整个发展过程划分为三大阶段：①元地阶段（Protogki-kum）〔远太古和早太古〕，②次地阶段（Deuterogǎikum）〔晚太古和早元古〕，③新地阶段（Neog ǐikum）C 晚元古，古生代、中生代，新生代）。哈因（1960）认为巨旋□持续时间约 6—6. 5 亿年，1962 年他把地壳整个发展过程划分为五大阶段；④远太古和早太古（35—22 亿年）；⑤晚太古（22—18 亿年），⑥早元古（18—12 亿年）；■晚元古（12—6 亿年）；⑤寒武纪到现在（6 亿年）。黄汲清（1962）划分为四大阶段：①老太古，②新太古，③老元古，④新地。马杏垣等（1963）划分为：①远太古一早太古，②晚太古，③元古，④震旦等四个大阶段。

【造山期】 orogenicperiod 又称褶皱期。指一造山旋□中地壳活动性和造山作用的高潮时期。如造成阿尔卑斯型构造的时期等。造山期通常比前造山期和后造山期短，可以比地质上一个“ 纪 ”短，但其中有时可包括构造脉动的几个幕。

【褶皱期】 folding period 即“ 造山期 ”。

【褶皱幕】 folding phase 也称为造山幕或构造幕。指褶皱旋□中的每一次褶皱运动。换言之，褶皱旋□是由若干个褶皱幕组成的。褶皱幕是根据地层间的角度不整合确定出来的。德国地质学家史蒂勒（H · Stille）的褶皱幕概念是；地槽转变为褶皱带的过程都经历过一系列相互紧接的、短时间的褶皱幕。褶皱之间，为比较长时期的“ 相对静止 ”的幕所隔开。每一个褶皱幕在整个地槽区，或者甚至在整个地球上所有的地槽区，都是近于同时发生的。这个概念后来遭到许多学者反对，他们认为每一个褶皱幕并不是全球性的，在不同的地槽区里褶皱幕的发生在时间上有先有后，并非严格同时发生的，在空间上，也不是全球一致的，而只是地区性的。因此，世界上各地区的褶皱幕采用同一名称是不恰当的。褶皱幕也不是在短时间内一次暴发的，而是在较长期中多次活动的结果。

【构造幕】 tectonic phase 即“ 褶皱幕 ”。

【造山幕】 orogenic phase 一个造山旋□的中间部分，此时的地壳活动和造山运动都达到高潮并以形成阿尔卑斯型构造为特征。造山幕通常要比发生在其前的前造山幕和继之发生的后造山幕为短，并可以短于一个地质“ 纪 ”，不过通常它为一系列的构造脉动所延长。

【隆起区】 upwarping region 北京地质学院区域地质教研室（1962）所提出的地台和中间地块内的次一级构造单元的名称。指的是那种在地质历史上总体处于相对隆起状态、而构造变动不显著的构造单元。这一单元当其长度和宽度相接近时称为区，相差悬殊者称为带（下同）。

【隆起带】 upwarping zone 参见“隆起区”。

【隆断区】 upwarping faulted region（zone） 又称隆断带。北京地质学院区域地质教研室（1962）所提出的地台内的一种三级构造单元名称。系指在地质历史中总体表现为相对隆起状态，而构造变动以断裂为主的构造单元。

【隆褶区】 upwarping folded region（zone） 又称隆褶带。北京地质学院区域地质教研室（1962）所提出的地台内的一种三级构造单元名称。系指在地质历史中是总体处不相对隆起状态，而在构造变动上表现为以褶皱为主的构造单元。

【坳陷区】 downwarping region（zone） 又称坳陷带。北京地质学院区域地质教研室（1962）所提出的地台和中间地块内的次一级构造单元。系指在地质历史中长期处于相对坳陷状态、而构造变动不显著的构造单元。

【坳断区】 downwarping faulted region（zone） 又称坳陷带。北京地质学院区域地质教研室（1962）所提出的地台内三级构造单元的名称之一。系指在地质历史中总体表现为相对坳陷状态，而构造变动以断裂为主的构造单元。

【坳褶区】 downwarping folded region（ zone） 北京地质学院区域地质教研室（1962）所提出的地台内的一种三级构造单元名称。系指在地质历史中相对坳陷的、构造变形以褶皱为主的构造单元。

【地台基底】 basement of platform 指地台的基础。它往往是由区域变质显著、构造变动剧烈、经过强烈褶皱、岩浆侵入繁杂的结晶岩石所组成。因此，又称为“褶皱基底”或“结晶基底”，简称“基底”。地台基底的地质构造特征表明它是地槽发展的最后产物。地台基底有大面积裸露于地表的，如山西五台地区；也有为大面积沉积岩所覆盖不见出露的，如四川盆地。

【褶皱基底】 fold basement 此词有不同的理解：❶即地台基底；❷即结晶基底，❸浅变质岩（片岩、千枚岩等）组成的褶皱基底，其下为深变质岩，如片麻岩、结晶片岩等所组成的结晶基底，两者各自代表不同的构造层。

【结晶基底】 crystalline basement ❶又称基底杂岩、基底岩石、基础杂岩等。指沉积盖层以下一直延伸到莫霍面的地壳。在许多地方，结晶基底的杂岩都是前寒武纪的岩浆岩和变质岩；不过有些地方的杂岩，却是古生代的、中生代的、甚至是新生代的。❷指在一个区域内浅变质岩系（如板溪群、滹沱群等板岩、千枚岩等）之下的结晶杂岩。❸即为褶皱基底，但有人认为褶皱基底与结晶基底不同，它们各自代表不同构造层。

【基底杂岩】 basement complex 即"结晶基底"。

【地台盖层】 cover of platform 指地台基底之上以沉积岩为主的覆盖层，所以又称"沉积盖层"，简称"盖层"。其特点是：因地台的地壳运动的幅度及差异性都较小，所以沉积岩层的厚度及厚度变化较小、岩相稳定、岩层产状平缓，常呈大面积分布；沉积岩未受变质；岩浆活动现象一般少见，某些地台则发生特殊类型的岩浆活动。如碱性岩侵入和玄武岩喷发等。盖层与基底之间的接触关系通常为显著的区域性角度不整合。这些特点表明：在地台发展阶段，构造运动比较微弱；显示出地台的相对稳定性。

【沉积盖层】 sedimentary mantle，sedimentary cover，cover 简称"盖层"，指在褶皱基底或基底之上堆积的沉积岩层。见"地台盖层"。

【盖层】 cover 即沉积盖层的简称。

【基底构造】 structure of basement 指地台基底形成时所产生的构造。由于基底刚性大，所以以后的构造运动对基底的影响更多的表现为使老基底断裂重新活动或产生新的基底断裂。老基底的断裂活动可以使盖层发生褶皱变形，不过基底构造和盖层构造的关系，须视条件而定。有的盖层构造为基底构造所控制，这时表现有明显的继承性；有时盖层构造不为基底构造所控制，而表现有明显的新生性。

【盖层构造】 structure of sedimentary cover 指发生在地台盖层里的构造。由于盖层刚性较小，所以其中除可发生断裂外也可产生地台型褶皱，但构造一般都较轻微。事实上基底构造总会对盖层构造有所影响，如有人认为四川东部的箱状褶皱，梳状褶皱，就是由基底的断裂活动引起的。

【盖层褶皱】 fold of sedimentary cover 指地台盖层的褶皱构造。盖层褶皱既受控于基底的断裂活动，但又有自己的特点。一般大都比较平缓开阔，甚至十分微弱，与基底中的强烈压紧褶皱在形态上有显著的差异，表明两者是在不同的大地构造环境下产生的。

【古地台】 paleoplatform 又称地台、克拉通或古老地台。指形成于古生代以前的地台，是前古生代褶皱带的总称。古地台的褶皱基底由前寒武纪岩层组成，而沉积盖层则组成于寒武系及其以后的所有地层。沉积盖层的构造变动大都比较微弱。

【年青地台】 young platform 形成于古生代以后的地台。是古生代、中生代等褶皱带的总称。根据褶皱基底形成的时代可把年青地台划分为：加里东地台、海西地台、中生代地台等。青年地台一词通常很少采用，而常用加里东褶皱带、海西褶皱带等。

【地台活化】 rejuvenation of plat form 又称地台回春或地台再生。指地台由相对稳定而转化为活动性较大的现象。

【地台回春】 rejuvenation of platform “地台活化”。

【正向构造】 positive structure 又称：正性构造、正量构造。泛指地壳相对隆起的构造单元（如克拉通），其规模、形状、内部结构和成因都是不确定的。

【正性构造】 positive structure 即“正向构造”。

【正量构造】 positive structure 一类比周围区域具有持续维持较高位置趋势的克拉通区域，属正性单位。

【正向单位】 positive element 又称正向区域。泛指具有下列特征的巨型构造或地壳的一部分。它们在漫长的地质时期内，表现有重复、逐渐或明显地向上运动（隆起、抬升），或者相对稳定，或是所发生的沉陷远没有相邻负向单位中所发生的那么迅速和频繁。

【正向区域】 positive area 即“正向单位”。

【正向单元】 archibole，positive element 正向单位的同义词，现在废弃不用。

【负向构造】 negative structure，negative element 又称负性构造、负构造，泛指地壳相对坳陷的构造单元，其规模、形状、内部结构和成因都是不确定的。

【负性构造】 negative structure 即“负向构造”。

【负向单位】 negative element 泛指具有下列特征的巨型构造或地壳的一部分。它们在漫长的地质时期内，表现有频繁而明显的向下运动（沉降、下沉）。或是所发生的抬升远没有发生在相邻正向单位中的那么迅速和频繁。

【负向区域】 negative area 即“负向单位”。

【隆起】 uplift 泛指在不同性质的大地构造区中，由正向构造运动所产生的相对上升的地区。其规模、形状、内部结构和成因都是不确定的。例如穹隆、拱曲等。

【坳陷】 depression 泛指在不同性质大地构造区中，由负向构造运动所产生的相对下降的地区，其规模、形状、内部结构和成因都是不确定的。例如盆地，槽地等。

【块断区】 block - faulted region 狄塞特尔（L·U·De Sitter，1956）把地壳构造区分为三种基本类型：块断区、准构造区和正构造区，打破地台和地槽的一般概念。但未指明块断区是地壳运动发展新阶段的构造单元。胡朝元（1958）建议将块断运动发育地区叫做“块断区”，以便同地槽区和地台区相区别。他认为，自中生代以来地壳部分地方的发展已进入新的阶段。块断运动发展地区包括中国、中亚、西伯利亚南部、东非和北美洛矶山区等。块断区有以下几个特点：①以陆相地层为主。沉积建造属过渡型，有磨拉石建造、粗粒红色长石砂岩建造等；②沉积盆地有时表现为数目多而面积小，岩性变化大；③地层厚度较大，可达5—8公里；④沿断裂的褶皱相当发育，以箱状、梳状褶皱为主，断裂众多，中央部分岩层比较平缓；⑤有众多的酸性、中性和基性

喷出岩以及颇多的酸性、中性侵入体与热液活动；⑥局部发生有接触变质作用；⑦有沉积矿产，也有岩浆活动产生的金属矿产。张文佑等（1974）也使用“块断区”这一名称，把我国新构造时期地壳构造划分为三大块断区：西域、西藏和华夏块断区。陈国达则认为块断区即地洼区。这一特点在中国表现得最为典型。

【线性特征】 lineament 是指地球表面具有区域规模的，呈直线或平滑曲线的地形特征，如一些呈明显直线形的山脊、坳陷水系、岸线、地层或岩性的界线等。这个词首先由美国地质学家霍布斯（W. H. Hobbs，1944）提出的。它的含义较广泛，泛指高空卫照或雷达影像上的线性特征。但对其意义尚有争论：有些可以肯定是实际的地质构造特征，诸如断层、排列成行的火山、没有显著位移的节理带等，但是有些却是难以解释的，或多解的，甚或纯系偶然现象。当两组线性构造近似正交相切时，则称为棋盘格式构造。当线性构造深切地壳和上地幔时，则称为深断裂或地缝合线。

【深断裂】 deep fracture 一种规模大、切割深的断裂带，一般长达几百到几千公里，宽几公里到几十公里，深可达几十公里到百公里。这个词首先由苏联地质学家裴伟提出，指一种区域性切割各种大地构造单元的断裂。其主要标志为：①沿深断裂形成大规模的挤压带或破碎带，并产生糜棱岩带；②深断裂两侧的沉积作用有显著区别；③沿深断裂带有各种岩浆活动，形成基性、超基性岩带、火山岩带或花岗岩带，④沿深断裂带常有强烈的动力变质现象，形成变质岩带；⑤沿断裂带出现各种地貌特征，如断裂谷、断层崖等，因此在卫星照片或航空照片上常具有明显的线性特征；⑥沿断裂带常表现为区域性地球物理异常，如磁异常带，重力梯度带等。裴伟按深断裂所处的大地构造单位将其分为地台区深断裂，地槽区深断裂和边缘深断裂。我国地质学家黄汲清等（1977）按深断裂切割深度分为壳断裂、岩石圈断裂和超岩石圈断裂等。同时又按深断裂的力学性质分为张性深断裂；压性深断裂和剪性深断裂等。

【深大断裂】 deep fraeture 即“深断裂”。

【地台区深断裂】 platform deep fracture A. B. 裴伟（1956）指发育在地台区的深断裂。又可以分为两类：①古老地台深断裂；②年青地台深断裂。

【地槽区深断裂】　geosynelinal deep fractnre　A. B. 裴伟（1956）指发育在地槽区的深断裂。又可以分为两类：继承的和新生的，在岩浆活动、成矿作用和发展历史方面各不相同。

【边缘深断裂】　marginal deep fracture　A. B. 裴伟（1956）与边缘坳陷区发育有关的深断裂。边缘深断裂限制了边缘坳陷中与褶皱带毗邻的部分。但当起过渡带作用的边缘坳陷缺失时，这种深断裂带就作为分割地台区和地槽区的重要界线，因此也称为边缘缝或边缘缝合线。

【构造层】　structural stage　这一概念是四十年代苏联地质学家提出来的。西方尤其是美国地质学家则用地层组合表示过这一概念，构造层是地壳发展过程中在一定构造单元里于一定构造阶段中形成的岩层组合。通过构造层的建造特点和构造型象可以认识和恢复当地当时的大地构造性质和类型。在时间上代表地壳发展历史的一定构造阶段，空间上代表构造运动所影响的范围。各构造层之间的分界通常表现为明显的间断、区域角度不整合和构造格局的根本性改变。不同构造层在变形类型和强度上都有明显的不同。构造层可以分为不同的级别大的如地槽构造层、地台构造层等（如图）；还可在这些基本构造层里依次细分，如亚构造层等。也可以按构造旋□的时代早晚划分为加里东构造层、海西构造层、阿尔卑斯构造层等等。



构造层
1.地台构造层；
2.地槽构造层

【亚构造层】　structural substage　与相应的大发展阶段的某个小阶段相符合的岩层总和。亚构造层之间的分界通常是局部间断和局部角度不整合，具有统一的构造变动性质和统一的构造布局。其分布仅局限在某个构造岩相带或几个这种地带内。

【构造岩相带】　structure - lithofa - cies zone　地槽区内某一具有相同构造特征及发展历史的地带。在沉积建造、构造类型、岩浆活动、变质程度和成矿作用等方面也都具有大致相同的特点。使用时其范围常相当于地背斜或地向斜以及其他一些三级或四级构造单元的范围。

【地质建造】　geological formation　各种类型建造的总称。泛指在地壳发展的某一构造阶段中，在一定的大地构造条件下所产生的具有成因联系的一套岩石的共生组合。因此，研究地质建造对于认识大地构造发展和成矿控制作用具有重大意义。地质建造按岩石成因类型可划分为：沉积建造、岩浆建造和变质建造（也有人不把侵入岩和变质岩当作建造）；按大地构造类型可划分为：地槽型建造、地台型建造等。此外，还可从各种角度划分出多种建造类型。

【沉积建造】 sedimentary formation 泛指在地壳发展的某一构造阶段中，于一定的大地构造环境中以及在一定的气候条件下所形成的沉积岩的共生组合。有关现代沉积建造的概念是在本世纪三十年代形成的。苏联地质界研究较早，也较系统。

【岩浆建造】 magmatic fromation 泛指在地壳发展的某一构造阶段中，于一定的大地构造环境中所形成的岩浆岩的共生组合。

【岩浆旋□】 magmatie cycle 马杏垣等（1961）提出的名称，指与一定的构造旋□相伴随的一系列岩浆作用的有规律的总和。

【构造岩浆区】 tectonomagmatic province 马杏垣等（1961）提出的名称。指在一定的构造环境中，发育着一定类型的岩浆建造及具有相应的内生成矿特点的地区。根据我国的具体条件，可划分为三种基本类型构造岩浆区：①地槽型构造岩浆区，②地台型构造岩浆区，③太平洋型构造岩浆区。

【地槽型构造岩浆区】 tectonomagmatic province of geosynclinal type 马杏垣等（1961）指在区域地质发展史上，当这个地区处于地槽阶段时岩浆作用最为激烈，因此，此类构造岩浆区必以地槽型岩浆岩建造为特点，主要有细碧角斑岩建造、超基性岩建造；安山岩建造、早期花岗闪长岩建造、中深成花岗岩基建造等。其岩浆作用在活动的顺序上，一般是以基性岩流的海底喷发开始，继有超基性、基性、中酸性岩浆的侵入，中深花岗岩基的形成，后期有酸性、中酸性火山喷发，也有中酸性、碱性小型侵入体，最后有基性岩脉及热液矿脉的形成。在活动方式上，喷出岩多为海底喷发，侵入体的同化一混染作用显著，分相明显。在构造控制方面，大部分古生代地槽型构造岩浆区中岩浆活动受深断裂控制。所形成的主要内生矿产有 Cr、Ni、Pt、Fe、Cu、Pb、Zn、W、Sn 等。

【地台型构造岩浆区】 tectonomagmarie province of platformal type 马杏垣等（1961）指在区域地质发展史上，以地台型岩浆岩建造为特点的构造岩浆区。主要建造有，安山玄武岩建造，暗色岩建造、基性侵入岩建造、闪长岩建造、花岗岩建造、碱性岩建造、橄榄玄武岩—碱性玄武岩建造等。岩浆作用的活动顺序是，下沉时期以中基性、中酸性喷出为主，然后转为基性乃至中性岩侵入，后期有酸性、偏碱性乃至碱性岩侵入，最后有橄榄玄武岩流的溢出。在活动方式上，喷出岩多属陆相喷发，侵入体多次侵入现象及岩浆分异作用十分明显，且愈是晚期愈偏碱性。侵入体多为小型，具典型浅成相甚至次火山相的特征。岩浆活动明显地受断裂及盖层中各种脆弱带的控制。相伴生的主要内生矿产有：Fe、Cu、Pb、Zn、Sb、Hg、As、Ni 等。

【西太平洋型构造岩浆区】　tectonomagmatic province of westernPacific type　马杏垣等（1961）认为，从时间、空间上分析我国东部太平洋沿岸，中生代早期以来，岩浆活动强烈激化，它的分布范围往往不受原有大地构造单位的边界所限，并有许多独特的特点，因此有必要划分出一个独立的“构造岩浆区”。在岩浆活动顺序上，早期以酸性火山喷出岩为主，继以各种类型的小型侵入体，以后有大型中深成花岗岩基：典型建造有流纹英安岩建造、石英斑岩亚建造、花岗闪长岩亚建造、中深成花岗岩基建造等。在岩浆活动方式上，喷出岩多为陆相喷发，有两种类型：一为裂隙一中心式，成层清楚，常与沉积岩成互层，并常夹有火山碎屑岩，可以大兴安岭为代表；另一种为面式喷发，以酸性熔岩为主，常成穹窿状，与花岗岩关系密切。侵入体以花岗岩岩基、岩株为主，常有多次侵入现象。岩浆活动明显为断裂控制。西太平洋构造岩浆区是我国主要内生矿区，有 Fe、Cu、Pb、Zn、W、Sn、Mo、Bi、Sb、Hg、As 等矿床。

【变质建造】　metamorphic formation　泛指在地壳发展的某一构造阶段中，于一定的大地构造环境中所形成的变质岩的共生组合。

【片麻岩穹隆】　gneiss dome　艾斯科拉（P. K. Eskola，1949）提出的名称，魏格曼（S. E. Wegmann，1930）称为“花岗岩底辟”。马杏垣等（1963）认为，这种构造是远一早太古代阶段的很特征的构造。它们常是混合岩化及花岗岩化的中心，因之一般常有花岗岩居中，其外围绕着混合岩、片麻岩，更外可过渡为结晶片岩。但有时不见花岗岩及混合岩，全由片麻岩构成。穹隆具圆形、椭圆形或不规则的形状，长度较大的则过渡为长垣构造。有的穹隆顶部岩层一般近于水平或呈平缓的波状起伏。在较大的穹隆中常有次一级小穹隆与构造盆地交错共生；更多的片麻岩穹隆构造中发育着许多非常复杂的次一级褶皱，有时穹隆构造与褶皱带间列。这种构造的成因目前还不清楚。

【地槽型建造】　formation of geosyncline　泛指在地槽环境中产生的火山—沉积建造。它基本上是由海相地层组成，后期出现有陆相地层。它们的特点是厚度巨大以及岩性和厚度在空间上都有迅速的变化。在这类建造中还广泛分布有岩浆岩和火山碎屑物质。典型的地槽型建造有细碧角斑岩建造，复理石建造等。

【地台型建造】　formation of plat form　泛指在地台环境中产生的沉积建造。通常堆积厚度不大、分选良好、大面积内比较稳定；形成的海相和陆相地层很少变质，构造变形也较弱。例如华北的寒武奥陶系和华南的石炭二叠系的碳酸盐建造都是典型地台型建造。

【过渡型建造】　formation of transitional area　兼具地槽型和地台型某些特征的沉积建造。其特点是，碎屑沉积占优势，其中泻湖沉积或陆相沉积分布广泛。海相地层通常只见于剖面的下部，并出现在其形成初期。此种建造不含火山堆积、厚度巨大，有时具有很复杂的褶皱构造。它们总是堆积在大型隆起附近的快速下降区。例如磨拉石建造、某些含煤建造和红层建造等都属于过渡型建造。

【细碧角斑岩建造】 spilitic－kerato－phyre formation 是优地槽的典型建造，它是在地槽下降运动最剧烈、并伴有强烈海底火山喷溢的时期中形成的。典型的代表岩石为钠质火山岩，如细碧岩、角斑岩、玄武岩、安山岩和凝灰岩等；伴生岩石有各种硅质岩和硬砂岩等，它们彼此多成互层，因此，又叫做硅质－火山岩建造。我国祁连山地槽就有这种建造。在这种建造的硅质岩层中，多见富铁、锰、磷等矿床，而在火山岩中又常含铜、铅、锌、黄铁矿和稀有元素等矿床。

【硅质火山岩建造】 siliceous volcanic rock formation 参见“细碧角斑岩建造”。

【红层建造】 red bed formation 又称红色岩建造，指一套主要由泥质岩石、细粒砂岩、粉砂岩等组成的以红色为标志的陆相沉积。它有时还夹有薄层砾岩和白云岩、石灰岩和石膏等，岩石色调虽以红色为主，但也有红褐色、浅绿色的。红色建造是在湿热或周期性干旱的气候条件下形成的河流、三角洲、湖泊以及近海的沉积。这种建造一般出现在造山期之后，常分布在山间坳陷和盆地中，其中产有石油、岩盐、石膏、铜等矿产，有时也产有煤。如云南中部三叠纪末至侏罗纪的禄丰群就是红层建造。

【红色岩建造】 red rock formation 即“红层建造”。

【泻湖建造】 lagoonal formation 指以岩盐、钾盐、石膏、硬石膏和白云岩的巨量堆积为特征的建造。所有这些化学成因的岩石，都是在泻湖环境和海水蒸发的条件下沉淀的。

【含煤建造】 coal－bearing formation 指一种有共生关系的沉积物多相组合。它们的必要组分是滨海相煤层，并占有一定的大地构造位置。

【石英砂岩建造】 quartz－sandstone formation 鲁欣（19153）指由石英砂组成的地层，其矿物成分非常单纯，几乎全由石英颗粒组成，长石很少，重矿物的数量也不大，建造厚度通常为几十米，主要分布在地台上，产于缓慢上升的侵蚀区的边缘。

【复理石建造】 flysch formation 一种典型的地槽型沉积建造，它是海相陆源碎屑物质，主要由砂、泥质层交替组成，具有韵律特征。建造的总厚度很大，有时可达万米以上。由粗到细的碎屑物质相间构成明显的韵律结构，单个韵律厚度自数厘米到数十厘米。上下两个韵律之间常被冲刷面所分隔，在每一韵律的底板上具有特殊的象形印模。建造中砾岩很少，交错层和波痕罕见，几乎不含化石，岩石分选性较差。复理石建造韵律的形成可能与一定规律变化的浊流或节奏频繁的地壳运动有关。

【粘土页岩建造】 shale formation 又称页岩硬砂岩建造、下部陆源建造。是一种地槽型建造，它以粘土质岩石占优势为特点。这种粘土质岩系往往含有包括硬砂岩在内的各种砂岩和少量灰岩夹层，有时还可能有细碧岩、安山玄武岩及其凝灰岩的夹层。建造厚度可由数百米到数千米。粘土页岩通常因富含有机质而被染成黑色和暗灰色，但也经常见有富含凝灰质的浅绿灰色粘土页岩。这种建造是在极其单一的自然地理条件下，于地槽下坳的初始阶段形成的。绝大多数粘土页岩建造都是海相沉积。

【磨拉石建造】 molasse formation 它是边缘坳陷和山间坳陷的典型沉积建造，是一套以陆相为主的、巨厚的砾岩和砂岩占优势的沉积岩层。这种建造的岩石分选性很差、层理不规则，常见交错层和波痕，相变急剧。它是地槽发展后期阶段的产物，由于地槽的褶皱隆起，使山脉受到剧烈剥蚀，因而在山前和山间的坳陷中形成了快速堆积。我国祁连山地槽走廊边缘坳陷中就发育有这种建造。

【灰岩建造】 limestone formation 又称碳酸盐建造。这种建造可见于地槽或地台中。灰岩建造的形成时期代表了最广泛海侵的时期。在地槽中，灰岩建造多形成于普遍□返之前，因之人们往往把它的顶界看作是地槽开始总体上隆的标志。地槽中的灰岩建造是以含泥质且有时含沥青质的暗色不纯灰岩为特征的，并且夹有较多的粘土岩、细碎屑岩和硅质岩。地台型的灰岩建造主要由纯灰岩或白云质灰岩组成，其中仅夹有少量粘土岩，反映它是在比较稳定的构造条件下形成的。

【绿岩带】 greenstone zone 指绿色岩系的分布地带。这种绿色岩系形成于地壳强烈活动阶段，它主要由玄武质和安山质火山岩及沉积岩组成。由于后期的变质作用，产生了大量角闪石、绿帘石、绿泥石等绿色矿物，故称“绿岩”。目前，国外地质学家特别重视对太古代绿岩带的研究，这是因为太古代的多数金属、非金属的形成和空间展布都与绿岩带的发育密切相关。我国早元古代早期的五台群的空间延展可视为绿岩带的一个实例。图为绿岩带的演化过程。表示早期前寒武纪绿岩带是在较薄的花岗质地壳上的裂隙中，由于玄武质岩浆沿裂隙上升溢出而形成的。

【建造系列】 formational series 又称建造序列。鲁欣提出的，有系统的岩性-构造单位，它把地壳某个地段上循序生成的若干建造连在一起。例如通常一个地槽建造系列，由下而上为细碧角斑岩建造、页岩一硬砂岩建造、灰岩建造、复理石建造，磨拉石建造。

中国区域构造

【中朝地块】 Sino-Korean massif 黄汲清（1945）认为李希霍芬等命名的“震旦地块”，不仅包含华北并且还包含朝鲜的大部，因而应改称为中朝地块。它包括内蒙地轴、东满地块、南朝鲜地块、山东地块及淮阳地盾、秦岭地轴、鄂尔多斯地台等次一级的构造单元。在本区出露的前寒武纪地层最大同位素年龄为32亿年。1980年黄汲清等在进一步综合大量的基本资料后，改称为中朝准地台。详见“中朝准地台”。

【震旦地块】 Sinian massif 参见“中朝地块”。

【华夏地块】 Cathaysia massif 位于东南地槽系的东部，闽浙及粤东沿海一带。海南岛及南海诸群岛，根据大地构造位置的分析，可能也包括在本区之内。本区的前震旦纪阶段为地槽发育时期，元古代晚期发生了强烈的褶皱和变质使本区完全褶皱成陆。在其以后的发展历史中，除海南岛外，全区长期隆起并受到剥蚀，以致古生代几乎没有接受沉积，因而又有华夏古陆之称。早三叠世末期的印支运动形成了一系列断陷盆地，同时伴有为数不多的花岗岩形成。晚三叠世以来，华夏地块以断陷盆地内接受陆相沉积和侏罗—白垩纪沿断裂的大面积中、酸性火山岩喷溢与大规模的花岗质岩浆侵入为特征。鉴于华夏地块上的“前震旦纪”的变质岩系中，有些部分可能属古生代乃至中生代。以及最近在东南沿海的岛屿上，在被中生代火山岩所覆盖的变质岩系中找到了石炭一二叠纪化石，因此，华夏地块是否存在，有人提出疑问。

【松辽地块】 Songliao massifl 其范围大致与松辽平原相当，总体呈一北北东向的不规则长方形。本地块又可划分为六个次一级构造单元：东部隆起带、中央坳陷区，西部隆断带、呼格尔一呼兰隆起区、架马吐隆起区和开鲁坳陷区。区内广泛被第四系覆盖，只边缘有较老地层出露。因此松辽地块的早期发展历史，尚不很清楚。推测早、中古生代阶段很可能是一个隆起区，晚古生代时仅在边缘地区和地块内部的少数地区接受沉积。侏罗纪起本区开始发育小型地堑式盆地，白垩纪早期地块整体下沉，形成大型内陆盆地。区内中生代地层褶皱平缓，但断裂很发育，两者共同组成了北北东向的构造。

【柴达木地块】 Qaidam massif 位于西北地槽系的南部，是夹于祁连山地槽与昆仑山地槽之间的一个菱形地块，其范围约与柴达木山间盆地相当。地块内部又可划分为二个次一级构造单元：北部隆起区和南部坳陷区。地块大部分为新生界所覆盖，前新生代地层只在其边缘出露。前震旦纪吕梁运动后，地块北部已进入稳定的发展阶段，南部则仍强烈坳陷；早古生代阶段，北部发育地台型沉积，南部地向斜在早古生代末受加里东运动影响而褶皱隆起，加里东运动后，地块四周都为褶皱山脉所围绕，盆地雏形已基

本形成。晚古生代时，盆地中央处于隆起状态，海水仅侵漫了其边缘地区。整个晚古生代为稳定沉积过程。中生代早期，整个盆地上升成陆，内陆山间盆地基本形成。侏罗—白垩纪时盆地边缘强烈坳陷，有较厚的陆相碎屑堆积。燕山运动主要表现为轻微的褶皱和较明显的断块运动，并伴有少量酸性岩浆活动。新生代有巨厚的沉积，喜马拉雅运动使中生界及第三系普遍发生褶皱和断裂。

【塔里木地块】 Tarim massif 包括介于天山地槽和昆仑山地槽之间的东西向菱形塔里木盆地及其边缘的一些山地。地块内部又可划分为五个次一级构造单元：塔里木中间隆起，库鲁克塔格早古生代坳陷、柯坪塔格早古生代坳陷、库车中生代坳陷、叶尔羌中生代坳陷。塔里木地块的基底形成于晚元古代晚期，此后进入长期稳定的发展阶段。震旦纪时地块的西北部柯坪地区及东北部库鲁克塔格地区形成两个狭长的坳陷带，发育了碎屑沉积，并伴有火山喷发活动。早古生代除地块中央部分继续隆起外，边缘均接受了碳酸进沉积。泥盆纪末海退，全区因此上隆遭受剥蚀。石炭二叠纪有较广泛的海侵。晚古生代末海西运动使地块周围地槽封闭，地块边缘地区也受到影响，致使古生代地层发生断裂和褶皱，还有大规模酸性岩浆侵入。塔里木也因此而成为一个大型内陆盆地。中生代早期起分别形成库车和叶尔羌两个山前坳陷，接受了以陆相为主的中新生代沉积。燕山运动表现为轻微褶皱与断裂。也有人把它称为塔里木地台。

【准噶尔地块】 Junggar massif 介于天山与阿尔泰及准噶尔西北诸山之间，与准噶尔盆地范围相当。地块内部可分为四个次一级构造单元：乌鲁木齐山前坳陷、中部隆起区，北部边缘隆褶区和奇台拗陷区。地块几乎全为新生界所覆盖，古生界及中生界只在地块边缘出露。古生代时，地块四周处于地槽发展时期，而地块则处于相对上隆状态，仅其边缘部分有海侵。二叠纪末期，当四周地槽褶皱成山时，地块相对下陷，形成一个大型内陆盆地。因此，地块的中新生代的发展历史，实际上也就是这个盆地的发展历史。中新生代期间，地块南缘的乌鲁木齐山前坳陷一直处于大幅度下沉状态。燕山运动较微弱，但第三纪晚期的喜马拉雅运动影响很大，致使中新生代地层普遍发生构造变形。

【羌塘地块】 Qiangtang massif 位于滇藏地槽系北部，其东部和东北部大致沿金沙江与青康滇地槽为界，南部东段以澜沧江与横断山地槽为界，西部与喀喇昆仑地槽的界线不明。地块内部又可划分为三个次一级构造单元：唐古拉隆起区、乌丽—昌都山前坳陷和曼尼—古罗坳陷区。羌塘地块可能以前震旦纪变质岩为基底，上覆上古生代和中生代的沉积岩相均属地台型和过渡型的沉积建造，褶皱与岩浆活动均不强烈，推测它是一个中间地块。

【华夏古陆】 Cathaysia 葛利普（A. W. Grabau）命名。指现在亚洲大陆东部边缘及包括东南海岛的前寒武纪以来存在的大陆。古陆在古生代末以至中生代时虽有部分下沉，但一般认为现代仍有存在。华夏古陆的位置我国许多学者的见解不一，李四光认为应包括我国北部地区，黄汲清认为应包括我国东南部略呈北东—南西的地带。谢家荣则认为华夏古陆不一定存在。

【江南古陆】 Jiangnan old land（landmass） 黄汲清（1945）提出的加里东褶皱中的次一级单元。指长江以南，江西北部、安徽南部、广西、贵州、浙江等地广泛分布的前寒武纪沉积岩区，略呈东西乃至北东东—南西西分布，为加里东造山期形成的古陆。

【印支古陆】 Indosinian old landmass，Indo – China old landmass 弗罗马热（J. Fromaget）命名。位于泰国东部和柬埔寨的前寒武纪的地块，即徐士（E. Suess）所称的柬埔寨地块。

【淮阳地盾】 Huaiyang shield 黄汲清 1945 年命名，为中朝地块的次一级单元。指长江下游自武汉至南京间长江以北的前寒武纪结晶岩系分布的地区，由于古老的结晶岩系构成的淮阳山在构造图上显示盾形，故称淮阳地盾。这一名词现已少用。

【华北地台】 North China platform 主体位于我国阴山山脉和泰岭、大别山系以北的广大地区。华北地台曾划分为十二个次一级构造单元。它们是内蒙地轴，秦岭地轴、淮阳地盾、鲁东地盾、辽东台背斜、山西台背斜、鲁西台背斜、辽冀台向斜、鄂尔多斯台向斜、燕山台褶带、豫淮台褶带、贺兰一六盘台褶带等。华北地台的基底形成于早元古代末期（约 17 亿年前），因此它是一个古地台。地台盖层由晚元古界、古生界、中生界和新生界组成。在地台的发展阶段中、早期（17—5.7 亿年的中、晚元古代）差异的升降运动十分明显，常常构成大型长条状隆起和与之相伴生的条形强烈沉降地带。中期（古生代期间）是典型的地台发展阶段，地台以总体的升降运动为特征。自晚奥陶世至早石炭世末，华北地台因上隆遭受长期剥蚀而形成一个大的沉积间断。早二叠世开始结束海侵。晚期（中、新生代阶段），地台活动性显著增强。不仅表现在自中生代以来地台内部差异性升降运动极为明显，还表现为燕山运动使地台盖层遭受了较强的构造变形和伴有大量的火山喷发和中酸性岩浆侵入。新生代继承了这种活动性。有人认为秦岭地轴和淮阳地盾可能是秦岭地槽的组成部分，不应列为华北地台的二级单元。

【鄂尔多斯地台】 Ordos platform 黄汲清（1945）提出，是中朝地块一个次一级单元，约在中朝地块的中部。指大青山以南到秦岭的黄河河套以南的广大地区。从构造上与俄罗斯地台、西伯利亚地台相比拟。从形态上分地台为南北两部，南部包括陕北和甘肃东南的一部分，是一黄土高原，黄土冲沟中出露产状平缓的古生代、中生代地层；北部为鄂尔多斯沙漠，墓底部分为结晶片岩。由于基底为硬坚的前寒武纪地块，因而是

一个比较隐定的地台。鉴于在地台之上形成大型的中生代陆相沉积盆地，1980 年黄汲清等在其主编的“中国大地构造及其演化”中改称为鄂尔多斯台坳。

【西南地台】 South – West China platform 位于我国西南部，包括川、黔、滇、鄂、湘等省大部分，以及陕南和桂北边缘地带。地台的边缘有一些山脉环绕，如北边的米仓山和大巴山，东边的雪峰山，西北边的龙门山等。本地台可划分为七个次一级构造单元：武陵台背斜、康滇台背斜、四川台向斜、黔中南台向斜、鄂黔台褶带、滇东台褶带、龙门山一南大巴山台褶带等。地台的基底形成于晚元古代晚期（约 10 亿年前）。地台的盖层由震旦系（10 ~ 5.7 亿年的沉积岩系）、古生界、中生界、新生界组成。在地台发展阶段中，震旦纪时的隆起与坳陷的分布，已经构成地台的二级单元的雏形，古生代继续发展。早二叠世海侵最广，岩相厚度非常稳定，以碳酸盐建造为主，末期有玄武岩喷发活动。中三叠世末结束海浸，晚三叠世末期地台北部发生大型内陆坳陷，四川盆地雏形因之形成。燕山运动使地台盖层产生梳状褶皱及各种断裂，但岩浆活动非常微弱。新生代早期喜马拉雅运动以强烈上升为主，仅东北部地区沉降形成较大的东湖盆地。

【内蒙地轴】 Inner Mongolian axis 黄汲清（1945）提出的中朝地块中的一个次一级的构造单元。约相当于孙健初在大青山地区划出的前寒武纪结晶片岩、片麻岩分布区及德日进所谓的结晶地障地带，包括口北地障、阿拉善三角地两个部分。它位于中朝地块的北部，主要组成部分为内蒙地区略呈东西走向的大青山脉及其向东延伸部分，由前寒武纪的结晶片岩、片麻岩组成。东西延长约 2000 公里，南北宽达 300 公里，东与东满地块相接，北接内蒙地槽。1962 年中朝地块改称中朝准地台。

【秦岭地轴】 Qinling axis 黄汲清（1945）提出的中朝准地块中的一个次一级单元。淮阳地盾可视为秦岭地轴的东延部分，有人认为西延与“陇西地块”相连合称为“秦祁地轴”。南、北以深断裂与东秦岭褶皱带、豫西褶皱带及渭河地堑分界。这个地轴一向被认为是一个由古老变质岩系组成的长期的隆起带，近年来获得的资料表明，组成秦岭地轴北半部的宽坪群、陶湾群分布地区，是一个由中元古代地层组成的褶皱带。构成原秦岭地轴南半部的柞水群，已被证明为上古生界，后来又在商县以东的所谓“太古界”中发现古生代微体化石，说明它至少部分属于古生代地槽褶皱带。

【康滇地轴】 Xikang – Yunnan axis 黄汲清（1945）命名，以原西康省及云南省的简称“康”、“滇”命名的构造单元。系指康定以至红河一带广泛分布前寒武纪结晶片岩、低变质岩类构成的隆起带。现已很少使用。

【轴缘坳陷】 peripheral depression of axis 黄汲清等（1959）提出，指位于地轴的朝向地台的一面，并往往以深断裂和地轴相隔、并与地轴有成因联系的，线状延伸的大型坳陷。它一般是在中、晚元古代或早古生代发展起来的，沉积岩大半是海相碎屑岩及碳酸盐岩，其厚度比地台其他单元同时期地层要厚一至二倍。如与内蒙地轴相伴随的燕山坳陷带就是内蒙地轴的轴缘坳陷。

【东北地槽系】 Northeast（China）geosynclinal system 位于白云鄂博—赤峰—康平一线以北的东北境内。它是辽阔的蒙古—鄂霍次克古生代地槽系的一个组成部分。内部又可分为兴蒙地槽、吉林地槽和松辽地块等三个二级构造单元。在寒武、奥陶纪时，强烈拗陷限于兴蒙地槽北部，加里东运动在那里有明显表现。志留纪起，兴蒙址槽南部和吉林地槽先后进入地槽发展阶段。早期和晚期海西运动对本区影响强烈，不仅导致复杂的构造变形，而且伴有巨型的花岗岩岩基的形成。中、新生代阶段，全区海退，长期上隆的松辽地块于侏罗纪起发育了小型断陷盆地。至白垩纪，整个地块下陷，形成大型内陆盆地。这个阶段断裂活动特别发育，并伴随有小型花岗岩及岩脉侵入，新生代时仍有玄武岩喷发。

【兴蒙地槽】 Xing Mong geosyncline 位于东北地槽系的西部，由兴安岭山地及内蒙高原两部分组成。本区又可分为六个次一级构造单元：额尔古纳海西早期地背斜、海拉尔海西早期地向斜、阿尔山海西早期地背斜、二连海西晚期地背斜、哲斯海西晚期地向斜、苏尼特右旗海西晚期地背斜。本区前古生代阶段的大地构造特点还不甚清楚。寒武—奥陶纪阶段，地槽北部额尔古纳与阿尔山地区形成地向斜，而海拉尔则为相对隆起的地背斜。加里东运动使两个地向斜褶皱□返并上升。志留—早石炭世阶段，海拉尔地区强烈下降成为地向斜，槽南部也开始强烈下陷。早期海西运地动使地槽北部褶皱□返。晚古生代阶段，地槽南部仍保持为强烈下陷地区。晚期海西运动使地槽最终褶皱封闭，形成了一系列轴向北东的复向斜和复背斜构造。伴随两期海西运动，都有大量中酸性岩浆侵入，形成巨大的岩基。燕山期所形成的构造线方向为北北东向。由于这个时期以块断运动为主，导致侏罗—白垩纪的火山岩几乎遍盖全区，同时还有大量的燕山期花岗岩形成。喜马拉雅期块断运动继续发展。

【吉林地槽】 Jilin geosyncline 位于东北地槽系的东部，包括吉、黑两省的东南部。本区可划分为三个次一级构造单元：吉林地向斜、老爷岭地背斜和珲春地向斜。根据零星资料推测，本区在前古生代处于地槽发展阶段。早古生代，本区基本上保持了元古代末地壳运动所造成的隆起状态。晚古生代早期本区下降，尤其是南部地区下降最为强烈，因而进入到晚古生代的地槽发育阶段。二叠纪末的海西运动使地槽全面褶皱□返上升为陆，形成一系列北东东向的复背斜及复向斜。伴随这次使地槽封闭的强烈运动，有大量花岗岩岩基形成。三叠纪时，全区处于隆起状态，侏罗纪开始断裂活动强烈，形

成一系列断陷盆地。在燕山运动末期还有大量的花岗岩岩基形成。新生代断裂活动仍很显著，并伴有大面积的玄武岩喷发活动。

【东南地槽系】　South－east China geosynclinal system　位于我国东南部，包括浙、赣、闽、粤四省的全部，湘桂两省的绝大部分，苏、皖两省之南部，及鄂滇两省的东南部，西沙和中沙群岛等可能也属本地槽系。地槽系内可划分为三个二级构造单元；下扬子地槽、南岭地槽和华夏地块。本区从晚元古代起，地槽发展面貌已经十分清晰。晚元古代晚期的地壳运动使东南地槽系内二级和三级构造单元的轮廓基本形成。在早古生代阶段除华夏地块处于隆起状态外，南岭、下扬子两地槽继续保持地槽坳陷状态。早古生代末的加里东运动，结束了东南地槽系的地槽发育历史。泥盆纪至中三叠世的以海相为主的沉积地层明显表现为地台型的盖层沉积，因此东南地槽系也可称为后加里东地台——年青地台。中三叠世以后的印支运动，使盖层发生比较强烈的褶皱和断裂变形，同时伴有花岗闪长岩的侵入；燕山期和喜马拉雅期的地壳运动性质以断块运动为主，许多小型的北东、北北东向的断陷盆地由此形成。燕山期并有大规模的中酸性岩浆侵入和喷发。我国东南沿海的岛屿上最近在被中生代火山岩覆盖的变质岩系中找到了石炭一二叠纪化石，因此华夏地块是否存在，以及如若存在则它的边界在哪里都有待进一步研究确定。

【下扬子地槽】　Lower Yangtze geosyncline　是东南地槽系最北部的一个二级构造单元。其范围包括苏、皖南部，赣、浙北部及鄂东和湘东北等地区。它由鄱阳地背斜、皖南地向斜、浙西地向斜等三个次一级构造单元组成。鄱阳地背斜主要由晚元古代的浅变质岩系组成，它在下古生代处于隆起状态，很少接受沉积。反之，在地背斜南北的浙西地向斜和皖南地向斜中，早古生代有巨厚的地槽型沉积。早古生代末结束了地槽发展历史，因此下扬子地槽是加里东地槽。由于早古生代末加里东运动十分微弱，既没有明显的构造变形，又没有变质作用和大规模岩浆侵入，而且属于地台型沉积的上古生界与下古生代地槽型沉积之间有时呈假整合、乃至连续过渡的接触关系。为了强调这种地槽封闭的特殊方式，北京地质学院区域地质教研室称之为渐进式地槽。晚古生代是下扬子地槽的地台发展阶段。印支运动和燕山运动引起了普遍的构造变形，并伴有相应的岩浆活动。

【南岭地槽】　Nanling geosyncline　位于我国南部，包括湘、赣、粤、桂和闽西南的广大地区。南岭地槽可划分为五个次一级构造单元：赣东地背斜、云开地背斜、湘桂地向斜、闽粤地向斜和赣湘粤地向斜。南岭地槽是一个范围较广阔的晚元古代一早古生代地槽，在几个地向斜中堆积了巨厚的地槽型沉积建造。志留纪末期的加里东运动使地槽型沉积发生强烈褶皱和普遍变质，同时伴有大型的花岗岩侵入，从而结束了地槽发展史。晚古生代的地台发展阶段中，隆起、坳陷的空间布局沿袭了早古生代特点。此阶段

的沉积岩相相当稳定，但沉积厚度却很大，三叠纪晚期的印支运动使盖层形成轴向北东的过渡型褶皱，并伴有广泛分布的花岗岩和花岗闪长岩的侵入。侏罗纪以来进入了内陆盆地和断陷盆地发育时期，有大规模的断裂活动和岩浆活动。燕山期以断块运动为特点，褶皱较弱，所形成的构造线方向总体呈北北东向。

【西北地槽系】 North – west China geosynclinal system 位于我国西北部，包括新疆全境、青、甘两省大部地区，此外还包括内蒙及西藏一部分。它往西延至苏联境内，往东经蒙古人民共和国而与东北地槽系相接。本地槽系可划分为七个次一级构造单元：祁连山地槽、柴达木地块、昆仑山地槽、塔里木地块、天山地槽、准噶尔地块和阿尔泰地槽。古生代为本区地槽发展阶段。震旦纪时，本区大部分地区处于隆起状态，只是在塔里木地块边缘接受了海相地台型沉积。至早古生代，地槽系内部分异明显，祁连、昆仑、天山及阿尔泰等地槽先后进入了强烈坳陷阶段，祁连及北山地区都有强烈的基性火山喷发，而其他地区则多为冒地槽型沉积，加里东运动使下古生界发生强烈褶皱和普遍区域变质。晚古生代时期祁连山地槽、东昆仑地槽及柴达木地块由于已褶皱□返，进入相对稳定的发展阶段，而其它地槽则继续发展；同时三个中间地块的边缘部分都被海侵，接受地台型沉积。二叠纪末的海西运动使地槽系总体结束了地槽发展历史，伴随这次运动有大量酸性岩浆侵入。中新生代阶段，有巨大的内陆盆地形成，在褶皱带中发生了强烈的断块升降运动。

【祁连山地槽】 Qilianshan geosyncline 位于西北地槽系东部，包括祁连山、河西走廊及陇东地区。本区可划分为四个次一级构造单元：走廊边缘坳陷、北祁连加里东地向斜、中央地背斜和南祁连加里东地向斜。元古代末，中央地背斜形成，在其南北两侧分别坳陷，形成两个加里东地向斜，接受了巨厚的早古生代沉积。其中北祁连地向斜为优地槽性质，而南祁连地向斜则为冒地槽性质。加里东运动结束了地槽发展阶段，形成了巨大的加里东褶皱带。晚古生代本区是处于相对稳定状态，有地台型沉积发育，但南、北祁连仍有差异。北部除有晚泥盆世边缘坳陷的磨拉石堆积外，其它时代的沉积特点与华北地区相似；南祁连的沉积特点则与华南地区相似。中生代三叠纪末普遍发生褶皱上升，但褶皱不甚强烈，在南祁连还伴有大量花岗岩侵入。中新生代内陆山间断陷盆地普遍发育，沉积范围小，分布不广，但在走廊坳陷发生强烈的坳陷，沉积巨厚；中新生代的构造变动及岩浆活动都很微弱。

【昆仑山地槽】 Kunlunshan geosyncline　位于西北地槽系南部，与昆仑山的范围相当。由于研究程度低，对其地质特征了解不多，暂分为两段，西段称为西昆仑地槽，东段称为东昆仑地槽。西昆仑地槽自北而南又划分为：北部地向斜、中央地背斜和南部地向斜。元古代晚期，北部强烈坳陷。寒武纪起，南北两地都强烈坳陷，而中央部分相对上隆。中志留世末加里东运动使下古生界普遍发生强烈褶皱与区域变质，但岩浆侵入活动却很微弱。晚志留世至二叠纪末，地槽继续发展，二叠纪末海西运动才使地槽完全褶皱封闭，还伴有大规模的酸性岩浆侵入。中生代处于剥蚀状态，新生代则强烈上升。东昆仑地槽被柴达木地块分隔为两部分，因此其内部可分为两个次一级构造单元：阿尔金加里东地向斜和布尔汗布达加里东地向斜。东昆仑地槽的发展历史是，早古生代发育了巨厚的地槽型沉积和火山岩建造，加里东运动使地槽褶皱升起，并产生区域变质以及小型花岗岩的侵入；晚古生代的沉积属地台型。海西运动影响普遍，使全区褶皱上降，伴有大量花岗岩侵入。中新生代的主要特点是褶皱带内的断陷盆地极为发育。

【天山地槽】 Tianshan geosyncline　其范围与夹持于塔里木盆地和准噶尔盆地之间的天山山脉，及其东延的北山地区大致相当。天山地槽内部又可划分四个次一级构造单元：从北往南有博罗霍洛—吐鲁番地向斜（北天山地向斜），伊犁—马鬃山地背斜（天山中央地背斜），玛依坦塔格地向斜及北山地向斜。天山地槽的发育始于寒武纪初，上述四个次一级单元大体也在此时形成。下古生代末期的加里东运动，使地向斜部分褶皱，形成了加里东褶皱带。晚古生代，地槽继续发展。南、北天山两个地向斜的发育具有明显的差异性，即南天山为冒地槽性质，北天山属优地槽性质。在此阶段中，天山地槽经历了多次构造运动，每次运动都伴有大量中酸性的岩浆侵入。整个地槽的褶皱封闭，完成于早二叠世末期。中生代时，天山地区处于相对稳定阶段，主体部分长期隆起遭受剥蚀，但内部也有断块盆地形成。第三纪晚期，断块运动强烈，致使中、新生界的构造变形以断裂变动为主，这种断块运动一直延续至今。

【阿尔泰地槽】 Altay geosyn line　位于西北地槽系的北部，包括中国境内的阿尔泰山及其南面的山前平原，以及北塔山及准噶尔盆地西北部的山地。阿尔泰地槽内部又可划分为三个次一级构造单元：北阿尔泰加里东地向斜、斋桑海西地向斜和玛立齐尔海西地向斜。早在奥陶纪时，阿尔泰山区及玛立齐尔区已处于地向斜发育阶段，而斋桑地区则是相对隆起。志留纪末加里东运动使北阿尔泰地向斜褶皱隆起。斋桑地区则由原来的隆起转化成强烈拗陷。这次运动使下古生界岩层普遍发生强烈褶皱和区域变质，但岩浆活动是微弱的。晚古生代阶段，斋桑地区开始强烈坳陷，玛立齐尔及阿尔泰山部分地区也再下陷，接受地槽型沉积。整个海西旋□中火山活动强烈，伴随海西运动有岩浆侵入活动，二叠纪末地槽完全封闭。中生代时大部分地区处于剥蚀状态，燕山运动在本区表现微弱，但近期喜马拉雅运动较强烈，它表现为强烈的断块升降，造成了今天的阶梯状山形。

【喀喇昆仑—念青唐古拉地槽】 Karakorum – Nyainqĕntanglh ageosyncline 位于滇藏地槽系的西部，其东与横断山地槽相接，两个地槽之间并无明显的界线，大致以念青唐古拉为界；其西到喀喇昆仑山向西越国境而达喀什米尔一带；其北与羌塘地块相接，大致以唐古抗山为界；其南与喜马拉雅地槽为邻，大致以雅鲁藏布江为界。地槽内部又可划分为三个次一级构造单元：冈底斯一念青唐古拉地背斜、乔戈里地背斜和阿陵地向斜。早古生代全区处于隆起状态，晚古生代广泛海侵，形成以碳酸盐为主的沉积。中晚三叠世东部活动加剧。侏罗、白垩纪时全区强烈活动，形成有复理石和火山岩建造。白垩纪末的燕山运动使地槽全部封闭，同时伴有大量基性、酸性岩浆侵入。新生代广大地区为内陆湖泊沉积，局部有安山岩、流纹岩、粗面岩、长石斑岩等。

【秦岭地槽】 Qinling geosyneline 位于滇藏地槽系的最东部，在豫、陕、甘、青、川、鄂六省的交汇处，包括秦岭主脉以南，大巴山、米仓山和积石山以北的广大地区。地槽内部又划分为四个次一级构造单元：南秦岭加里东地向斜、武当地背斜、东秦岭海西地向斜和西秦岭海西 – 印支地向斜。前三者位于徽成盆地以东，统称东秦岭地槽，与徽成盆地以西的西秦岭海西一印支地向斜相对应。武当地背斜形成于晚元古代晚期。震旦纪初，在其南北两侧分别形成南秦岭加里东地向斜和东秦岭地向斜，同时伴有强烈的基性岩浆喷发。寒武奥陶纪时，秦岭东段的沉积具有相对稳定的特点，但在秦岭西段则发育了巨厚的地槽型沉积。但至志留纪南秦岭加里东地向斜中出现了强烈的基性岩浆喷发活动。志留纪末的加里东运动使南秦岭褶皱上隆，还伴有大量岩浆侵入。晚古生代时，坳陷限于东秦岭和西秦岭两个海西地向斜中，但东秦岭以稳定型沉积为主，西秦岭则以复理石沉积为特征，显示出东、西两段的差异性，东秦岭地向斜于二叠纪末褶皱隆起，而西秦岭地向斜的发展则延续到三叠纪末期。三叠纪末期的印支运动使秦岭地槽褶皱封闭并整体上升为大陆。侏罗、白垩纪形成了许多断陷盆地，如徽成盆地。燕山运动又使侏罗、白垩系产生了北东向的褶皱和断裂。新生代断块运动继续发展。喜马拉雅运动使第三系产生平缓褶皱和断裂。

【滇藏地槽系】 Yunnan – Xizang（Tibet） geosynclinal system 位于我国西南部，包括西藏全境、青海和新疆的南部边缘地区、云南和四川西部、甘、陕西南部以及湖北西北部的广大地区。地槽系内部又划分为六个次一级构造单元：秦岭地槽、青康滇地槽、羌塘地块、横断山地槽、喀喇昆仑 – 念青唐古拉地槽和喜马拉雅地槽。这个地槽系是在前震旦纪结晶基底上发育起来的中生代、新生代的地槽系。元古代时本区地壳分异现象已经明显。初步形成羌塘、大喜马拉雅 – 念青康古拉等隆起区及其间的秦岭、青康滇地区、喀喇昆仑 – 横断山、北喜马拉雅等巨大坳陷。这些坳陷就形成了原地槽。吕梁运动结束了原地槽的发展。早古生代大部分地区处于隆起状态。仅东秦岭、滇西等地遭受海侵。加里东运动使南秦岭地向斜褶皱升起。中古生代普遍海侵。早期海西运动使秦

岭和青康地区褶皱升起。晚古生代，多数地区基本上处于相对稳定状态。中生代绝大部分地区均强烈活动，印支运动使秦岭地槽和青康滇地槽褶皱封闭；燕山运动使横断山地槽、喀喇昆仑地槽褶皱升起。新生代始新世末使喜马拉雅地槽强烈褶皱上升，从此本区全部脱离海侵，开始了大规模的隆起阶段。滇藏地槽系各阶段的岩浆活动也十分强烈。

【青康滇地槽】 Qinghai – Xikang – Yunnan geosyncline 位于滇藏地槽系的东部，与西南地台为邻。包括青海南部、四川西部及滇西部分地区。地槽内部又可划分为十个次一级构造单元，哀牢山印支地背斜、平武—茂汶印支地背斜、金沙江印支地背斜、木里印支地背斜、中甸印支地背斜、阿尼玛卿印支地背斜、巴颜喀拉山印支地向斜、雅砻江印支地向斜、丽江印支地向斜和无量山–云岭印支地向斜。这是一个三叠纪印支运动结束的地槽。古生代时已处于地槽状态。早、中古生代时北段和中段，地壳活动剧烈，而南段滇西地区比较稳定；晚古生代时坳陷扩大，分异加强，滇西及巴颜喀拉地区相对稳定。整个古生代都有大量基性岩浆喷出。海西运动形成各个地背斜，并伴随有小规模的基性到酸性岩浆的侵入。三叠纪是地槽发展的主要时期；末期的印支运动产生强烈的构造变动和大规模酸性岩浆侵入，地槽发展因之结束。此后，发育了许多内陆断陷盆地，燕山运动产生了褶皱断裂和以酸性为主的小规模喷出和侵入。新生代还有碱性岩浆喷出，大断裂带重新活动以及频繁的地震发生等。

【横断山地槽】 Hengduanshan geosyncline 位于滇藏地槽系最南突出部分，包括怒江流域及拉萨等地。其东界以澜沧江与羌塘地块、青康滇地槽为界；西南部和喜马拉雅地槽为邻；西边与喀喇昆仑—念青唐古拉地槽相连，南端延入缅甸境内。地槽内部又可划分为五个次一级构造单元：拉萨地向斜、加玉桥地背斜、怒江地向斜、高黎贡山地背斜和怒山地背斜。横断山地槽在早古生代为相对稳定阶段。晚古生代海侵范围扩大，仍较稳定，仅在拉萨地区强烈活动，形成了一套复理石和火山岩建造。海西运动可能使拉萨地向斜局部褶皱上升。中生代是地槽发展的重要时期，许多地区形成复理石建造。燕山运动结束地槽发展阶段，并使地层产生强烈的构造变形和普遍变质，此外伴随运动还有大量的中酸性及基性岩浆侵入。但地槽各段封闭的时间不同，东段在侏罗纪，西段在早白垩世末，喜马拉雅运动表现为差异性升降运动形成高山狭谷。

【喜马拉雅地槽】 Himalaya geosyncline **被夹持在其北的喀喇昆仑山地槽、横断山地槽和其南的印度地台之间。境内主要为喜马拉雅山系所占据，由北往南由查斯卡尔山脉、拉达克山脉、大喜马拉雅山脉、小喜马拉雅山脉和锡伐利克山脉所组成。其中后两条山脉已不在我国境内。我国境内的喜马拉雅地槽内部又可划分为五个次一级构造单元：雅鲁藏布江地向斜、查斯卡尔–拉古隆古地背斜、北喜马拉雅地向斜、大喜马拉雅地背斜和南喜马拉雅地向斜。这个地槽是在古地台的基础上发展起来的。古生代海相沉积的岩相厚度变化不大，因而属于相对稳定的发展阶段。中生代时发育了典型的以复理石建造为主的地槽沉积这是地槽发展的重要时期。印支运动或早期燕山运动使全区转入以上升为主的阶段，因而白垩纪和早第三纪的沉积范围不断缩小。新生代早期的活动性达到最高峰，地壳差异性升降更加明显，在地槽南、北两侧的坳陷内，接受了巨厚的地槽型沉积。始新世末喜马拉雅运动结束了地槽发展，并伴随有强烈的岩浆活动及褶皱断裂。新第三纪时全区强烈上升，在南侧形成锡伐利克边缘坳陷。**

【乌苏里中生代地槽】 Ussuri Mesozoic geosyncline **位于我国黑龙江省东北角，包括那丹哈达岭全部、完达山北端，乌苏里江中下游地区。这个地槽属于西太平洋地槽系的一部分，为苏联锡赫特–阿林中生代地槽之南延部分，西南为吉林地槽所包围。乌苏里地槽古生代以前的地质历史与吉林地槽的很相似。但自中生代以后，却有显著差别，在古生代及泥盆纪阶段，本区上升而处于隆起状态，长期遭受剥蚀。在晚古生代阶段。本区强烈沉陷。遭受海侵，有广泛的海底基性火山喷发，二叠纪末全区上升为大陆。晚三叠世本区再度强烈下陷，早侏罗世继续发展，而形成有复理石建造和中基性火山岩建造。中侏罗世末期整个地槽强烈褶皱隆起，形成北北东方向为主的复背斜构造，伴随花岗岩侵入。晚侏罗世至第三纪都发生有陆相火山喷发，但构造变动不强烈。**

【台湾新生代地槽】 Taiwan Cenozoic geosyh（Рухин）cline **它包括台湾本岛及其附近岛屿。台湾本岛绝大部分为山脉所占据，只西部海岸一带为滨海平原。山系有二：一为台东的海岸山脉；一为台湾山系，又可分为三带，自东向西依次有：中央山脉、新高山脉和阿里山脉，山脉走向都近于南北。地槽内部又可划分为七个次一级构造单元：菲律宾海盆、火烧岛–兰屿地背斜、海岸山脉地向斜、中央山脉地背斜、新高山地向斜、阿里山地向斜和台西边缘坳陷。台湾地槽出露地层以新生界为主，更老的地层仅见于中央山脉东坡，因其时代尚未详细确定，一般统称为前第三系。前第三系中有一套绿色片岩系，即大南澳群，厚达数千米，中含二叠纪海相化石；其上有以黑色板岩为主的碧侯群，推断为中生代晚期的沉积。大南澳群的褶皱变质，可能系由晚期海西运动或早期印支运动所造成，碧侯群的褶皱变质，可能是由中生代末燕山运动造成的。早第三纪地槽性质明显，形成新高山地向斜，有巨厚的碎屑沉积和中基性火山喷发；渐新世地槽褶皱上升，中央山脉基本形成，在其东西两侧，形成两个地向斜，又接受了新第三纪堆积，并有火山活动。上新世末的构造运动使地向斜褶皱□返，形成现代阿里山脉、东海岸山脉和台西边缘坳陷。第四纪火山活动也较强。**

【震旦褶皱带】 Sinian fold belt 马杏垣（1959）创名。指在我国有单独划出“震旦褶皱”的必要性，并认为震旦纪末的地壳运动，可以和阿森特运动及贝加尔运动对比。在华北有豫西－淮南和燕山两地为例，在华南震旦褶皱带很可能不仅存在，而且分布极广，甚至西南地台的基底可能也是在震旦纪中期以后才形成的。

【印支褶皱带】 Indo－Sinian folding belt 指在印支旋□内因造山运动而形成的褶皱带。我国西部的特提斯带发育有三江褶皱系，松藩－甘孜褶皱系和西秦岭及南秦岭的印支期地槽褶皱带，我国东部的滨太平洋大陆边缘活动带。印支运动在我国境内表现为西部弱，向东部逐渐增强，以不同形式叠加在不同时期基底岩系之上。在我国台湾至硫球群岛和日本一带则可能存在着一条海西－印支期的槽形活动带。

【燕山褶皱带】 Yanshan folding zone 指在燕山旋□，即侏罗—白垩纪期间，因造山运动而形成的褶皱带。详见“燕山运动”。

【喜马拉雅褶皱带】 Himalaya folding zone 在喜马拉雅旋□（即新生代）造山运动中所造成的褶皱带都称为喜马拉雅褶皱带。例如我国的喜马拉雅山、台湾岛就是属于喜马拉雅褶皱带。详见“喜马拉雅运动”。

【喜马拉雅造山带】 Himalaya orogenic zone 冈瓦纳古陆与青藏准地台间的特提斯地槽区，亦即黄汲清指出的喜马拉雅褶皱区。它的地理位置是印度半岛以北与青藏高原间略呈东西走向的地带。这一地带自新生代始新世以至更新世间受强烈的造山运动发生隆起、剧烈的褶皱、断裂、变质作用以及岩浆活动，上升运动迄今仍在持续中。有人将喜马拉雅造山带分为三带：①北带，即青藏高原带；②中带又称喜马拉雅带：③外带即锡瓦利克（siwalik）带。即将青藏准地台也列入喜马拉雅造山带内。

国外区域构造

【芬诺萨尔马提亚】 Fennosarmatia 波罗的地盾、乌克兰地盾、俄罗斯地台等稳定地块的总称。这一地区内分布的古生界以后的地层水平覆于其上。因此推定其为前寒武纪的克拉通（craton）。西邻斯堪地那维亚的加里东造山带，南接华力西及阿尔卑斯造山带，东以乌拉尔华力西造山带为界。

【阿尔莫力坎地块】 Armorican massif 法国布列塔尼（Brittany）、诺尔曼底两半岛的直径350公里的地区，为华力西山地的一个地块，褶皱轴略呈东西向，并向北凸出呈弧形。地层以前寒武纪Brioverian系分布最广。向斜轴部为寒武一下石炭系地层分布，前寒武纪及华力西期花岗岩也甚发育。

【阿勒地块】 Aare massif 瑞士中部海尔微构造带（Helvetian zone）的南缘附近，中生界推覆体群下方呈穹丘构造的基岩地块，面积约为115公里×35公里。地块的北部边缘为花岗岩、片麻岩。地块的主体则以黑云母微斜长石花岗岩为主的阿勒花岗岩（Aaregranit）为主。部分花岗岩侵入上石炭系中并被三叠系地层覆盖，阿尔卑斯造山运动极为显著。

【布拉邦特地块】 Brabant massif 寒武纪—志留纪期间地向斜沉积物构成的基岩地块，加里东造山期形成褶皱构造，上部大部为第三纪地层覆盖。

【阿登地块】 Ardennes massif 为华力西造山运动形成的地块。系以比利时南部的阿登高原为中心，跨越德法两国，东西为200公里，南北宽约100公里，略呈半月形的山地。地块为寒武（？）—石炭纪地层构成，四周为中生界至第三纪地层，岩层仅有轻微的变质。其中以泥盆纪地层分布最广，主要出露于背斜部位，不整合覆于寒武—志留纪地层之上。向斜部位为石炭纪地层，上部的威斯特伐利亚统（Westphalian series）中含煤层。地块内部为略呈东西走向的复背斜和复向斜构造，但西部以东西向褶皱构造为主，东部则为北东一南西向褶皱构造。泥盆系向南方，则以深海相地层最为发育。莱茵地方为泥盆一下石炭纪地层的标准地区。东部为莱茵片岩构成的山地，北缘为Condroz背斜，背斜以北则为布拉邦特地块。

【波希米亚地块】 Bohemian massif 捷克斯拉夫北部为中心，略呈四边形的地垒构造的华力西山地，直径约达300公里的地区。其东北缘为苏台德（Sudeten）山脉，西北缘为埃尔茨山脉（Erz Gebirge），构成构造盆地，下古生代的化石极为丰富。地块的基岩主要为变质岩及花岗岩。

【阿尔丹地盾】 Aldan shield 勒拿河上游的盾状地。大部为麻粒岩相、辉石角闪岩等各类变质岩类及花岗质岩石的侵入体。其同位素年龄一般为25亿年，有的为15—20亿年，偶有35亿年者。

【阿纳巴尔地盾】 Anabar shield 阿纳巴尔河上游东西伯利亚台地北部出露的盾状地。土要为太古代片麻岩、结晶片岩类及花岗质岩类侵入体、混合岩等，变质岩主要为麻粒岩相至角闪岩相。略呈北西－南东构造方向。

【乌克兰地盾】 Ukrainian shield 俄罗斯地台区的一个次一级单元。指苏联乌克兰共和国南部低丘陵地带，东西延续达800公里的细长盾状地。地盾主要由太古界角闪岩相的片麻岩类、角闪岩类及侵入的花岗质岩体组成，并有部分的元古界的低变质结晶片岩。同位素年龄为26亿年至19亿年。

【波罗的地盾】 Baltic shield 俄罗斯地台的一个次一级单元。指挪威南部并包括瑞典、芬兰以及部分苏联地区，大部为前寒武纪地层形成的稳定地区，北端科拉半岛最老的岩层（Katarchean）的同位素年龄为35亿年。波罗的地盾正在大规模的持续隆起，公元前6800年以来，地盾中部的隆起量约为260米，近代的隆起年速度为100厘米。这一隆起运动根据最后冰期本地区覆盖的厚达2—3公里冰层的消失的事实，可以说明是地壳均衡的□返。

【赫布里底地盾】　Hebridean shield　构成苏格兰北端海岸与外赫布里底群岛间的前寒武纪岩层大面积出露的地区。

【加拿大地盾】　Canadian shield　北美大陆及格陵兰广泛出露的前寒武纪地层地区，是前寒武纪地质研究最早的地区。最初 W. Logan 及 S. Hunt 将其分为片麻岩、花岗岩组成的劳伦统（Laurentian series）和低变质或非变质岩组成的休伦统（Huronian series）。最近又分为若干个地质构造区，计有格陵兰区，北极岛区，丘吉尔区（北部曼尼托巴区、阿萨巴斯卡湖区、耶洛奈夫—大斯莱夫湖区、大熊湖—铜矿河区），昂加瓦区（西昂加瓦区、拉布拉多—魁北克地向斜区，拉布拉多区），圣·劳伦斯区（西北区、南区、梯米斯坎明区，格伦维尔区、阿迪龙达克区）。加拿大的多数地质学者认为，耶洛奈夫系沉积后阿尔冈花岗岩侵入的地壳活动的时期，作为太古代与元古代的分界。现在已确定的有下列的造山期：24—27 亿年，16.5—18.5 亿年，12.5—14.5 亿年，9. 5—11 亿年。

【圭亚那地盾】　Guyana shield　位于南美大陆的北部，北界奥里诺科河，南至亚马逊河，西至安第斯山脉。东至大西洋岸的地带，最老的岩层其同位素年龄为 20 亿年。大西洋岸最老而显著的地壳运动的时期为 20 亿年以前。

【巴西地盾】　Brazilian shield　南美亚马逊河以南，拉普拉达平原以东至大西洋岸地带，隔亚马逊盆地与圭亚那地盾相接。巴西贝洛奥里藏特（Belo Horizonte）附近的花岗岩分别为 25 亿年，13.5 亿年、5 亿年；其东北部与西非相同在 20 亿年前、6 亿年前均有显著的地壳运动。

【非洲地盾】　African shield　非洲大陆前寒武纪岩类分布面积广泛，约占整个非洲大陆的 57%，过去把非洲大陆前寒武纪地区都称为稳定地块。近年研究，仅有西非、刚果、卡拉哈里（Carahari）、坦桑尼亚四个为稳定地块。

【阿拉伯—努比亚地盾】　Arabo Nubian shield　阿拉伯半岛与努比亚（包括红海地沟）构成的稳定地块，未受变质作用的前寒武纪瓦蒂—法蒂马（Wati Fatima）系不整合覆于麦地那系之上。

【德干熔岩台地】　Deccan basaltic plateau　印度半岛中西部玄武岩形成的台地，是世界上最大的玄武岩台地。台地东西为 1500 公里，南北达 1400 公里，面积约 500，000 平方公里。西海岸孟买附近玄武岩厚约 3，000 米，向东南方向逐渐变薄。玄武岩覆于上白垩纪地层之上，被始新统地层覆盖。玄武岩为裂隙火山喷出物，薄层熔岩累层，夹有少量凝灰岩及淡水沉积岩，大部为拉斑玄武岩，有的地区为碱性橄榄玄武岩，其他尚有辉长岩、玻基辉橄岩、安山岩、二长岩、粗面岩、霞石正长岩、安山岩等成分较复杂的熔岩及侵入岩。

【俄罗斯地台区】 Eussian platform（area） **也叫东欧地台。其范围包括苏联欧洲部分的大部，东至乌拉尔山脉，西出苏联境外，占有波兰、芬兰、瑞典等地区，南达高加索和克里米亚，北至巴伦支海。地台的基底绝大部分形成于前震旦纪之末，由前震旦纪结晶岩系组成，其层位深度在各地是不同的，有些地方基底出露地表或接近地表，形成地盾和台背斜；而另一些地方基底下沉到** 2000—4000 **米或更深，形成台向斜。地台西半部有波罗的地盾、乌克兰地盾和沃罗涅茨台背斜，地台的东半部有莫斯科台向斜和里海台向斜等。地台盖层绝大部分是由震旦系直到现代沉积所组成，倾角平缓，在地台整个发展过程中较为稳定，仅东南部顿巴斯地区于石炭纪时有重新活动的现象。**

【西伯利亚地台区】 Siberia plat form（area） **大致包括苏联的贝加尔湖以北，叶尼塞河以东到勒拿河之间的地区。基底由前震旦纪和前寒武纪结晶岩系组成，盖层主要由古生代地层组成。地台北面为太古代结晶基底的阿纳巴尔地盾和阿尔丹地盾，在南面为贝加尔期褶皱区。在维柳伊陆向斜发育有中生代沉积。地台西部为通古斯卡陆向斜，其特征是晚古生代含煤地层和暗色火成岩分布很广，而俄罗斯地台则没有这种暗色火成岩。**

【北美地台区】 North America platform（area） **它的范围包括北美洲的中部及北部，以及格陵兰地区的绝大部分。地台基底基本上形成于前寒武纪末期。在地台北部加拿大的广大地区里都未发育沉积盖层，地表广泛出露有由前震旦纪结晶岩系组成的基底，因此这个地区被称为加拿大地盾。在地台南部的美国地区里，即在东边阿帕拉契亚山脉和西边落基山脉之间的地台部分，发育有震旦纪、古生代和新生代的沉积盖层，但盖层的发育并非到处均一，而是显示有次一级的隆起和坳陷构造，如中央有“横贯大陆穹窿”以及其边侧有许多盆地等构造单元。**

【南美地台区】 South America platlorm（area） **它的范围包括南美大陆的大部分地区，占有巴西、玻利维亚、巴拉圭、乌拉圭等部分，西至安第斯山脉、南抵巴拉那河口一带。地台的基底基本形成于元古代末期。盖层由古生代到新生代沉积组成。地台区南缘巴拉那盆地在中生代侏罗纪也有裂隙喷发，形成大量的暗色火山岩系。**

【非洲地台区】 Africa platform（area） **它的范围包括非洲大陆（西北角和南端部分地区除外）和阿拉伯半岛的广大区域。地台基底是在前寒武纪末期最后全部形成的，前寒武纪结晶岩系很发育，地台盖层由震旦纪直到新生代的沉积组成。地台区在中生代（侏罗—白垩纪）发生了强烈的火山喷发作用，形成了巨大规模（分布广泛和厚度巨大）的火山岩系、在非洲东部于新生代初期，发生了重要的断裂变动，形成了著名的东非大断裂带，与断裂同时还发生有大量的基性岩浆喷发，断裂活动一直延续到今天。**

【澳大利亚地台区】 Australia platform（area） 它的范围包括澳大利亚中、西部广大地区。地台基底基本上形成于元古代末期。盖层由古生代到新生代沉积组成。

【威尔得地轴】 Weald axis 英国东南部威尔特与法国布罗尼间白垩纪背斜带形成的隆起带。地轴的北侧为伦敦盆地，南侧为汉普郡盆地。

【特提斯地槽】 Tethys geosyncline 特提斯是古希腊神话的一个女海神名。1888年徐士（E. Suess）在“地球外貌”（Das Antlitzder Erde）书中以特提斯命名古地中海。特提斯海是泥盆纪末期（有人认为是元古代晚期）发育在劳亚古陆与冈瓦纳古陆之间略呈东西走向的海域，其后逐渐成长而形成地槽。地槽自南欧的比利牛斯山，亚平宁山，阿尔卑斯山、经北非、喀尔巴阡山、高加索山而至小亚细亚、兴都库什山、帕米尔、喜马拉雅转向云南过缅甸和印度支那而向马来亚半岛，东印度群岛方向延伸与坏太平洋海域相连。地槽历经漫长的地质时代，堆积有巨厚的沉积岩。地槽的造山期为老第三纪及其前后期间，新第三纪以后地槽急剧上升，上新世及其以后发生大规模隆起，形成现代的阿尔卑斯一喜马拉雅山系。

【西太平洋中新生代地槽系】 West Pacific Meso – Cenozoic geosyuelinal system 位于西太平洋沿海地区，包括边缘海（白令海、鄂霍次克海、日本海、中国东海、菲律宾海、中国南海）及亚洲沿海岛屿（阿留申群岛、千岛群岛、日本群岛、琉球群岛）等地区，我国的那丹哈达岭、台湾及附近岛屿也是属于这个地槽系的一部分。在我国领域内，有乌苏里中生代地槽和台湾新生代地槽。西太平洋地槽系是处于大洋和大陆交界处，根据物探资料两者之间发育着倾向大陆的深断裂，长期来都是比较活动的，突出的表现是岩浆活动异常频繁。如日本从志留纪（目前能确定的）起就有大量火山活动，石炭二叠纪达到了顶峰，此后一直延续到中、新生代。根据这个地区地质构造发展历史，可分为三个构造带：近亚洲大陆的太平洋沿岸一带为中生代地槽，沿海岛弧为新生代地槽，岛弧东侧深渊为现代正在发育的地槽。苏联东南沿海地区和我国的那丹哈达岭一带是中生代地槽西太平洋岛弧包括我国台湾等岛屿都是新生代地槽。

【日本地槽】 Japan geosyncline 包括日本群岛呈东北西南向延伸的岛弧，是环太平洋地槽体系的一部分。它从晚古生代开始就表现出明显的地槽性质。在构造上可分为东临太平洋的外带和面临日本海的内带。外带的上古生界和中生界的三叠系都是连续沉积，与侏罗系共同组成一个变质岩系；内带的变质上古生界和中三叠统呈不整合接触，海西运动对它也有显著的影响。一般讲，内带在中生代后期结束地槽生命，外带至今仍处于地槽发展阶段。

【本州地槽】 Honshu geosyncline 又称秩父地槽，为志留纪以至二叠纪末期日本本州地区存在的优地槽。出露地层以上石炭系以至二叠系为主。岩相、厚度不同地区差别悬殊。在本州造山运动中转化为隆起带。

【贝加尔地槽】 Baikal geosyncline 位于西伯利亚地台区东南缘的滨贝加尔区和其西南缘的东萨彦岭、叶尼塞山脊地区。这个地区在震旦纪仍属地槽性质，在震旦纪末期褶皱升起，形成了贝加尔褶皱带。早寒武世沿此褶皱带北缘产生边缘坳陷，发育有厚6000米的磨拉石沉积，经褶皱升起为山系，构成西伯利亚地台区基底的一部分。

【乌拉尔地槽】 Ural geosyncline 位于欧亚大陆边界的乌拉尔山脉。地槽呈南北方向伸延。它在震旦纪、早古生代期间已发育为地槽。地槽中的志留系与泥盆系呈连续沉积，为巨厚的火山喷发岩建造（包括细碧角斑岩建造）。早石炭世末发生褶皱上升运动，中石炭世后期乌拉尔东坡褶皱上升，晚石炭世时西坡发生了边缘坳陷。地槽在石炭纪末主体已褶皱上升，二叠纪东部褶皱山系继续隆起，西部边缘坳陷不断向西迁移，二叠纪末发生轻微褶皱，边缘坳陷也升起，地槽完全封闭。

【安加拉地槽】 Angara geosyn cline 指乌拉尔山脉南端亚速海至巴尔喀什湖以北地区，包括阿尔泰山脉、库兹涅茨克盆地、蒙古北部，为范围很广的古生代地槽。基岩时代为前寒武纪，有加里东、华力西两次造山运动。

【阿尔卑斯地槽区】 Alpine geosyn cline 它的范围包括整个阿尔卑斯山系，山系分为南北两支。南支有北非的阿特拉斯山脉、南欧的亚平宁山脉和狄那里克山脉；北支有阿尔卑斯山脉、比利牛斯山脉和喀尔巴阡山脉。这个地槽区属于古地中海地槽体系的一部分。中生代的阿尔卑斯地槽区是在海西褶皱基底上发展起来的。中生代侏罗纪早期、中期是地槽强烈下陷和海底火山活动剧烈时期。侏罗纪后期，白垩纪早期和后期均有褶皱变形，但并未使地槽发生根本变化，早第三纪仍属地槽发展阶段，晚第三纪地槽区则转变为褶皱山系。山系北支是由巨大的向北倒转的褶皱组成；南支则由向东南倒转的褶皱组成，而在它们之间的中间地块，褶皱就比较微弱。

【格罗平地槽】 Grampian geosyn cline 主要分布于苏格兰南部和威尔士一带，向东北延伸越海而抵达挪威地区。这个地槽是在褶皱变质的震旦纪基底上发育起来的，它由一系列地向斜和地背斜组成。寒武纪地槽开始发育，奥陶纪有海底火山喷发，标志着地槽发育到最强烈的沉降时期。从志留纪起有复理石建造发育，表明地槽发展到上升阶段。志留纪末地槽全部□返褶皱成为加里东山系，在山前的边缘坳陷中堆积了泥盆纪早期的磨拉石建造。泥盆纪初这个边缘坳陷也褶皱升起。这里志留纪末到泥盆纪初的褶皱运动被称为加里东运动（狭义的）。发育于早古生代并经加里东运动而封闭的地槽称为加里东旋□地槽。

【阿帕拉契亚地槽】 Appalachian geosyncline 位于美国东部阿帕拉契亚山脉，地槽呈北东方向伸延。它是在震旦纪和早古生代发育的地槽，于晚奥陶世褶皱升起，形成地槽东北段的太康山脉，这次褶皱运动称为太康运动。早石炭世末期地槽中再度发生褶皱运动，并在山脉的西侧形成边缘坳陷，二叠纪中期，地槽完全封闭。晚三叠世，在阿帕拉契地槽褶皱带中形成了长达 1800 公里的大地堑，堆积了巨厚的碎屑岩，并含有火山岩，表明此时发生有强烈的断裂活动。

【圣·劳伦斯地槽】 Santa Lawrencegeosyncline 指大阿帕拉契亚地槽东北部的地槽，地槽形成于寒武纪至泥盆纪间，曾受泥盆纪晚期造山运动及晚期石炭纪、二叠纪的剧烈变动。圣·劳伦斯河西北侧的地层未受影响，为寒武—志留系的薄层灰岩组成；东南侧的地层受扰乱较大，褶皱、冲上构造显著，并有火成岩的侵入。地槽沉积物总厚在 6000 米以下，这一地槽常与阿帕拉阡地槽相连。

【阿勒格尼复向斜】 Allegheny synclinorium 阿帕拉契亚山脉西北的阿帕拉契亚台地。台地上分布的古生代地层，形成平缓褶皱构造盆地。

【富兰克林地槽】 Franklinian geosyncline 北美洲北端与格林兰北部间的古生代地槽。地槽沉积物厚达 7000 米以上。寒武纪后期至三叠纪期间的海水广泛覆于太古代岩层之上。地槽在华力西造山运动时，受到各个造山期的作用，不同地区所受作用的程度也不相同。

【科迪勒拉地槽】 Cordilleran geosyncline 北美洲西部古生代—中生代期间存在的复式地槽（polygeosyncline）。古生代时其范围白北极海到达墨西哥西北部长达 1000 公里，宽度在加拿大为 200 公里，美国达 300 公里。地槽的东界为加拿大地盾。地槽始自寒武纪，到泥盆纪末期开始变窄，北部自东向西逐渐陆化。这种变化在宾夕法尼亚（Pennsylvania）纪（晚石炭纪）晚期以至三叠纪时又有所前进，至侏罗纪时除中心一小部分外整个地槽上升，形成科迪勒拉地背斜。白垩纪时地背斜两侧各形成太平洋地槽及落基山地槽。

【太平洋地槽】 Pacific genosyncline 北美太平洋岸科迪勒拉地槽分化形成的白垩纪—第三纪期间的地槽。沉积区因半岛、岛屿的存在，虽然形态复杂，但白垩纪时有厚层的沉积和火山岩类的堆积、白垩纪至第三纪期间地槽区受多次的造山运动形成加利弗尼亚海岸山脉及喀斯喀特（Cascade）山脉。目前运动仍在持续中。

【落基山地槽】 Rocky geosyncline 北美洲科迪勒拉地槽，受内华达造山，运动分化后形成的一个地槽。东部 Millard 带残留有冒地槽。西部科迪勒拉地背斜供给大量碎屑物，形成厚层地层，向东则逐渐减薄。白垩纪至第三纪初时，受拉拉米运动的作用上升而形成落基山脉。

【阿卡迪安地槽】 Acadian geosyn cline 指北美大西洋岸地区古生代前期发育的优地槽。自新英格兰东南端经加拿大海岸而至纽芬兰东南部皆属地槽区，西北以新不伦瑞克（Netv Brunswiok）地背斜与圣·劳伦斯地槽相邻。阿卡迪安地槽形成于寒武纪早期，奥陶纪中、晚期时上升为陆，志留纪时再度沉降，泥盆纪末期受造山运动的影响再度上升为陆。

【墨西哥地槽】 Mexican geo sycline 指侏罗纪、白垩纪期间自南新墨西哥以至墨西哥中部以北延伸发育的中生代地槽。地槽位置虽然是在花岗闪长岩侵入的已然变形的二叠纪优地槽地带，但其方向及性质则与古生代地槽截然不同。地槽形成的初期含有中性熔岩，但至后期则很少见到。地槽的初期为自地槽，后期为外地槽。

【墨西哥海湾地槽】 Gulf Coast geosyncline 指现代沿墨西哥湾北岸发育的地槽。地槽形成始自第三纪，现在仍在持续沉降。现在的海岸线附近沉降幅度最大，地层堆积很厚，但堆积物在低地，部分为非海相沉积，渐向深部则逐渐变为深海相。地层向海湾倾斜，新地层在湾岸出露，为典型的滨海地槽。

【安第斯地槽】 Andean geosyncline 南美太平洋岸约与现代安第斯山脉位置相当的中生代地槽。除哥伦比亚及厄瓜多尔西部外，基底为前寒武纪的变质岩、古生代沉积岩及花岗岩侵入体。中生代时有厚层的浅海沉积并伴有大量酸性乃至中性火山岩。哥伦比亚及厄瓜多尔的西部中生代地层中则有大量的基性乃至中性火山岩。中生代末期有酸性岩贯入，地槽区大部分陆化。新生代有流纹质凝灰岩、安山质火山岩的喷出。再度上升形成安第斯山脉。

【马吉兰地槽】 Mazellan geosyn cltne 安第斯地槽区的南端部。即包括帕塔刚尼亚（Patagonia）、火地岛（Tierra del Fuego）地区。基底为云母片岩、硅岩、绿色岩等前寒武纪岩类组成，海进较北部稍迟，始自侏罗纪，并伴有大量的酸性火山岩。白垩纪有酸性岩的侵入，第三纪时再次发生以安山岩为主的火山活动。

【亚马孙地槽】 Amazon geosyncline 指南美大陆的巴西地盾与圭亚那地盾间的地带，约为现代亚马孙河谷区，古生代时期发育的地槽。当时地槽区海水与太平洋、大西洋相联。地槽的南北边缘部分出露寒武纪—石炭纪地层，第三纪地层水平覆于其上。亚马逊河口区的基岩——结晶片岩深达 4000 米。

【塔斯马尼亚地槽】 Tasmania geo syncline 位于澳大利亚的中、东部地区。地槽大致呈北西方向延伸。它在少是从震旦纪开始就发育为地槽，后来经过早古生代和晚古生代的地槽发展阶段，而于石炭纪后期才完全结束地槽发展。地槽内寒武系与震旦系为连续沉积，奥陶纪有火山活动，其末期发生太康运动，志留纪后期又发生加里东运动，在本区形成了一个不宽的加里东褶皱带。晚古生代泥盆纪和石炭纪均为典型地槽沉积，澳洲东部在石炭纪发生有火山喷发及冰川作用。

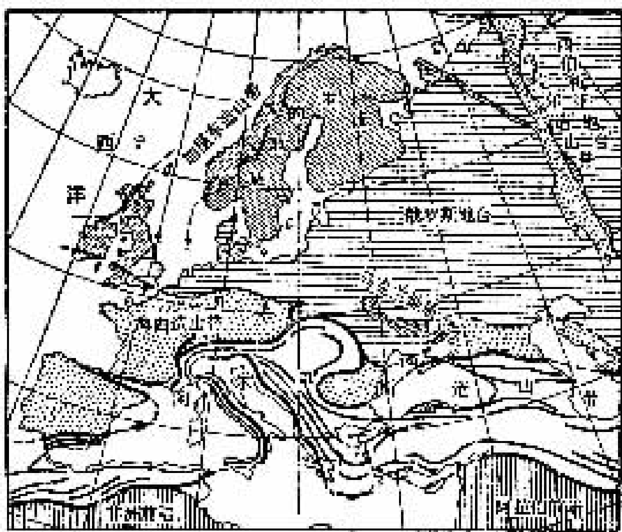
【阿德莱德地槽】 Adelaide geosyn cline　指位于澳大利亚的南澳大利亚州的东部，前寒武纪后期至寒武纪初期间发育的地槽，走向略呈南北。东、西侧为陆地，火山活动并不显著。前寒武纪后期的阿德莱德系（Adelaide series）至下寒武纪间，地层皆为连续沉积，厚20000米，寒武纪晚期则有花岗岩的侵入。

【塔斯曼地槽】 Tamnan geosyn cline　指澳大利亚大陆东海岸呈南北走向的古生代地槽。地槽区的寒武—奥陶系地层主要为细粒岩组成，夹有基性火山岩；志留系、下泥盆系中，西部为粗粒岩及酸性火山岩，东部多为细粒岩及基性火山岩。自上泥盆系开始有陆相沉积，二叠系地层中央有大量煤层。奥陶纪末期自西向东依次发生造山运动，二叠纪末期整个地槽区全部上升为陆，花岗岩的时代也有自西向东渐新的趋势。

【新西兰地槽】 New Zealand geosyncline　1956年魏尔曼（H. W. Wellman）命名，是占新西兰主要部分的二叠（石炭？）—侏罗纪时期形成的地槽。中生代后期受兰吉他塔（Rangitata）运动的影响，形成瓦加蒂普变质带（Wakatipu metatnor phic belt）。

【阿马迪厄斯盆地】 Amadeus basin 位于澳大利亚中部，前寒武纪晚期形成的东西延伸的地堑状盆地。南北分别以古老片麻岩、花岗岩构成的马斯格雷夫（Musgraye mountain）及麦克唐奈（MacDonnel mountain）为界，东部与大阿尔堤辛（Great Arte sian）盆地相接。盆地自前寒武纪以至古生代期间，沉积有厚达数千米的地层。

【达瓦尔带】 Dharwar belt 广义的达瓦尔带是指印度前寒武纪普拉纳（Pnrana）群上不整合分布的沉积岩源的变质岩的总称。狭义的达瓦尔带是指印度南部呈北西一南东分布的变质岩带。模式地区为迈索尔（Mysore）州，分上、中、下三部，下部为绿色岩、角闪岩，角闪片岩、变质熔岩等；中部为砾岩，千枚岩，绿泥片岩、石灰岩、白云岩、缟状含铁石英岩；上部为石英岩、砾岩、粘土、石灰岩、含铁石英岩等。



欧洲主要造山带

【加里东造山带】 Caledonides　欧洲主要的造山带，从爱尔兰、苏格兰的西北伸展到斯堪的纳维亚的造山带。因为是早古生代的加里东造山运动造成，故名。在斯堪的纳维亚，加里东造山带的东南前沿保存得相当完好，从造山带向波罗的地盾运移的拉铺（逆掩岩席）在许多地点可以看出其位移达100公里以上。带内岩石的变形、挠曲和花岗岩化非常强烈，其构造关系很难弄清。造山带的西北前沿已被大西洋所切割，只在英国的西北有所保存，其逆冲断层则向西北方向的另一地盾区域（它只在苏格兰西部剩下一小条）。这一地盾残余

和外赫布里底斯（outer Hebrides）一起可能是加拿大地盾的一部分，当北美洲从欧洲漂移开去的时候遗留下来的。英国的加里东带东南前沿则出露不好，大部被后期沉积掩盖、出露的古生代地层的褶皱也非常宽缓。

【加里东褶皱带】 Caledonian folding zone 在加里东旋□内，由造山作用形成的褶皱带，都称为加里东褶皱带。

【乌拉尔造山带】 Urals orogenic belt 乌拉尔造山带位于亚洲西北部与欧洲交界处，它大抵呈南北走向，北起康斯坦丁诺夫卡明山（北纬 68°29′）南伸到穆戈扎雷山脉的南端（北纬 48°），全长约 2400 公里。乌拉尔山脉的高度平均在 360—460 米之间，个别山峰达 1200 米至 1700 米以上。广义的乌拉尔造山带应从新地岛开始。总走向虽近南北、但可以划分出几个向西突出的弧形。北弧由新地岛、瓦加奇岛和帕依霍依山脉组成；第二个弧较北弧长而平缓开始于帕依霍伊山南端，结束于乌法高原附近；最南端的弧开始于乌法高原附近，只有北部尚保存。乌拉尔弧的起源问题，卡尔宾斯基认为与东欧地台的前寒武纪基底的两个地下突起有关。乌拉尔造山带所卷入的地层从寒武系到二叠系都有，局部地区的结晶片岩可能是前寒武纪的。二叠纪地层仅存于乌拉尔西坡。俄国和苏联的大地构造学者对乌拉尔的复杂构造有许多不同的看法；有的认为是海西期的褶皱造山作用形成（乌拉尔构造作用幕相当于史蒂勒的萨尔幕），从许多平行山脉走向的逆掩断层以及褶皱的倾伏现象推断是从东向西的推挤形成的（如纳里夫金等），有的认为乌拉尔的轴部隆起是一个非□返的复背斜，形成于加里东和海西旋□期间隆起的稳定内地背斜的位置上位于西面基本上被泥盆纪厚层火山岩所充填的广大集拉伊尔复向斜，则为一个准地槽，所以没有强烈的活动（如别洛乌索夫等）。

【海西造山带】 Hercynides oroge nie belt 指由于海西造山运动所造成的褶皱带。它的延伸方向是从南爱尔兰和威尔士到法国北部、比利时和德国北部。乌拉尔也属海西期褶皱带。从英国向东延伸到德国的东西向宽阔的海西带已经破碎成一系列的孤立地块和岩块，它们是英国的西南爱尔兰、南成尔土、康沃尔和德文，法国的布列塔尼和中部高原，比利时的阿登山、德国的孚日山、黑森林山、哈尔茨山、捷克斯洛伐克的波希米亚，波兰地块，西班牙的梅塞塔等等。哈尔茨山（Harz）又名海西里亚山，海西造山带即由此得名。

【海西褶皱带】 Hercynian folding zone 又称华力西褶皱带，系指在海西旋□期间形成的褶皱带。

【华力西褶皱带】 Variscan folding 即“海西褶皱带”。

【阿尔卑斯造山带】 Alpides oroge nic belt 徐士（E. Suess）创名，指阿尔卑斯以及其他一些年青的巨大造山带和褶皱山系。阿尔卑斯造山带呈东西方向延伸，从西班牙至亚洲南部。严格地说：此词只限于造山带的北翼，其南翼另有一词叫“迪纳拉得造山带（Dinarides）”。同义词有“地中海带”“阿尔卑斯—喜马拉雅带”。

【阿尔卑斯褶皱带】 Alpine folding zone 在阿尔卑斯旋□，即中、新生代阶段经造山运动而形成的褶皱带统称为阿尔卑斯造山带。

【中央构造线】 median tectoni cline 瑙曼（E. Naumann）命名，又称中央线（median line）、中央变位线（median dislocation line）、中央裂线（median spalt）。为从白垩系和泉层群堆积前，至第四纪断续活动的构造线。它把西南日本划分为内带与外带。自赤石山地西缘南下，经纪伊半岛北部、四国北部以至中九州。东部伴有鹿盐糜棱岩。目前表现最明显的是赤石山地西缘领家带与三波川带分界带及沿和泉层群南缘的垂直断层，有的认为是水平方向的活动。中央构造线向西延长进入九州后被新期火山岩切割；向东延长则被日本大地沟带（Fossa magna）西缘的断层所切。

【大地沟带】 Fossa magna 瑙曼（E. Naumann）命名，指本州中央部横亘南北的特殊地带。其形成时期为侏罗纪至第三纪。西缘为系鱼川一静冈构造线；东缘受火山喷出物的切割不甚明显，但大致与关东山地相接。大地沟带分为南、北两部、北部有绿色凝灰岩的活动，南部自中生代以来的四万十地槽运动至中新世时仍在持续。

【系鱼川—静冈构造线】 Itoigawa Shiznoka tectonic line 矢部长克命名，为横切日本中部的略呈南北向的大断层。是大地沟带的西缘边界。形成时期约为中新世初期，在此以前可能为上白垩纪后，早中新世前形成的系鱼川—骏东线。”断层自系鱼川沿姬川径诹访湖，再自韭崎沿富士川西部至静冈。断层线的西侧为中、古生代的古期岩类；东侧为厚层的新第三纪的火山碎屑岩，两侧在地貌上也有明显的差别。构造线的北部地区分布的古期岩类与新第三系的界线虽不清楚，但在古期岩类附近的新第三系中有几条南北走向的平行断层；南部地区在四万十累层群与新第三系间以上冲断层相接触。

【西南日本外带】 outer zone of Southwest Japan 西南日本中央构造线南侧地带。呈带状构造包括三波川带、秩父带、四万十带。

【西南日本内带】 inner zone of Southwest Japan 西南日本中央构造线的北侧地带，即靠近大陆的一侧。包括飞弹带、中国带、舞鹤带、领家带等，带状构造比较复杂。本州造山运动期间已经形成基本构造，中生代末期广岛运动期间火成活动剧烈。新第三纪以来受六甲运动的影响形成现代的地貌。

【海伦造山带】 Hellenides 又译（古）希腊造山带，柯柏（L. Kober）命名。指亚得利亚海以东，约占广义的迪纳拉阿尔卑斯山脉南半部，包括阿尔巴尼亚以至希腊的地域。自外而内（自西而东）分为阿普利亚带、先阿普利亚带，爱奥尼亚带、加夫勒夫带、平都带、淮佩莱弓尼亚带及佩莱弓尼亚带。造山带的主体为三叠系—老第三系地层构成。自内带向外地层分布由老而新。褶皱运动在内侧比较显著。佩莱弓尼亚—平都带间为优地槽区，加夫勒夫—爱奥尼亚带为冒地槽区。自内向外形成逆掩断层。

【海尔微构造带】 Helvetian zone 海尔微是瑞士的古称。海尔微构造带是指瑞士阿尔卑斯山脉主体的北段，宽约 50 公里的地带，主要岩层为未受变质作用的上石炭系、二叠系，中生界至老第三系的陆相、浅海相地层，富含石灰岩。横卧背斜群向北倾斜，北缘部分有来自 Pennin 带的飞来峰（Klippe）零散分布，南缘部分为三叠纪前的花岗岩、片麻岩、结晶片岩构成的阿尔地块呈椭圆形的穹窿构造。为阿尔卑斯地槽的冒地槽区。

【马戈格带】 Magog belt 阿帕拉契亚地槽的东半部，这一地带为优地槽带，自寒武纪至泥盆纪初期，海底火山活动剧烈。

【马萨兹尔造山带】 Mazatzal oro genic belt 爱得勒（A. L. Eardley）命名，指美国中部面积广泛的造山带，时期距今约 12—14 亿年。

多旋□说

【多旋□说】　theory of poiycycle　黄汲清（1945）指出一个褶皱带的形成往往是经历了多次造山运动，即多旋□的发展，这就是最初的多旋□造山运动观点。后来发现多旋□造山运动是地槽，特别是优地槽地带的一般发展规律。例如，天山—蒙古地槽褶皱系，不但有华力西褶皱，还有更早的加里东褶皱，而且在地槽封闭之后，还出现了燕山旋□和喜马拉雅旋□的造山运动。使地槽系封闭，构造性质发生全面质变的旋□，称为主旋□。天山一蒙古地槽系是在华力西旋□封闭，构造性质发生全面质变的，因此，华力西旋□就是主旋□。使地槽系发生部分质变的旋□称为次旋□；发生在主旋□之前的次旋□称为早期旋□，发生在主旋□之后的次旋□称后期旋□。天山一蒙古地槽系的早期旋□是加里东旋□，后期旋□是燕山旋□和喜马拉雅旋□。继之更进一步指出，在地槽发展的全部过程中，不但构造运动是多旋□的，而且岩浆活动、沉积建造、变质作用和成矿作用也是多旋□的，这就是地槽发展的多旋□的构造运动观点。一般说来，每一旋□先出观基性超基性岩，之后，地槽部分褶皱，同时有花岗岩侵入。随后有安山岩喷发，这就形成了一个构造岩浆旋□。这样的旋□可以出观若干次，然后才使地槽系全部褶皱封闭。世界上许多地槽系都是多旋□发展的，典型的例子有中国的天山地槽系，澳洲的塔斯曼地槽系等。1979 年，黄汲清又结合板块构造学说，运用北美科迪勒拉地槽、西南日本地槽、南美安底斯地槽的实例，研究了多旋□地槽发展的板块构造模式，指出：板块构造运动是长期的，多阶段发展的，也就是多旋□发展的。它包括：多旋□板块碰撞、多旋□板块俯冲、多旋□板块消失带、多旋回深海沟和多旋□优地槽向洋迁移、多旋□大陆向洋增长。正是板块构造的多旋□运动导致了地槽的多旋□发展。指出：板块说和多旋□说不但不互相排斥，而且可以互相补充，互相渗透，密切结合。板块说可以部分地解决多旋□说的运动机制问题，而多旋□说的规律性总结，板块说必须予以认真考虑，并纳入其模式中。本学说又称多旋□构造说。

【主旋□】　principal cycle　黄汲清等（1962）把结束地槽发展阶段的质变旋□称为主旋□，同时把研究和确定地槽发展的主旋□，作为划分一级大地构造单元的基础。

【次旋□】　secondary cycle　黄汲清等（1962）把地槽发展中只是部分质变的其他的各个构造旋□称为次旋□。

【前期旋□】　preceding cycle　黄汲清等（1962）把地槽转化为地台的主旋□之前，地槽阶段的其他各个构造旋□称为前期旋□。

【后期旋□】　succeeding cycle　黄汲清等（1962）把地槽转化为地台之后的各个构造旋□，称为后期旋□。

【阜平旋□】　Fuping cycle　黄汲清等将阜平旋□作为我国太古代末的一个构造旋□，以五台群与阜平群之间的角度不整合所代表的阜平运动为其主褶皱幕，同位素年龄为 2550—2350 百万年，标准地点在山西五台山。阜平旋□是我国陆壳的一个重要的形成时期，也是我国最重要的铁矿成矿期，著名的鞍山式铁矿即产于这一构造阶段。

【五台旋□】　Wutai cyclel　五台旋□是我国元古代的第一个构造旋□，以山西五台山区五台群与滩沱群之间的不整合所代表的五台运动为其主褶皱幕，同位素年龄为 2000 百万年左右，标准地点在山西五台山。五台旋□是形成我国大陆地壳的一个十分重要的阶段，经过五台旋□中朝地台大部分地区实际上已经固结。

【中条旋□】　Zhongtiao　我国元古化的第二个构造旋□，以晋南中条山地区中条群（相当于滹沱群）与西阳河群之间的不整合所代表的中条运动为共主褶皱幕，同位素年龄为 1700 百万年左右。中条旋□过去曾被称为吕梁旋□。由于吕梁运动的标准地点吕梁山地区缺乏晚元古代地层，早元古代地层出露也很少，往往是寒武系直接不整合于太古界或早元古界之上。因此，1965 年第一届全国构造会议上尹赞勋等即建议不再采用吕梁运动一名，故黄汲清等将吕粱旋□改为中条旋□。经过中条旋□，中朝准地台最终形成。

【扬子旋□】　Yangtze cycle　黄汲清等创名（1973），指元古代末的一个构造旋□，标准地点在云南东部，包括两次重要的造山运动，即晋宁运动和澄江运动。晋宁运动系指昆阳群与澄江砂岩之间的角度不整合所代表的构造运动，同位素年龄为 850 百万年左右。澄江运动系指澄江砂岩与南沱冰碛层之间的不整合所代表的构造运动，同位素年龄为 700 百万年左右。晋宁运动使扬子地台大部固结，澄江运动使扬子地台最终形成，故将这一造山旋□称为扬子旋□。除扬子地台外，塔里木地台也是经扬子旋□才最终形成的。扬子旋□所形成的褶皱——扬子褶皱在我国广泛分布，它已被证明是我国大地构造发展史上一次有划时代意义的构造旋□。

【兴凯旋□】　Xingkai cycle　黄汲清等创名（1976），时限为从冰碛层开始的震旦纪至中寒武世初，主褶皱幕发生在早、中寒武世之间，以兴凯湖东南为典型地区。那里，震巳纪—早寒武世陆源—碳酸盐岩冒地槽型沉积被中寒武统的磨拉石不整合。这次运动在萨彦岭称萨拉伊尔运动。考虑到扬子旋□后，不论中国，还是世界其他地方（主要是北半球），地壳构造进入一个新的发展阶段，震旦系实际上已是显生宙的第一个系，所以黄汲清等将兴凯旋□作为古生代的第一个造山旋□。兴凯旋□是中亚—蒙古地槽中一次十分重要的构造旋□。佳木斯隆起和额尔古纳褶皱系都是这一构造旋□的产物。

【正地台】 orthoplatform 黄汲清把地台分为两种基本类型：正地台和准地台。正地台是典型的地台，它的基底硬化程度很高，盖层厚度较薄，在其发展过程中很少有显著而广泛的褶皱、断裂运动，也没有重要的中酸性岩浆活动。如俄罗斯地台、北美地台等。

【准地台】 paraplatform 黄汲清（1956）提出的一个概念。准地台是对正地台而言，它和后者的主要区别是活动性比较大，这种活动性不仅显示在准地台发展的晚期，而是一开始即有所表现，这种活动性也不光表现在晚期的造山运动，而特别是表现在从早期到晚期的一系列巨大的差异性振荡运动上。准地台的特点是、基底硬化程度一般较低，盖层厚度大，有显著而广泛的褶皱、断裂运动以及规模较大的中酸性岩浆活动。准地台有古老的，即前震旦纪的，如扬子准地台；也有年轻的，即古生代和中生代的准地台，如南华准地台（华南褶皱系）即为后加里东准地台。

【超岩石圈断裂】 translithospheric fraeture 黄汲清等（1962、1977）将深断裂按深度分为壳断裂（包括硅铝层断裂和硅镁层断裂）和超壳断裂（包括岩石圈断裂和超岩石圈断裂）等几类。超岩石圈断裂是指切穿岩石圈，并深入软流圈的断裂，它是地球构造圈中规模最大的第一级断裂，一般构成大陆与大洋之间的分界。现代的正在活动的这类深断裂一般都伴有深源地震，也就是贝尼奥夫带，如西太平洋贝尼奥夫带。在地史发展过程中出现过的这类深断裂带一般都具有发育良好的蛇绿岩套，有的并伴有高压低温和高温低压成对出现的变质带，以及混杂岩带等，如雅鲁藏布江深断裂带。

【岩石圈断裂】 lithospherie fracture 切穿岩石圈，但并不明显地进入软流圈的断裂，它的规模也相当大，一般都有超基性岩等深部物质沿断裂呈线状分布，但缺乏良好的、大规模的蛇绿岩套。如炉霍、康定深断裂。

【壳断裂】 crustal fracture 黄汲清等（1962，1977）将切割地壳并不明显进入上地幔的断裂称为壳断裂，一般没有超基性岩分布。壳断裂可进一步分为硅铝层断裂及硅镁层断层。

【硅镁层断裂】 simaspheric fracture 切穿整个地壳，但并不明显地进入上地幔的深断裂，往往伴有玄武岩流的喷溢，如沧州深断裂。

【硅铝层断裂】 sialspherie fracturel 切穿硅铝层，但并不明显地进入硅镁层的断裂。一般没有基性、超基性岩活动，但中、酸性岩浆活动往往是一个重要的特点，如我国东南沿海的丽水—海丰深断裂。

【张性深断裂】 tension deep fracturel 黄汲清等（1977）按力学性质将深断裂分为张性、压性、剪性三大类。压剪性、张剪性和剪张性、剪压性等过渡性质的断裂，各以它们为主的力学性质，分别归入这三类。张性深断裂指力学性质为张性的深断裂，如大陆裂谷和大洋中脊深断裂带。

【压性深断裂】 compression deep frac ture 力学性质为压性的深断裂，如西太平洋岛弧深断裂大多属压性为主的深断裂。

【剪性深断裂】 shear deep fracture 力学性质为剪切性的深断裂，如中国的阿尔金深断裂，北美的圣安德列斯深断裂以及大洋中脊附近之转换断层都是剪性深断裂的代表。

【中国主要深断裂】 黄汲清等指导编制的中国大地构造图中划出了百余条重要的深断裂，现择其主要者列表于 148 页。

【雅鲁藏布江深断裂带】 Yarlung zangbojiang deep fracture zone 大体沿雅鲁藏布江延伸，在我国境内长达 2000 公里。向西，出国境后顺印度河行进；向东，在雅鲁藏布江大拐弯处，经墨脱一带折向瓦弄之南，而后进入缅甸境内。沿断裂出露我国境内规模最大的蛇绿岩套和混杂堆积带，在缅甸境内不但有大量硬玉，而且还发现大量的蓝闪石片岩。这条断裂目前已被大多数地质学家认为是印度板块和欧亚板块之间的缝合线。沿整个板块缝合线有现代地震活动，尤其是东西两个弧束（帕米尔和阿萨姆弧）附近，有深 100—200 公里的震源。

【台湾大纵谷深断裂带】 great lon gitudinal valley of Taiwan 位于台湾东部花莲，台东之间，沿海岸山脉与中央山脉之间的一个狭长的大纵谷分布，东侧为台湾海岸山脉优地槽褶皱带，西侧为大南澳变质带。沿断裂有蛇绿岩套，混杂堆积和蓝闪石片岩带。因而被认为是西太平洋板块缝合线的一部分。

【额尔齐斯深断裂带】 Ertix deep fracture 位于阿尔泰山南麓，呈北西方向延伸，向东南进入蒙古人民共和国境内，与中蒙古深断裂相接，向西北分叉进入苏联境内。在蒙古境内，沿断裂分布大量蛇绿岩套，我国境内，沿断裂分布大量花岗岩和挤压破碎带，动力变质带异常显著。地貌高差悬殊，卫星照片显示清楚。断裂北侧以下古生界为主，变质较深，南侧以上古生界为主变质极浅。此断裂具超岩石圈断裂性质，可能形成于加里东期。

【西拉木伦深断裂带】 Xilamorun deep fracture 沿西拉木伦河呈近东西向延伸。向西延至蒙古人民共和国境内，向东穿越松辽平原南端，至少到达长春附近长 1100 公里以上。这是一条重要的构造分界线，断裂带的南北两侧地质历史截然不同；也是一条重要的生物区系界线，断裂带之南石炭二叠系生物群主要属暖水型太平洋动物群和华夏植物群，北侧主要是冷水型北极动物群和安哥拉植物群。温都尔庙等地有蛇绿岩套和蓝闪石片岩发现。在卫星照片上浅层构造反映清楚。

中国主要深断裂带简表

编号	名称	类型		主要活动时代	岩浆活动类型及其它标志	备注
		深度	性质			
1	达拉布特	L	S	Pz	os	
2	额尔齐斯	L	C—S	Pz	Σ，γ	
3	卡拉麦里	L	C—S	Pz	Σ	
4	中天山北缘	L	C—S	PT？Pz		前古生代即可能存在
5	得尔布干	L	C—S	Pz		西延入蒙古境内，称中蒙古深断裂带，具os，为T型
6	西拉木伦	L	C—S	Pz	Σ，gs	
7	且末	L	S	Pz		
8	内蒙古地轴北缘	L	C—S	Pt？Pz	Σ	前古生代即可能存在
9	阿尔金	L	S	Pz	Σ	
10	北祁连—北秦岭北缘—北淮阳	L	C—S	Pz	os，gs	前古生代即可能存在，北祁连部分为T型
11	柴达木北缘—北秦岭南缘—北淮阳	L	C—S	Pz	Σ，m	
12	东昆仑	L	C—S	Pz	Σ，m	
13	甘孜理塘	L	C—S	Pz	Σ	
14	金沙江—红河	L	C—S	Pz	Σ，m	部分地段为T型，红河部分为S型
15	澜沧江	L	C—S	Pz	Σ	
16	班公湖—怒江	L	C—S	Pz	Σ	南段S型为主
17	安宁河	L	C—S	Pz	Σ	
18	小江	C	C—S	Pz	β	也可能为L型
19	龙门山	L	C—S	Pz	Σ	
20	灵山	C	C－S	Pz	γ	
21	吴川—四会	C	A	Pz	γ	
22	丽水海丰	C	C—S	Pz	γ	
23	长乐斥门	C	C—S	Mz	γ	

编号	名称	类型		主要活动时代	岩浆活动类型及其它标志	备注
		深度	性质			
24	太行山	C	C—S	Mz	γ	
25	沧州	C	T—S	Mz	β	
26	聊城兰考	C	T—S	Mz	β	
27	郯城—庐江	L	S	Pt	Σ	一些人认为前古生代即已存在，另一些人则认为是生代以来的
28	伊兰伊通	C	T—S	Mz	β	
29	抚顺密山	L	S	Pz	β	
30	雅鲁藏布江	T	C—S	Mz	os，m	欧亚板块与印度板块之间之缝合线
31	台湾大纵谷	T	S	Mz	os，m，gs	太平洋板块与欧亚板块之间的缝合线

说明：T 型，超岩石圈断裂
L 型，岩石圈断裂
C 型，壳断裂

C—S 型，压性及压剪性
T—S 型，张性及张剪性
S 型，剪性
A 型，压剪、张剪交替
Pz 古生代以来长期活动

os 蛇绿岩套
Σ 超其性岩
β 基性岩类
（玄武岩为主）
中酸性岩类
m 混杂岩
gs 蓝闪石片岩带

Mz 中、新生代以来长期活动

【北祁连深断裂带】 North Qilian deep fracture 北祁连地槽中一条主要的深断裂带，沿断裂分布长达700公里的蛇绿岩带和百余公里的蓝闪石片岩带、因而被认为是一个古板块缝合线（超岩石圈断裂）。其西端被阿尔金深断裂切断，东端在俄博附近与北祁连北缘深断裂会合。

【阿尔金深断裂带】 Altun deep fracture 我国西部一条最重要的平移深断裂，在卫星照片上显示十分清楚，全长1500公里，构成世界屋脊青藏高原的西北边缘。断裂向西南延伸进入西藏境内，切断昆仑褶皱系，松潘甘孜褶皱系和喀喇昆仑—唐古拉褶皱系。东段从西北端切断祁连褶皱系。从其东南侧柴达木和祁连山西段一系列巨大的入字型褶皱和断裂，充分证明它是一条左旋平移断裂。

【龙门山深断裂带】 Longmenshan deep fracture 位于扬子地台之西北边缘，西南起自沪定附近，向北西经汶州、灌县、北川、阳平关、勉县，进入秦岭，长600公里以上。长期构成中国东西两部分的重要地质分界线，重力上也显示一个极为清楚的梯级带。中生代以来，各期构造运动显示比较强烈，并造成一个宽度在30公里左右的鳞片状逆掩断裂带，形成今日雄伟的青藏高原的东南边界。

【东昆仑深断裂带】 East Kunlun deep fracture 包括东昆仑和玛沁略阳深断裂，二者实际上是一条相互连接的深断裂带，大致沿祁曼塔格、布尔汉布达山南缘和积石山北缘延伸。构成昆仑—秦岭褶皱系与松潘甘孜褶皱系的界线，沿断裂从布尔汉布达到积石山分布有长数百公里的二叠—三叠系蛇绿岩套和混杂岩带。断裂北侧有绵延近800公里的花岗岩带。

【金沙江—红河深断裂带】 Jinshajiang – Honghe deep fracture 它的南段沿红河行进，大部分大致顺金沙江延伸，至玉树之北殴西则经风火山口到可可西里山南缘长近3000公里。沿断裂分布蛇绿岩和混杂岩，长期以来构成不同大地构造单元之间的自然分界。金沙江红河深断裂也是一个多旋□构造岩浆活动带，著名的苍山—哀牢山多旋□变质带即与其有关。

【班公湖—怒江深断裂带】 Ban gong – Co – Nujiang deep fracture 西起班公湖向东经改则、伦坡拉、索县至丁青后南折沿怒江行进的一条巨大的弧形深断裂带。向西进入印度、巴基斯坦，向南到滇西龙陵后折向西南，沿瑞丽江入缅甸。我国境内长达2800公里。构成喀喇昆仑—唐古拉及三江褶皱系与冈底斯—念青唐古拉褶皱系的界线。这是一个印支旋□以来强烈活动的多旋□构造岩浆活动带和变质带。沿断裂分布仅次于雅鲁藏布江的我国第二条规模巨大的超基性岩带。

【郯城—庐江深断裂带】 Tancheng Lujiang deep fracture 是我国东部一条最著名的剪切深断裂，南起安徽太湖县大别山麓，向北经庐江、穿巢湖、骆马湖、以及郯城、沂水、潍坊而达莱州湾，长达800公里。沿断裂是一个十分清楚的磁异常带，也是我国东部一个重要的中、新生代岩浆活动带，成矿带和地震带。在地史发展过程中曾发生过明显的裂谷作用和左旋平移运动，但现代震源机制分析则显示右旋平移运动。

【沧州深断裂带】 Cangzhou deep fractured 隐伏于华北平原第四系沉积之下，南起大名，向北经临清、德州、沧州到天津附近，构成沧县隆起与黄骅坳陷的界线。这是一条张性深断裂，并分布大量新生代玄武岩。深地震测深证明它已切穿莫霍面。断裂本身为一阶梯式向东倾斜之正断层，垂直落差近 6000 米。断裂东侧早第三纪沉积巨厚，西侧缺失下第三系，上第三系直接覆于古生代地层之上。

【吴川—四会深断裂带】 Wuehuan Sihui deep fracture 是广东西部从吴川到四会的一个硅铝层断裂带，长达 320 公里。它的主要特点是：顺断裂出现一条动力变质带和挤压带，使断裂附近地层不论是古生界还是侏罗系都遭受不同程度的变质作用。没有明显的岩浆岩带状分布，特别缺乏超基性岩。因此断裂带切穿深度可能不太大，切穿地壳或只切穿到硅铝层。我国东南沿海一带的深断裂多属于这一类型。

【中国大地构造单元】 tectonic ele ments of China 黄汲清等划分的中国（及部分邻区）大地构造单元为：

地台：
中朝准地台
扬子准地台
塔里木地台
南海地台
褶皱区：
萨彦—额尔古纳地槽褶皱区
额尔古纳褶皱系
天山兴安地槽褶皱区
阿尔泰褶皱系
准噶尔褶皱系
天山褶皱系
内蒙古大兴安岭褶皱系
吉黑褶皱系
昆仑秦岭地槽褶皱区
昆仑褶皱系
祁连褶皱系
秦岭褶皱系
滇藏地槽褶皱区
松潘甘孜褶皱系
三江褶皱系
喀喇昆仑一唐古拉褶皱系
冈底斯一念青唐古拉褶皱系
喜马拉雅地槽褶皱区
喜马拉雅褶皱系
滨太平洋地槽褶皱区
华南褶皱系
东南沿海褶皱系
延边褶皱系
锡霍特阿林褶皱系
那丹哈达优地槽褶皱带
蒙古鄂霍次克褶皱系
上黑龙江冒地槽褶皱带
西太平洋岛弧褶皱区
台湾褶皱系

【中朝准地台】 Sjno – Korean para platform 包括整个华北、东北南部、渤海以及朝鲜北部等地。总体呈三角形，并以深断裂与相邻单元分界。中朝准地台是中国境内时代最老的地台。主体部分最终形成于距今 17 亿年以前，阿拉善等边部地区则于元古代末的扬子旋□固结。这个地台主体部分的基底有三个重要的不整合面，代表基底形成、发展的三个阶段。这就是：太古界阜平群与下元古界五台群之间（阜平运动 23. 5—25. 5 亿年)、五台群与滹沱群之间（五台运动 20 亿年左右）滹沱群及其相当地层与晚

元古界（“震旦”）之间（中条运动17亿年左右）的不整合。地台的沉积盖层包括“震旦”和寒武、奥陶纪的浅海相沉积，石炭二叠纪的陆相夹海相沉积以及中、新生代的陆相沉积。大部地区缺失志留系、泥盆系及下石炭统。中生代在燕山、辽宁、山东等地有大规模陆相火山喷发及花岗岩侵入；新生代玄武岩分布广泛。盖层构造变动以燕山旋□为主，但内蒙、燕辽等地印支运动亦甚重要。

【扬子准地台】 Yangzi（Yangtze）paraplatform 包括从云南东部至江苏的几乎整个长江流域和南黄海在内。这是一个于晚元古代末由扬子旋□形成的中国第二个重要的地台。这个准地台的基底是由昆阳群（川西、滇东）、板溪群（湘西、黔东）、神农架群（鄂西）等晚元古界组成。震旦系至三叠系海相沉积盖层发育良好，分布广泛。但泥盆、石炭系在川中和黔北地区缺失，也是一个重要的特点。侏罗系及其以后的陆相沉积，主要分布于四川、滇中、江汉、苏北等地。盖层的构造变动以燕山运动为主，形成良好的地台盖层褶皱带。但康滇地轴、下扬子等地则是多旋□构造岩浆活动带；前者是一个以华力西为主的多旋□构造岩浆活动带，后者主要是燕山及印支旋□的构造岩浆活动带。此外，二叠纪峨嵋山玄武岩在地台西南部的广泛分布，也是扬子地台的一个重要特点。

【塔里木地台】 Tarim platform 北邻天山，南接昆仑山的塔里木盆地是一个前寒武纪地台，旧称塔里木地块。这个地台大部分被新生代沉积覆盖，基底和古生代盖层主要出露于北部边缘的柯坪、库鲁克塔格等地。在库鲁克塔格，地台基底中有三个重要的不整合面，第一个不整合位于下元古界兴地塔格群与太古界达格拉克布拉克群之间；第二个不整合位于上元古界杨吉布拉克群与兴地塔格群之间；第三个不整合位于库鲁克塔格冰碛层与上元古界爱尔基干群之间。这个冰碛层与南沱冰碛层相当，而爱尔基干群中也找到了属于晚元古代的叠层石，因此塔里木地台也是元古代末最终形成的。它以一个地腰（或地峡）式元古代隆起（敦煌、玉门、金塔一带）和中朝准地台连接起来。地台盖层主要经历两次构造变动，华力西运动形成古生界盖层褶皱，喜马拉雅运动则使中、新生代地层褶皱。

【塔里本地块】 Tarim massif 即“塔里木地台”。

【南海地台】 South China Sea platform 这是一个历史构造单元。指海南岛南端包括大部分南海在内的广大地区。由于大部分已沉入南海海底（部分已转化为洋壳），长期以来未能引起中、外地质学家的注意。但从崖县等地发现的寒武奥陶系地层同华南地糟的同期沉积□然不同，西沙群岛变质基底同位素年龄为627百万年，磁场性质与华南的显著差异以及中南半岛上印支地块（其上最老之盖层沉积为中寒武统）肯定东延进入南海等事实，说明南悔地台在地史发展过程中曾经是存在过的。只是中生代以来，由于滨太平洋和特提斯构造城活动的强烈改造，才使其面目全非，最后形成今日的南中国海海盆。

【额尔古纳褶皱系】 Ergune fold system 位于黑龙江省北部，南以德尔布干深断裂与大兴安岭优地槽褶皱带分开，向西南延入蒙古，向东北进入苏联并与布列英地块相接。这是一个早寒武世末封闭的兴凯旋□的褶皱系，但由于华力西旋□的强烈影响，大量地层被花岗岩侵吞，破坏了兴凯运动形成的构造形态。燕山运动使额尔古纳再一次受到强烈改造，北北东向的断裂和火山岩带成为醒目的构造景观。

【天山—兴安地槽褶皱区】 Tianshan – Hinggan geosynclinal fold region 是西伯利亚地台与中朝 – 塔里木地台之间规模宏大的中亚蒙古弧形褶皱区的一部分。主要为华力西褶皱系，我国境内有阿尔泰（加里东及华力西）、准噶尔（华力西）、天山（华力西）、内蒙大兴安岭（华力西）、吉黑（华力西）等几个地槽褶皱系。其特点是：除天山外，大多为优地槽。加里东旋□火山岩主要发育于奥陶、志留系，在西准噶尔并形成蛇绿岩套。华力西旋□火山岩主要形成于泥盆、石炭系，以中性火山岩（安山岩类）为主，内蒙古并有蛇绿岩套。华力西旋□是地槽发育的主旋□。从石炭纪至二叠纪末地槽强烈褶皱，有大规模的花岗岩类岩浆侵入。中生代以来，大部经受强烈改造。燕山运动的总趋势是东强西弱，特别是吉黑、大兴安岭地区，有大规模的断裂运动和岩浆活动；喜马拉雅运动的总趋势则是东弱西强、天山地区异常强烈，形成高耸的山脉与深陷的盆地，以天山南北的山前坳陷和吐鲁番哈密山间凹陷为代表。

【阿尔泰褶皱系】 Altay fold system 为一早华力西褶皱系。位于新疆北部阿尔泰山地区，南以额尔齐斯深断裂与准噶尔褶皱系分开，向西北延入苏联境内，向东南进入蒙古人民共和国。中国境内沉积主要为下古生界和泥盆系，加里东运动可能比较重要，但大片花岗岩均属华力西旋□。

【准噶尔褶皱系】 Junggar fold systeln 为一华力西褶皱系。西南以艾比湖深断裂与天山褶皱系相邻。奥陶、志留系有比较典型的蛇绿岩套，泥盆，石炭系则为以中性（安山岩）为主的火山岩及火山碎屑岩建造。中晚石炭世地槽自北而南逐步封闭，早二叠为磨拉石，晚二叠统陆相碎屑岩系构成后华力西地台盖层。需要指出的是，目前对准噶尔凹陷基底性质的认识，意见尚不一致，一些人认为基底时代属前古生代，构成准噶尔地块，另一些人则认为基底大部仍为华力西褶皱。

【天山褶皱系】 Tianshan fold system 这是一个华力西褶皱系。位于塔里木和准噶尔盆地之间，向西延入苏联，向东与内蒙大兴安岭褶皱系相连。其主要特点是；北天山为优地槽褶皱带，泥盆、石炭系发育巨厚的、以中性（安山岩）为主的火山岩及火山碎屑岩建造，南天山大部地区则为缺乏火山岩的冒地槽带，二者之间以天山中间隆起带相隔；新生代以来，由于强烈的喜马拉雅运动使之发生大规模的纵向隆起和凹陷，形成巍峨的天山山系以及天山南北的山前凹陷和吐鲁番哈密山间凹陷，其中堆积了巨厚的磨拉石和红色岩系。

【内蒙大兴安岭褶皱系】 Inner Monggol - Great Hinggan fold system 为一华力西褶皱系，包括居延海以东的内蒙、大兴安岭广大地区。研究程度较低，暂分为内蒙和大兴安岭两个地槽褶皱带。内蒙，为一华力西优地槽褶皱带，但其南部边缘白云鄂博之北，上志留统不整合于包括中、下志留统在内的下古生代地层之上，应属加里东褶皱（前期旋□）。它向东延伸可能与温都尔庙群一起构成内蒙地轴北侧的一个加里东褶皱带。大兴安岭地槽褶皱系，大部被中生代火山岩掩盖，古生代地层出露零星，是一个被燕山运动强烈改造了的华力西优地槽褶皱带。

【吉黑褶皱系】 Jilin - Heilongjiang fold system 为一华力西地槽褶皱系。位于内蒙大兴安岭褶皱系之东，中朝准地台之北。地槽沉积以石炭、二叠系为主体。北部尚未发现奥陶、志留系，泥盆或石炭二叠系往往直接不整合于黑龙江群或麻山群之上；南部有奥陶、志留系，其中呼兰群可能为晚加里东（或早华力西）褶皱的产物，似为内蒙地槽南部加里东褶皱带的东延部分。华力西期未有大规模酸性岩浆侵入，形成巨大的花岗岩岩基。中生代以来，经受强烈改造，并伴随相当规模的岩浆活动，新生代则为玄武岩流的喷溢。著名的大庆油田所在的松辽凹陷，是一个白垩系的坳陷，西半部的基底屈内蒙大兴安岭褶皱系，东半部的基底为吉黑褶皱系，二者之间大致以孙吴地堑及其南延部分为界。

【昆仑—秦岭地槽褶皱区】 Kunlun Qinling geosynclinal fold region 由祁连、昆仑、秦岭等褶皱系组成。它与北邻的塔里木地台和中朝准地台，东南的扬子准地台以及西南的滇藏地槽褶皱区均以深断裂为界。地槽发育大概始于中寒武世，经过加里东、华力西旋□的发展逐步转化为褶皱区，这个进程结束于早二叠世末，因此，它是一个古生代的地槽褶皱区。但秦岭地槽系进入印支旋□阶段仍继续发育地槽，三叠纪中晚期才转化为褶皱带。昆仑秦岭褶皱区之现代构造地貌——横亘中国的昆仑山脉，祁连山脉、秦岭山脉是喜马拉雅运动的结果，起源于新生代以来印度板块与欧亚板块的碰撞挤压。

【昆仑褶皱系】 Kunlun fold system 这是一个华力西褶皱系，其范围大致与昆仑山脉一致。以若羌—拉竹龙断裂为界分为两部分：东昆仑褶皱系和西昆仑褶皱系。东昆仑褶皱系包括柴达木北缘优地槽褶皱带、祁曼塔格优地槽褶皱带、布尔汗布达优地槽褶皱带以及柴达木坳陷等构造单元。柴达木北缘是一个早华力西褶皱带，地槽封闭于晚泥盆世以前；祁曼塔格和布尔汗布达均为晚华力西褶皱带，地槽于早二叠世末褶皱。柴达木是一个中新生代的坳陷，基底由华力西褶皱和扬子褶皱构成。西昆仑褶皱系以一个巨型反 S 型褶皱山系屹立于塔里木地台之西南，向西延入苏联境内。它是一个晚华力西地槽，早二叠世末褶皱。中新生代以来，昆仑褶皱系经受了强烈的改造，特别是喜马拉雅运动造成今天雄伟的昆仑山系。

【祁连褶皱系】 Qilian fold system 为一加里东地槽褶皱系。寒武、奥陶系有发育良好的蛇绿岩套，志留系为复理石，志留纪末结束地槽型海相沉积并经受强烈褶皱，泥盆系发育巨厚的磨拉石。中、新生代以来，经受印支、燕山，特别是喜马拉雅运动的强烈改造。在青海拉脊山，见寒武系火山岩逆掩于新第三系红层之上，在河西玉门红柳峡见侏罗系逆掩于第四纪砾石层之上，说明直至最新地质时期。本区还曾经受强大的水平挤压力的作用。

【秦岭褶皱系】 Qinling fold system 为印支期形成的地槽褶皱系。位于中朝准地台与扬子准地台之间，向西与祁连、昆仑褶皱系相接，向东被郯庐深断裂截切。这是一个从寒武纪初至三叠纪长期发育的以冒地槽为主的多旋□地槽褶皱系，经历加里东、华力西、印支三个发展阶段。加里东、华力西褶皱带分布于北秦岭地区，印支旋□结束地槽发展。后期，又经受燕山和喜马拉雅运动的强烈改造，前者并伴有相当规模的、以中酸性为主的岩浆活动。

【滇藏地槽褶皱区】 Yunnan – Xizang（Tibeo） geosynclinal fold region 这是欧亚大陆南缘规模巨大的北特提斯中生代地槽带的重要组成部分。占据著名的青藏高原的主体。包括东昆仑深断裂之南，雅鲁藏布江深断裂以北，龙门山和金沙江—红河深断裂之西的广大地域，并以金沙江—红河深断裂和班公湖—怒江深断裂为界分成三部分：即松潘甘孜褶皱系，三江褶皱系和喀拉昆仑—唐古拉褶皱系，冈底斯—念青唐古拉褶皱系。主要特点是：优地槽带与冒地槽带相间排列，沿深断裂带为优地槽带，其间则为冒地槽带；在若尔盖、羌塘、保山、兰坪—思茅以及昌都等地，于中生代沉积之下（保山为古生代沉积之下）隐伏着几个时代不同的小型中间地块；地槽由北向南迁移，北为早中生代印支褶皱系，南为晚中生代燕山褶皱系。

【松潘甘孜褶皱系】 Songpan – Garzě fold syskem 这是一个印支期形成的地槽褶皱系。呈三角形，三边均以深断裂与相邻单元为界。西南面为金沙江红河深断裂北段，东南为龙门山深断裂，北面为东昆仑深断裂和玛沁略阳深断裂。这个地槽系以炉霍、康定深断裂和甘孜、理塘深断裂为界分为三部分：炉霍、康定深断裂之北为巴颜喀拉地槽褶皱带，其特点是；三叠纪复理石建造发育良好，厚度巨大，分布广泛；甘孜、理塘深断裂之东，为雅江地槽褶皱带，其特点是：在三叠系砂泥质为主的复理石建造中尚夹有中基性火山岩和大理岩；甘孜、理塘深断裂之西为优地槽褶皱带，其特点是：三叠系除复理石，碳酸盐岩沉积外，还有大量中基性火山岩。

【三江褶皱系】 Sanfiang fold system 为印支期形成的地槽褶皱系。包括滇西和西藏昌都地区，金沙江、澜沧江、怒江自西藏东部急流南下，形成著名的三江峡谷，故名。主要特点是：地槽明显受断裂带控制，其中最重要的是金沙江红河深断裂、，澜沧江深断裂、怒江深断裂，优地槽一般均沿深断裂分布；沿深断裂带多旋□构造运动和多旋□岩浆活动十分强烈，不仅古生界，而且中生界，个别地方甚至夹杂着第三系，都遭受了不同程度的构造变动和变质作用，并由此形成一些构造岩浆变质杂岩带，其中最著名的就是哀牢山和澜沧江变质带。

【喜马拉雅地槽褶皱区】 Himalaya geosynclinal fold region 位于雅鲁藏布江深断裂之南，为新生代褶皱区，属巨大的南特提斯中，新生代地槽带的一部分，包括苏莱曼（主体位于巴基斯坦），喜马拉雅和阿拉干（主体位于缅甸）等三个新生代弧形褶皱系。

【喜马拉雅褶皱系】 Himalaya fold system 位于雅鲁藏布江深断裂之南。主要特点是：地槽明显地分成两部分，北部为优地槽褶皱带，南部为冒地槽褶皱带；强烈的地槽凹陷起始于三叠纪，特别是晚三叠世。晚三叠世以前从奥陶纪起至早、中三叠世为地台型沉积；北部优地槽部分蛇绿岩套发育良好，沿雅鲁藏布江深断裂分布长达千余公里；地槽南部冒地槽及印度地台边缘纳布构造特别剧烈；细瓦里克山前凹陷带规模巨大，发育良好。

【华南褶皱系】 South China fold system 为加里东期形成的地槽褶皱系。位于扬子准地台之南，又称华南准地台（后加里东地台）。这是一个早古生代的冒地槽，主要由下古生界组成，沉积以包括类复理石在内的海相碎屑岩为主，志留纪末褶皱，转化为地台，并与扬子地台合并。泥盆纪至三叠纪海相沉积盖层发育良好，中生代主要为陆相盆地沉积。自中生代以来，印支、燕山旋□均甚重要，前者表现为强烈的地台盖层褶皱及花岗岩浆的侵入，后者表现为强烈的断裂运动，并有大规模的中酸性岩浆的侵入和喷出。喜马拉雅旋□，断裂活动亦甚重要，一些地带并伴有玄武岩浆的喷溢。

【那丹哈达优地槽褶皱带】 Nadan hada eugeosynclinal fold belt 位于我国东北部，属于锡霍特褶皱系，这是一个奠基于华力西褶皱基底之上的燕山优地槽褶皱带。中生代地槽型火山沉积岩系从晚三叠世开始，到中侏罗世晚期结束。地槽期后的沉积盖层称龙爪沟群，为海陆交互相沉积。

【上黑龙江冒地槽褶皱带】 Upper Heilongjiang miogeosynclinal fold belt 位于黑龙江省最北部，这是一个奠基于兴凯褶皱基底之上的燕山冒地槽褶皱带，地槽沉积主要由中侏罗统砂页岩组成，厚近 10000 米。我国境内主要为陆相沉积。但入苏联后，即以海相沉积为主，属蒙古鄂霍次克褶皱系的一部分。

【台湾褶皱系】 Taiwan fold sytem 属西太平洋岛弧地槽区的一部分。前第三纪的发育历史尚不清楚，但从大南澳变质岩中石炭、二叠纪化石的发现，可以肯定从那时起地槽就开始发展。大南澳变质岩系中 86 百万年的同位素年龄数据，说明燕山运动的影响。喜马拉雅旋□以来，地槽分为，❶东部海岸山脉优地槽褶皱带；❷大南澳变质带；明玉山优地槽褶皱带；❸西部冒地槽褶皱带；❹台澎坳陷等五个单元。其中东部海岸山脉优地槽褶皱带沿大纵谷深断裂带发育蛇绿岩和混杂堆积等。上新一更新世时地槽褶皱，于西部山前台澎坳陷东部形成磨拉石沉积。

【中国三大构造域】 three tectonic domains of China 黄汲清（1945）将中国大地构造划分为三个主要的构造型式，即太平洋式，古亚洲式和特提斯 – 喜马拉雅式。指出：“西伯利亚地台和它的古冠（前寒武纪）的向南推进，于华力西时代在蒙古地槽内产生大蒙古弧；与此同时，一方面由于塔里木地块和中朝地块之相互作用，另方面由于这两个地块与中亚地槽之相互作用，而产生了中亚褶皱，因而出现了古亚洲大陆。在中生代时期，当古亚洲大陆向太平洋推进时，太平洋以强大的推力“回击”，因而产生太平洋褶皱。同一向南推进的古亚洲大陆遭遇到向北移动的冈瓦纳大陆的巨大抵抗，由此而产生的强大水平压力，把深厚的特提斯沉积变成特提斯一喜马拉雅式褶皱，构成世界最大和最高的褶皱山脉。”1973 年以来，黄汲清等结合板块构造学说，在 1945 年论述的基础上，从地球动力学角度出发，把古生代以来的中国大地构造划分为三个巨型的构造域；即古亚洲构造域，滨（环）太平洋构造域和特提斯喜马拉雅构造域。认为滨太平洋构造域的形成，是太平洋板块与亚洲大陆之间沿西太平洋贝尼奥夫带强烈作用的结果；特提斯喜马拉雅构造域先是特提斯海后是冈瓦纳大陆（印度）与欧亚大陆挤压碰撞的结果；古亚洲构造域是欧亚古生代地槽封闭使西伯利亚，俄罗斯和中朝，塔里木等地台联结而形成，指出；正是此三大构造域的发生，发展，交切，复合控制了古生代以来中国大地构造的发展及其若干特点。一般说来，中国古生代构造主要受古亚洲构造域的控制，中、新生代构造主要受滨（环）太平洋和特提斯一喜马拉雅构造域的控制。

【古亚洲构造域】 Paleo – Asiatic tectonic domain 这是一个古生代的构造域，控制中国古生代的大地构造发展和矿产分布规律。包括天山、兴安、乌拉尔、蒙古等地的古生代地槽褶皱区和昆仑秦岭地槽褶皱区，以及夹持于二者之间的塔里木地台和中朝地台等。共构造应力场似乎是：西伯利亚地台陆壳与中亚蒙古地槽洋壳（和次洋壳）以及中胡—塔里木地台陆壳与其两侧地槽洋壳（和次洋壳）之间的相互矛盾运动。

【滨（环）太平洋构造域】 Marginal－Pacific tectonic domain 这是一个中新生代的构造域，分内外两个带：内带，主要为新生代构造带，即西太平洋岛弧带，在我国只有台湾地槽褶皱系；外带，为中生代构造，大部重叠于我国东部较老的、但时代不同的诸构造单元之上。它们是中生代以来，太平洋板块与亚洲大陆相互作用的结果。滨太平洋构造，控制了中生代以来中国东部的大地构造发展和矿产分布规律。

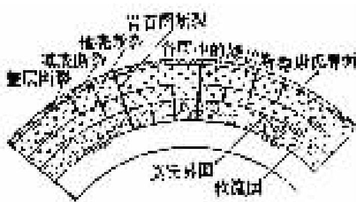
【特提斯一喜马拉雅构造域】 Tethys－Himalaya tectonic domain 这是一个中、新生代的构造域。南带的喜马拉雅为新生代褶皱带；北带的西藏滇西及昆仑、秦岭是以中生代为为主体的褶皱带。这一构造城，向西还包括巴基斯坦、阿富汗、伊朗、土耳其到欧洲南部和北非的阿尔卑斯褶皱带；向南，马来、印尼构造带也在其内。构造线，除北支伸入秦岭外，主要为弧形构造，包括兴都库什—喀拉昆仑弧、喜马拉雅弧和三江弧等。本构造域经历了印支、燕山、喜马拉雅三个发展阶段。印支阶段在本区形成了世界上最大的印支地槽褶皱系，即松潘—甘孜、秦岭、三江以及中南半岛上的印支褶皱系；燕山旋□地槽褶皱主要分布于唐古拉山和冈底斯山地区，喜马拉雅阶段，是最新发展时期，这时，由于印度板块与亚洲板块的强烈碰撞挤压，不但使喜马拉雅地槽褶皱隆起，而且使滇藏和昆仑秦岭地槽褶皱区再次经受强烈的构造变动，大面积地区整体隆起，形成今日的世界屋脊——青藏高原。特提斯—喜马拉雅构造域的发展给古亚洲构造域以十分强烈的影响，其中最明显的就是天山、昆仑、祁连等老褶皱带的大规模纵向隆起和被巨厚磨拉石充填的山前和山间坳陷带的形成和发展。

断块构造说

【断块构造说】 theory of fault block tectonics 一种阐述地球岩石圈块断结构及其运动的假说，1958 年由张文佑提出。他用地质力学分析和地质历史分析相结合的方法，研究形成（建造）与形变（改造）以及断裂的力学机制及其与褶皱的伴生关系等，并侧重研究地球上部岩石圈的块断结构。这一假说认为岩石圈被断裂分割成大小不等、深浅不一、厚薄不同和发展历史不同的断块。由此构成岩石圈的多层、多级和多期发展的断块构造。断块的规模可分为四个等级：岩石圈断块、地壳断块、基底断块和盖层断块，并且在它们之间还有一种层间滑动断裂。断块边界断裂按其深度、规模和地球物理特征，也可分为四个等级：岩石圈断裂、地壳断裂、基底断裂和盖层断裂。断裂的形成和发展过程是：由剪切开始，拉张完成。在构造应力场作用下，岩石受力超过强度极限，引起断裂变形，产生 X 型共轭剪切断裂网络，在张应力作用下，牵就（追踪）原始的 X 型共轭剪切断裂形成锯齿状断裂。这些断裂按其力学性质词分为七种活动方式。而同一条断裂的类型在不同的地质时代是可以相互转化的。按断裂的组合形式可分为 I 型、X 型、V 型、Z 型和 Y 型五种断裂体系，断块不但沿断裂面滑动，而且也沿着软流圈、莫霍面、康腊面、变质基底与盖层之间的界面产生层问滑动。断块边缘和内部不仅有水平运动，也右垂直运动，不仅有俯冲，而且还有仰冲断裂。构造应力场产生的基本原因是地球内部的热力和重力所引起的膨胀（拉张）和收缩（挤压）。地球在胀缩交替作用下，加上外部天体的影响，地球自转角速度变化和地球自转轴的摆动的不均一性对地球的影响等被认为是大地构造的主导原因；并由此而引起岩石圈的多层、多级、多期的断块构造运动。沿着断块的断面产生错动和沿着断块的顶底而产生层间滑动，是岩石圈层状块体相对运动的两种基本方式。浅层构造是受深部断块运动所控制的，反过来，深层构造又受浅层构造的影响。基底断裂常可控制盖层褶皱，盖层褶皱也可影响基底断裂。大陆型地壳在拉开作用下，可形成地堑，产生小海洋到大洋，而大洋型地壳在挤压作用下，也可挤压成岛弧或陆缘山脉，变为大陆。大陆和海洋是可以互相转化的。

【块断构造作用】 fault－block tec tonism 由于断层（裂）将岩石圈切割成各种规模，各种深度，不同时期的断块。这些断块的水平和垂直运动可影响以后地壳的沉积建造、岩浆活动、构造形变。断块产生的过程称为块断作用，所形成的构造称断块。

【断裂深度分类】　classification of faults based on depth　断裂可切割地球各层圈、深浅不一。但已往用的“深断裂”、“大断裂”、“深大断裂”都没有具体的深度概念。1974 年张文佑根据断裂深度与岩浆物质来源和成分的关系，以及地球物理场特征和地震活动等现象，把岩石圈的各种断裂按切割地球各层圈的深度，由深到浅分为：岩石圈断裂、地壳断裂、基底断裂和盖层断裂。断裂深度分类是断块大地构造学说的核心和纲要。以上四种断裂形成于各构造阶段（期），最新时期的断裂可切过其以前形成的地层，早期形成的断裂若有继承性活动可切至有关地层，若无继承性活动则仅限于同构造期岩层，不直通地面。断裂按切割地球各层圈深度所进行的分类，见图。



四类断裂示意图

【岩石圈断裂】　lithospheric fault　切割整个岩石圈到达软流圈的断裂称为岩石圈断裂。它是已知切割最深的断裂。现代大洋地壳的大洋中脊断裂，沿海沟的断裂带，巨大的转换断层皆为岩石圈断裂（相当于板块边缘断裂）。中生代、新生代以及前大陆地壳各地质时期的岩石圈断裂，可按以下地质特征判定：①超基性岩带，分布有橄榄岩、榴辉岩、金伯利岩等；②低温高压变质相带，有指示矿物蓝闪石出现和混杂岩堆积等，它们是岩石圈断块挤压性断裂的标志，相当于板块消减带；③高温、高压变质相带，如麻粒岩相带，为岩石圈张裂带，相当于板块的生长带。岩石圈断裂的物理特征是沿断裂带出现重力，地磁的高梯度带。中生代以来的岩石圈断裂，尤其是近代活动的岩石圈断裂常表现为强地震活动带，高地热带。优地槽发育初期的断槽（谷）即为大陆地壳拉开或发育在大洋地壳内的岩石圈断裂带。我国北祁连山、西昆仑山、后龙门山、北喜马拉雅、和台湾海岸山脉，在未褶皱隆起前属岩石圈断裂带。岩石圈断裂对金属成矿带有控制作用。

【地壳断裂】　crustal fault　切穿地壳达到莫霍面的断裂，称为地壳断裂。现代大洋地壳内的火山岩带，多为地壳断裂作用形成的。地质历史时期的地壳断裂可用下列标志判断：①基性岩（辉长岩、玄武岩）带或基性岩体分布线；②古、中、新生代盆地、地堑的排列线，并且盆地、地堑内沉积物，含有玄武岩或其它的基性岩与沉积地层同期生成，如东非裂谷、汾河地堑、冀中地堑、长江地堑、燕辽断陷、淮河断陷多由地壳断裂带发育而成。沿地壳断裂带常表现出重力、地热和地磁异常。沿活动的地壳断裂带有浅源地震。

【基底断裂】　foundational fault，basement fault　切穿花岗质岩层基底，到达玄武岩层顶面的断裂称为基底断裂。地质历史上的基底断裂可按以下地质特征判断：①酸性岩浆岩带（花岗岩、花岗闪长岩、流纹岩）或串珠状分布的酸性岩浆岩线，沿此带有少量的中性和基性岩浆岩；②线状或串珠状沉积盆地线，有少量中，酸性岩浆岩与沉积岩同期生成，③温泉、湖泊线状分布线等。沿基底断裂出现局部的重力、地磁和地热异常。沿断裂有浅源地震活动。基底断裂带对金属成矿和石油天然气分布有控制作用。

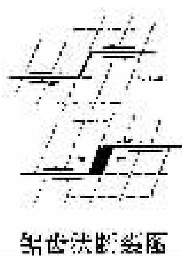
【盖层断裂】 superifical fault，sedimentary cover fault 地壳表面出露的；切穿沉积盖层达到结晶基底顶部的断裂称为盖层断裂。盖层断裂的判断标志是：沉积岩层和岩浆岩体等有错开、位移等现象。泉水的带状分布，河流的袭夺现象等可能标志着有新生代以来产生的断裂。

【层间滑动断裂】 interlayer – glidingfault 沿地球各层圈之间的界面（如康腊面、莫霍面、古登堡面以及结晶基底与盖层之间的高速层与低速层、高导层与低导层的界面等）产生滑动的断裂，称为层间滑动断裂。

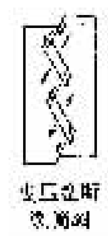
【中国主要断裂分布略图】 The distribution of main faults in China 张文佑等根据断块构造学说所编制的表示中国主要断裂分布的图件，图中表出了我国的岩石圈断裂，地壳断裂，基底断裂、盖层断裂的分布情况以及不同的构造期（加里东期、华力西期，印支期、燕山期及喜马拉雅期）形成的断裂构造在我国的分布情况。

【断块缝合线】 suture line of fault blocks 岩石圈断块边界；它是古大陆型地壳和古大洋地壳的接合断裂，是古大陆地壳向古大洋地壳仰冲或后者俯冲的处所。它可切割岩石圈而到达上地幔的软流圈。其原因可能与现代太平洋西缘的板块消减带相似，因此亦可称消减型断裂。它相当于岩石圈断裂。

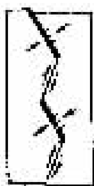
【锯齿状断裂】 zigzag fault 断裂的产生常是从剪切开始，拉张完成的。因锯齿状断裂面表现参差不齐的形状有如锯齿，故名锯齿状断裂。它是由于整体断裂牵就 X 型剪切断裂而形成的。锯齿状断裂常由剪一张表现出来，现代大洋中脊断裂，大陆裂谷，如东非裂谷，莱茵地堑，我国的汾河、渭河、冀中地堑等，皆是由锯齿状断裂构成的，锯齿状断裂形成的力学条件见图。



【曳裂（剪张）型断裂】 fault of 具有剪切拉开（部分剪切，部分拉开，交替出现）性质的断裂。断裂两侧块体作相背（相反方向）运动，多形成锯齿状断口，故称为曳裂，见图。第一级曳裂型断裂，相当于现代大洋中脊裂谷带；现代大陆裂谷带（地堑）等。

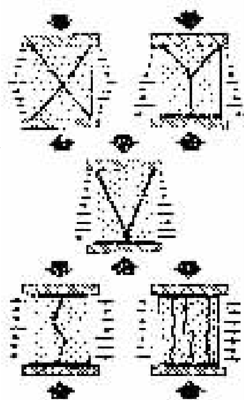


【曳压（剪压）型断裂】 fault of shearcompressive type 具有剪切—挤压（部分掩冲，部分剪切，交替出现）性质的断裂，当发生仰冲、俯冲时，断裂两侧块体相向运动，故称曳压型断裂，见图。最大一级曳压型断裂，相当于现代海洋与大陆板块之间的俯冲断裂带或消减带。



【断裂组合型式】 type of fracture group（fracture system） 也称断裂体系在区域统一应力场下，断裂在平面上所表观的切错、交接型式称为断裂组合型式。在断块大地构造学中，把长期活动的基底、地壳和岩石圈断裂划分为 X、Y、V、z 和 I 五种组合型式。

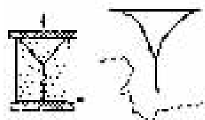
【断裂体系】 fracture system 即“断裂组合型式”。


五种断裂组合型式

【Ⅰ型断裂体系】 I－shaped fracturo system Ⅰ断裂在平面上组成Ⅰ型，多表现为张性的锯齿状断裂。地质历史上的地槽断谷（海洋地壳）或现代大陆的中、新生代裂谷（地堑）多属Ⅰ型断裂体系。它是受平行于断裂方向的挤压与垂直它的拉张联合作用的结果；它是由于在断块的两端存在与Ⅰ型断裂近正交的平错断裂，易于产生侧向滑动而形成的，相当于岩块在实验中受压而两端易于自由滑动的情况。我国的冀中地堑是典型的Ⅰ型断裂体系，其北为阴山断裂，南为黄河断裂。

【X 型断裂体系】 X－shaped frac ture system 是指两组走向在平面上呈 X 型相交的断裂，两组断裂多为剪切性质。地壳自形成以来（约在 39 亿年前至今）即存在着 X 型剪切断裂。火星和地球表面也有 X 型线状构造，大约形成于 45—35 亿年。霍布斯（Hobbs，1911），詹德尔（Sander，1938）均提出地壳上存在 X 型断裂。后者提出三套六组 X 型断裂，即北北西与北北东，北东与北西，北东东与北西西。张文佑（1961 年）提出我国西部地区（六盘—贺兰山至龙门山、横断山以西）主要发育北西西与北东东一对 X 型断裂。我国东部地区地壳主要发育北北西与北北东一对 X 型断裂。X 型断裂是由于断块两端在受压后不易滑动形成的。我国西南的水城一河池断裂（北西向）、师宗—贵定断裂（北东向），为典型的 X 型断裂。

【Y 型断裂体系】 Y－shaped fracture system Y 在平面上呈 Y 型的三组断裂所组成的体系。上部两组断裂多具剪切性质，下部一组断裂多具拉张性质，上下两部构成剪切—拉张的断裂组合。其应力条件是一端不易滑动，亦即上部边界条件不如下部自由。图为我国的横断山区龙门山断裂（北东向）、甘孜—康定断裂（北西向）和西昌断裂（南北向）组成的典型的 Y 型断裂体系。V 型断裂体系也是这种条件下形成的。

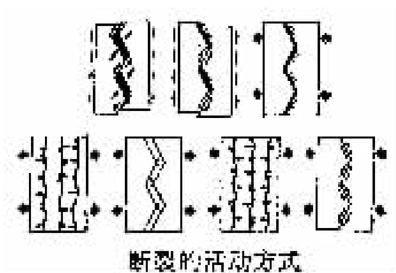

Y 型断裂体系图

【Z 型断裂体系】 Z－shapcd frac ture system **在平面上两组平行断裂中，夹有一组斜向断裂。上、下两组断裂可同受挤压应力或拉张应力作用，分别产生平移断层、逆断层或正断层，而中间则产生一组剪切拉张或剪切挤压的断层。挤压应力下所产生的 Z 型（或反 Z 型）断裂组合的形体较长，拉张应力下所产生的形体较短。另外，在侧向挤压和拉张应力下，也可产生 N 型或反 N 型体系。这两种类型断裂体系，前者多发生在纬向隆起和凹陷带，后者多发生在经向隆起和凹陷带。**

【反 Z 型断裂体系】 reversal Z－shapod fracture system Z **参见 Z 型断裂体系。**

【N 型断裂体系】 N－shaped fraeture system N **参见 z 型断裂体系。**

【断裂活动方式分类】 classificalion of faults based on displaeement **断裂是在长期地史中的各构造阶段形成的。早期已形成的断裂，在晚期构造阶段中产生再活动。在两组断裂走向夹角不大于 30°的情况下，在新的构造阶段的统一应力场内，同一条断裂可具有不同的活动力式。根据模拟实验和野外观察，概括起来有五种活动方式：①纯挤压的；②纯拉张的；③纯剪印的（分左旋和右旋两种；④剪切—挤压的；⑤剪切—拉张的。地球表面巨型和大型断裂带，常为剪切—拉张和剪切挤压型。另外，还有两种剖面上断裂组合形式的活动方式。**



断裂的活动方式

【岩石圈断块】 litkospheric faultblock **球表部（即地壳和上地幔顶部，软流圈以上）被岩石圈断裂所切割和围限的最大一级的断块。它可以沿软流圈滑动，相当于板块学说的岩石圈扳块。如现代的太平洋、非洲、美洲、欧亚、印度、南极洲六大板块即与岩石圈断块相当。现代大陆区和大洋区可划分出许多各地质历史时期的岩石圈断块。大陆上的古槽块（地槽断块）相似于现代大洋断块。台块（地台断块）相当于现代的大陆断块。**

【地壳断块】 crustal fault block **它是地球表层中第二级断块，也是岩石圈断块内部的次一级断块，比岩石圈断块薄。它被地壳断裂切割和围限，可沿莫霍面滑动。现代大洋被火山岩带断裂所分割的断块，现代大陆被地壳断裂所切割的台隆和台陷，以及槽块内的槽隆和槽陷均属地壳断块。现代槽块、台块内中、新生代含玄武岩及其它基性岩的沉积盆地，也多为地壳断块。**

【基底断块】 foundational fautblock 地壳断块内部次一级的、被基底断裂切割和围限的断块称为基底断块。它可沿康腊面滑动。基底断块多分布在现在大陆区。现代大洋不存在基底断块。大陆台块内的台凸和台凹，槽块内的槽凸和槽凹多为基底断块。大陆及大陆边缘的中、新生代不含基性火山岩的红层盆地也属基底断块。如华北台块上规模较小的中、新生代盆地、槽块上的红层盆地等。

【盖层断块】 superifical fault blogk 被盖层断裂所切割的断块。它存在于现代大陆及大陆边缘，是沉积盖层发育的构造单位。

【断块地质历史分类】 The classification of fault blocks by geological history 按断块形成的地质历史，即据它们的形成（建造）和形变（改造）特性而进行的分类。此种分类是为了便于在大地构造图上表示其发展历史和形变特征。它们分为台块、槽块和坳块，是第一级断块单位，与岩石圈断块相对应；台隆和台坳、槽隆和槽坳、坳隆和坳陷是第二级断块单位，与地壳断块相对应；台凸和台凹、槽凸和槽凹是第三级断块单位，与基底断块相对应。按地质块体的物理力学性质，吸收地台地槽学说的优点，初步分为断块、断坳和断褶，其物理力学性质则是由硬到软，并分别相当于地台、冒地槽和优地槽，代表大陆型地壳，过渡型地壳和海洋型地壳的阶段转化。因此断块、断坳和断褶之首均应分别加上年代或构造运动期。如太古代、元古代、古生代、中生代和新生代的断块、断坳、断褶等或桑干、太行、晋宁、贝加尔、加里东、海西、印支、燕山、喜马拉雅的断块、断坳、断褶等。

【台块】 platform block 地台断块的简称，它是现在大陆区的第一级断块单位，相当于岩石圈断块。台块具有地台型的形成（建造）和形变（改造），由基底和沉积盖层组成。基底为震旦纪以前地层、经太古代、元古代褶皱和变质作用成为大陆地壳。它们的构造形变剧烈，常发育剪切和流动褶皱。沉积盖层大多为古生代以后的地台型沉积岩层，变形轻微，均为弯曲褶皱；除在基底断裂带附近外，一般是平缓褶皱。台块以岩石圈断裂与槽块为界。我国的台块有华北台块、塔里木台块、扬子台块等，这一概念张文佑等人于1959年提出，并曾称地台、断块等。台块内的次一级断块单位是台隆、台陷。

【槽块】 geosynclinal block 现代大陆和大洋构造区的第一级断块，也属岩石圈断块。分为优槽块和冒槽块两种。优槽块，即是古生代及以后的优地槽。它由超基性、基性火山岩、岩浆岩，硅质岩、复理石建造组成，即所谓的蛇绿岩套。岩浆岩为橄榄岩、辉长岩；火山岩为玄武岩，细碧岩等。现代大洋盆地可能是中生代以来形成的槽块，但在太平洋也可能夹杂有沉没的古陆残余碎块。槽块内的岩层一般变形强烈，常出现剪切褶皱，并有低度至中度变质现象。超基性和基性侵入体和岩脉很多，并有玄武岩喷发。沉积岩多不成熟，滑坍和浊集岩多。大陆上的槽块，则有古生代、中生代、新生代时期形成的块体。槽块形成初期是剪切—拉张或拉张型的岩石圈断裂带，类似现在的大洋中

脊裂谷，在它发展的晚期阶段，两侧大陆断块相向运动，向大洋地壳仰冲，同时海底扩张使海洋地壳俯冲于大陆之下，在其间形成剪切－挤压型断裂带。可与现代的岛弧－海沟比拟，具有优地槽性质，1974 年张文佑等曾称之为断褶。槽块内次一级断块单位是槽隆和槽陷。冒槽块即具冒地槽特点的槽块，它是现代大陆和大陆边缘地区第一级岩石圈断块。它与优槽块的区别是岩石建造中缺乏超基性火山岩及蛇绿岩套组合，变质轻微，沉积岩多成熟，一般无滑坍和浊集现象。可与现代大陆的边缘海相比拟。相当于冒地槽，1974 年张文佑等曾称断坳。

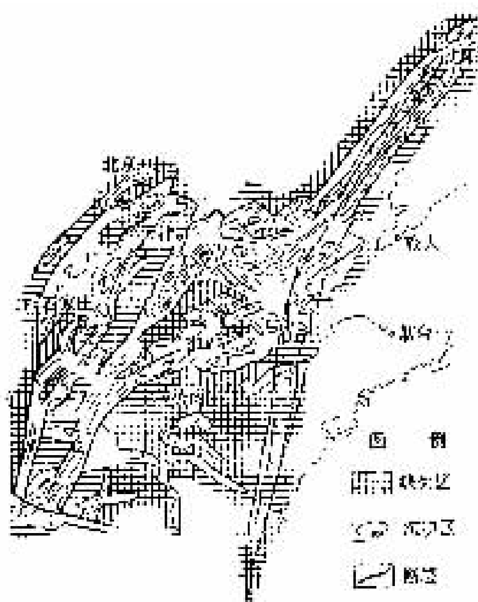
【断块】　fault block　在块断构造作用过程中，地壳岩石圈内所切割出的块体，称为断块。断块按其规模和边界断裂的深度、可分为岩石圈断块、地壳断块、基底断块、盖层断块等四大类，按其沉积物特征又可分为台块和槽块两类。1974 年张文佑等曾将形成于震旦亚界之前，具有地台型的形成和形变特征的台块称为断块，以与断褶相对比。

【断褶】　fault－fold　1974 年张文佑等提出的断块单位，具有优地槽型建造特征，构造形变强烈，褶皱较断块发育，变质作用低度至中度，相当于槽块。

【坳块】　fault－warp　过渡性地壳区的第一级断块，形成于震旦亚代以后，较稳定，具有冒地槽型的形成和形变特性。

【台隆】　platform uprise　它是现在大陆地壳内的第二级断块单位；也是台块内第一级断决单位。它常是由地壳断裂分割而成的，台块内的正向隆起断块，在其上缺乏或仅有很薄的沉积盖层（成熟的碎屑岩建造）。它的平面轮廓受周边的地壳断裂控制，常形成于一定地质时期和构造阶段。例如，在震旦纪（19—7 亿年）华北台块内存在着陕晋、鲁西和阴山台隆，在这些台隆上缺乏震旦纪沉积，只有厚度不等的土门组。它们以北东、北东东，东西和北西向地壳断裂为边界与台块内的负向断块——台坳为邻，华北台块内震旦纪台隆和台凹的分布见“ 台陷 ”条附图。在各台块上，古生代、中生代和新生代时期也有台隆和台凹存在。例如，在三叠纪时山东和辽宁地区即为台隆缺乏三叠纪沉积；以西为鄂尔多斯台坳，却沉积了厚数千米三叠系岩层。这里的台隆相当于张文佑 1959 年提出的台背斜。

【台陷】　platform subside　它是大陆区地壳的第一级断块单位，周边常由地壳断裂分割，是台块内的负向坳陷断块，在其上存在较厚和很厚的浅海或陆相的成熟沉积岩，有时夹中、酸性火山岩。它存在于各地质时期，常以地壳断裂与台隆为界，形状受地壳断裂控制。例如，华北台块中的震旦纪燕辽台坳和秦淮台坳，前者堆积了 8000 余米的火山岩和沉积岩，后者堆积了 5000 余米的火山岩和沉积岩。华北台块内台坳的分布见图。华北台块内的冀中台坳在新生代时期，沉积了 8000 余米的第三系和第四纪沉积物。



华北台块新生代沉积盆地分布图

【槽隆】　geosynelinal uprise　它是现代大陆和大洋区槽块内第一级断块，属地壳断块内部由地壳断裂分割的正向隆起断块。在槽隆上的沉积建造多为厚度较薄，常具成熟性的沉积岩。例如我国北祁连山槽块的中部隆起即为槽隆，可与现代大洋底的高原比拟，相当于 1959 年张文佑等所提出的“ 槽背斜 ”。

【槽陷】　geosynclinal subside　它是现代大陆和大洋区槽块内的第一级断块单位，属地壳断块内部由地壳断裂分割的负向坳陷断块。在槽坳内有海相超基性火山岩、硅质岩和复理石建造，即蛇绿岩套。如祁连山加里东期槽陷和天山海西期槽陷等。槽坳相当于槽向斜。

【台凸】　platform convex　它为台块、槽块和坳块上的第二级正向的隆起断块单位，一般缺乏沉积物。它们常受基底断裂围限和切割，属基底断块内部的正向隆起部分，即为台凸。

【台凹】　platform concave　它为台块的第二级负向沉降断块单位。有较厚的沉积物，常以基底断裂分别与台凸分开，属于基底断块内部的沉陷部分，张文佑 1959 年定名。

【槽凸】　geosynclinal convex　它为台块、槽块和坳块上的第二级正向的隆起单位。是地槽区在新的□返构造阶段，由于断裂作用上隆形成的正向构造，在槽凸上一般缺乏晚期沉积物，其构造特征为地槽型，可与地台中的台凸对应，相当于上叠隆起。

【槽凹】　geosynclinal concave　为槽块和坳块上的第二级负向沉降断块单位。是地槽区在新的□返构造阶段中由断裂作用形成的凹陷构造。在凹陷中一般堆积了磨拉石和

含煤岩系。它类似于台凹构造特征，相当于上叠盆地。

【断块区】 fault－block region 表示中、新生代以来地球岩石圈断块发展的断块分区。它是这个时期上地幔活动的反映。断块区的界限可以跨越地质历史上各级、各时期的断块。由于上地幔活动的幅度和方向不同故反映出中、新生代时期在地层厚度、岩相建造、地震活动、地形高低以及地球物理场等方面常存在着差异。因此，断块划分的主要依据是：❶重力和磁力异常梯度剧变带；❷地震活动带；❸地形剧变带；❹岩相建造差异带。

【中国断块构造分区】 tectonic division of fanlt blocks within China 断块的发生与发展是随着地质历史进程而有分，有合的，并且分割它们的断裂深度，宽度和活动方式，力学性质也是随着地质历史的发展而变化的。一个地质时期的几个小断块可在另一个新地质时期合并为一个大断块，而另一个时期的大断块又可分裂为几个小断块，因此，断块的分区应以同一地质时期为标准。例如，华北台块的前震旦纪基底，是由太古代的几个台块或槽块（已固化的），经下元古代末的五台运动，使五台群的大洋地壳型岩层褶皱拼合为一整体而构成的。在南部由中元古代的岩石圈断裂与大别山台块或秦岭槽块分开，西部被六盘—贺兰山断裂，北部被阴山岩石圈断裂，东部被青岛断裂（可能是岩石圈断裂）所切割围限，而成为一个古生代时期的整体台块。在白垩纪的燕山运动时期，华北台块又解体为：鄂尔多斯、太行山、冀中、胶辽、阴山和豫皖几个次一级断块。至于断块区的划分则是根据现存的构造形态而划分的。按前述四个主要的划分标准，初步将我国新生代以来的断块构造区暂分为：❶青藏断块区，即叶城、且未经西宁至碧江以西地区；❷西域断块区；❸中原断块区，即青藏、西域两断块以东，阿里河（黑龙江省）经峰峰、宜昌、白色以西地区；❹华夏断块区，即中原断块区以东。各断块区的特征见表。

特征 / 区名	地幔活动	地壳厚度（公里）	近代地壳升降	地震活动
青藏	地幔沉降	50—70	强烈上升	边界地震活跃
西域	地幔上升微弱	55—60	同上	同上
中原	地幔上升中等	40—55	中等上升	地震比较活跃
华夏	地幔上升剧烈	30—40	升降	华北活跃、华北稳定、沿海有活动

【活化台块】 activization plat form block 中生代以后，上地幔活动加剧，并引起台块产生比较强烈的构造变动、岩浆活动、老断块复活和上地幔隆起等，形成一系列大陆裂谷如地堑，中、新生代断陷盆地，强地震活动带等，这种台块地区叫做活化台块。我国华北台块即为强烈活化台块，扬子台块边缘也有活化现象。

【西藏断块区】 Xizang（Tibet）fault－bloc kregion 是1974年张文佑等编制中国块断构造分区图所使用的分区名，主要表示在近代块断构造分区，大体上可分别与上述青藏、西域、中原和华夏断块区相类似。

【西域断块区】 Xiy fault－block region 详见“西藏断块区”。

【华夏断块区】 Cathaysian faultblock region 详见“西藏断块区”。

【断块构造应力场】 tectonic stress field of fault block 模拟实验和野外观测的结果表明，在南北向挤压应力作用下，先产生北北东和北北西X型剪切断裂系统。随后进一步迁就原有的X型剪切断裂而发展为近南北向（经向）锯齿状断裂。在亚洲大陆向东仰冲和太平洋向西俯冲的东西向压力作用下，则产生北东东和北西西向X型剪切断裂，迁就它们而产生近东西向（纬向）锯齿状断裂，近南北的张性断裂转变为挤压性断裂，即经向构造带。中国中、新生代地壳（地应力状态和构造形变特性）分为东西西个区，西区的分界是横断山至六盘—贺兰山。它以西为西部区，以东为东部区。西部相当于挤压隆起区（复背斜），表现为北东东—北西西断裂带所切成的长轴近东西向的近似菱形断块；东部相当于拉张凹陷区（复背斜），表现出北北东—北北西断裂带所切成的长轴近南北的近似菱形断块，两者分界的近南北向构造带可视为剪切—挤压和剪切—拉张带。在这种应力条件下，导致西部地区构造运动（印支—燕山—喜马拉雅期）由北向南逐渐变新，引起古地中海部分在西藏南部与印度断块发生拼合，这与较刚硬的塔里木和印度断块相向运动有关，在西藏地区挤压最强，表现为扇状造山带（orogen）的块状隆起。在西部地区，古生代及其以前的断裂活动仍在继续并表现为断块的升降运动，形成次一级的断裂和褶皱带，主要断裂系统是北西西与北东东的X型断裂，及近东西向构造带。在东部地区，构造运动以及岩浆活动大致有从西向东逐渐变新的特征，以西太平洋和印尼岛弧的外海作为自由边界。中国大陆有向太平洋作不均一的蠕散的趋势。同时也相应的形成了北北东（至北东）及北北西（至北西）的X型剪切断裂系统和近南北向的张性大陆裂谷和边缘盆地和岛弧。图为非洲、欧亚、澳洲和印度洋、太平洋地区中、新生代构造应力场简图。这一应力场可能是地球形成以来，由于热力和引力作用引起的地球自转和公转速率的变化所产生的，根据模拟实验和野外观测，地表断裂常与地下断裂活动不一致，



中、新生代构造应力场简图
1. 前震旦古老断块；2. 古生代构造区；3. 中新生代构造区；4. 岛弧及深海沟；5. 古老断块运动的总方向；6. 大陆蠕动方向；7. 相对蠕动方向

在层间滑动面（中性面）以上和以下的应力场是不同的。中国东部大致相当于向斜，西部相当于背斜。前者地表断裂为北北东—北北西向，后者则为北东东—北西西向，而

中和面层间滑动面以下则恰好相反。东部地震活动多沿北东东—北西西向，西部地震活动多沿北北东—北北西向可能就是这个道理。至于地震与断裂关系，初步认为：地下断裂产生断裂，地表断裂则往往是由地震产生的。

【鄂尔多斯断块】 Ordos fault block 1974 年张文佑等提出，其界限是张家口、大同、河津以西至贺兰山—六盘山，基底主要在太古代桑干期形成（绝对年龄大于 24 亿年）。

【太行断块】 Taihang fault block 974 年张文佑等提出；界限为鄂尔多斯断块以东至太行山边缘一带。基底为早元古代太行期形成（绝对年龄为 13. 0—2 亿年）。

【冀鲁断块】 Hebei – Shandong fault block 1974 年张文佑等提出：界限为太行山以东至郯庐断裂，基底为太古代桑干期形成（绝对年龄大于 24 亿年）。

【胶辽断块】 Jiao – Liao fault block 1974 年张文佑等提出：界限为郯庐断裂以东至渤海、黄海边缘。基底为早元古代太行期形成（绝对年龄大约为 13. 0—24 亿年）。

【扬子断块】 Yangtze fault block 它位于合肥、武汉、成都一线以南，杭州、长沙以北的长江流域地区。在晚元古代晋宁期（10—8 亿年）的构造运动形成其基底，上部主要有震旦系、古生代、中生代的地台型沉积。

【塔里木断块】 Tarim fault block 1974 年张文佑等提出的断块单元，位于新疆塔里木盆地。基底形成于晚元古代晋宁期（13—9. 5 亿年）的构造运动，其上分布有古生代、中生代、新生代的地台型沉积。

【西昆仑断褶】 Western Kunlua fault – fold 位于西昆仑山，呈北西西方向延伸。它由下古生代的轻变质的砾岩、砂岩、千枚岩和火山岩组成，并存在“蛇绿岩套”和硬玉矿床，为优地槽褶皱系。1959 年张文佑等将其定名为西昆仑正地槽，1974 年改名为西昆仑断褶。它主要为下古生代大洋地壳，相当于槽块。

【北祁连断褶】 North Qilian faultfold 位于祁连山，由寒武—奥陶系的复理石、硅质岩、中性和基性火山岩、碧玉岩等组成。这个断褶构造形变剧烈，岩层变质轻微，为加里东期褶皱隆起的地槽。据最近资料分析，它们是由蛇绿岩套、混杂岩堆积组成的大洋地壳，为历史上的优地槽。1959 年张文佑等将其命名为祁连山正地槽系，1974 年改名为北祁连断褶，属于加里东期。

【台湾断褶】 Taiwan fault – fold 台湾断褶是指我国台湾省地区的构造单位，它是新生代褶皱□返的褶皱带。岛上出露古生代变质岩系，以及白垩系至渐新统的岩层。渐新世为地槽型沉积，并在渐新世末褶皱。东部海岸山脉有硬玉、蛇绿岩套分布，是消减型岩石圈断裂带。1959 年张文佑等曾命名为台湾正地槽，1974 年改名台湾断褶。新生代断褶还有喜马拉雅断褶。

【地台】 platform 是指震旦纪以前，地壳已经由活动性较大的变动带或地槽转化为比较稳定的地区，其上有古生代以后沉积的浅海或陆相的岩层。故地台是由两个构造层组成的，下构造层称基底，上构造层称盖层。基底由太古界，元古界的变质岩组成，褶皱为剪切褶皱和流动褶皱，它们还可以划分为太古、下元古、中上元古代等构造层。盖层构造变形轻微，岩层不变质。中国地台的基底固结时间不同，华北地台的褶皱和固结时间是下元古代末的五台运动（19—20 亿年），而扬子地台，固结的时间是中元古代的晋宁运动（13.5—9.5 亿年）。地台分布面积广大，古生代以后褶皱，固结的地槽面积较小，没有两个明显的构造层，仅在小型的断陷盆地内有变形轻微的沉积岩层，此即地槽与地台的主要区别。

【地槽】 geosyncline 地槽这一术语最初是由美国地质学家丹纳（Dana，1873）提出来的，他认为地槽是地球表层强烈沉降的部分，堆积了巨厚的沉积物，并强烈的褶皱。百余年来随着科学的发展对地槽有了新的认识。地槽是岩石圈断裂拉开的槽谷，它向两侧扩大，深达上地幔，在那里堆积了巨厚的沉积物，并有来自上地幔的岩浆侵入和喷出，夹于沉积岩中。在一定的构造阶段，岩石圈断块发生相向的水平运动，岩层挤压褶皱隆起，而形成褶皱山脉。这就是地质历史上的地槽发生与□返。岩层经强烈的挤压而褶皱，自于来自上地幔的热流和断块运动的挤压而产生变质作用，在地台断块与地槽断块间的挤压断裂带附近产生低温、高压的变质相带，即蓝闪石片岩带。在地槽的中部产生高温变质带。张文佑提出，古生代以后的地槽的形成，是由于地壳自形成以来（39—40 亿年）即存在着走向北北西和北北东以及北西西和北东东的两组 X 型剪断裂，迁就前者形成近南北向（经向）剪张断裂或剪压断裂，迁就后者形成近东西向（纬向）剪张断裂或剪压断裂，故岩石圈断裂槽谷或山脉多呈经向和纬向。由于地球旋转速度变化，地球的热胀冷缩和重力作用，引起岩石圈断块的拉开和闭合，此即是地槽形成和□返的机制和过程。

【冒地槽】 miogeosyncline 靠近地台的沉降带、地台与优地槽之间的过渡区，其沉积物为碎屑岩、泥岩、石灰岩，一般缺乏火山岩。褶皱和变质均较轻弱，故称之为冒地槽。

【优地槽】 eugeosyncline 离地台较远的巨大断裂沉降带，常与冒地槽相邻，沉积岩层巨厚，主要为泥岩夹粉砂岩复理石、硅质岩、放射虫岩、浊集岩、滑坍堆积、并

有基性、超基性岩侵入和玄武岩喷出，还有细碧岩，可组成所谓的蛇绿岩套。它是过去的大洋深水盆地和深海沟。例如，我国的北祁连山加里东地槽、天山海西地槽、西秦岭印支地槽都是优地槽。

【褶断带】 fault – fold zone 是地台内的一个较小的活动带，基底断裂发育，沉积盖层也有显著的褶皱，故称褶断带，如四川台向斜东部的川东褶断带。

【正地槽系】 orthogeosynclinal system 史蒂勒（H. Stille）和凯伊（M. Kay）根据地槽的形状、岩浆活动和沉积物来源以及所在的位置对地槽进行的分类中，将位于各地台之间的地槽叫正地槽。正地槽系即几个正地槽所组成的地槽系统，如：我国大兴安岭正地槽系，天山正地槽系，祁连山正地槽系等。

【槽背斜】 geosynclinal anticlinorium 为地槽内的次一级构造单位，在地槽沉降阶段和褶皱□返期，它均表现为正向的单位。在沉积相上它以边缘相碎屑岩为主，褶皱具复背斜形态。由张文佑等 1959 年提出。

【槽向斜】 geosynclinal synclinori um 它是与槽背斜同级的负向构造单位，用以表示地槽内凹陷较深，褶皱为复向斜的构造单位。它的沉积相为深水泥质和硅质岩，浊集岩、岩浆岩有基性和超基性侵入岩以及细碧岩、玄武岩、火山岩、蛇绿岩。

【结晶岩带】 zone of crystalline rolks 又称结晶轴，指地槽内出露的结晶变质岩带。它一般位于地槽中央与地槽走向平行，其时代比地槽岩层时代为老。有时也称背斜带。

【背斜带】 anticlinal zone 即“ 结晶岩带 ”。

【复背斜】 anticlinorium 地槽内的次一级构造单位。复背斜表示地槽区岩层在褶皱□返后形成的大型背斜，在其翼部还存在许多较小的褶皱。1959 年张文佑认为复背斜仅为褶皱形态术语，不能表现构造特性，故用槽背斜相应的代替地槽区的复背斜。

【复向斜】 synclinorium 地槽内的次一级构造单位。表示地槽区岩层在褶皱□返过程中形成的大型向斜，在其上有许多较小的褶皱。1959 年张文佑认为：复向斜仅为褶皱形态术语，不能表现构造特性，故用槽向斜相应地代替地槽区的复向斜。

【台盾】 shield 地台上的次一级构造单位，是前寒武纪褶皱的结晶基底岩层直接露出地面而成。在其上缺乏古生代、中生代沉积盖层。在我国缺乏这种构造单位。台盾相当于一般构造学中的地盾。世界上著名的地盾有加拿大地盾、阿尔丹地盾等。地盾也是大陆断块构造的一种。

【台背斜】 anteclise 地台上的第二级构造单位，它是地台上的巨大隆起区。在背斜隆起区内还有小的凹陷区，即台背斜具有复背斜的特征。因此，张文佑于 1959 年命名为台背斜，例如，我国有辽东台背斜，山东台背斜等。

【台向斜】 syneclise 地台上的第二级构造单位，具有复向斜特征，沉积岩较厚，也是张文佑于1959年首先命名的。在我国有鄂尔多斯台向斜（三叠系）和四川台向斜等。

【基底】 basement（foundation） 是指经过褶皱，变质作用的结晶变质岩。它们是经过地槽阶段硬化而形成的。基底相对其上的沉积盖层而言，所以，凡是被沉积岩层不整合覆盖的结晶变质岩系均可称为基底。因而，基底按其形成时代可分为：前震旦亚界的、古生代的（又分为加里东期和海西期）中生代的包括印支期的和燕山期的。

【基底构造系】 basement tectonic system 发育于墓底（结晶变质岩系）内，具有成生联系的断裂称为基底构造系。如东西（纬向）、南北（经向）构造系等。

【盖层滑动构造系】 superifical gliding tectonic system，sedimentary covering sliding tectonic system 发育在沉积盖层内，由于盖层脱开基底沿基底滑动并受基底断裂影响，因而在盖层内产生构造体系，可称为盖层滑动构造系，如山字型弧形构造、旋卷构造系等。

【东西向（纬向）构造系】 E－Wlatitudinal tectonic system 在基底内存在着走向北东东和北西西的X型剪切断裂，由于牵就它们而发育成近东西向的锯齿状张性槽谷和挤压性隆起相伴而生的构造系，称为东西向构造系。在中国自北向南有阴山、秦岭、南岭东西构造系，它们具有很长的地质历史，有由北向南逐渐变新，阴山主要形成于前震旦纪，秦岭主要形成于古生代，南岭则主要为中、新生代产物。

【南北向（经向）构造系】 N－S longitudinal tectonic system 在基底内存在着走向北北东和北北西的x型交叉断裂，由于迁就它们而形成近南北向的锯齿状张性断裂构造系，称为南北构造系。中国境内最显著的是贺兰山、六盘山、龙门山、横断山等构造带。

【华夏系】 Cathaysian system 李四光曾把华夏系分为北45°东的古华夏式构造，北32°—35°东的中华夏式构造和北18°—25°东的新华夏式构造。与华夏系发生同时有扭断裂形成，其中主要有北15°—20°西（称大义山向）和北70°—80°东（称泰山向）两组。在中国东部，这个构造系一直影响到该区地壳的发展。

【西域系】 Xiyü system 北西—北西西向的构造方向，包括我国西部地区的许多地槽（褶皱带）。在中国东部也有西域系存在，如大别山。

【弧形构造】 arc structure 张文佑等根据模拟实验结果，结合日本德田贞一和李四光的模拟实验，认识到弧形构造不仅与应力方向有关，而且更重要的是受基底和盖层的物理力学性质的控制以及盖层在基底上的滑动程度。如滑动程度大，则形成狭窄的弧形，反之则形成宽阔弧形。如基底凸出而坚硬，则弧形围绕古隆起而出现，例如：广西山字形构造的雏形；若盖层软韧不易破裂，则在弧后皱成脊轴，而成为山字型构造，例如：广西山字型的形成；若盖层硬脆，易于破碎，则在弧后裂开成为弧后盆地或浅海，例如：日本岛弧和弧后的日本海，西太平洋各岛弧的弧后浅海盆地，大致与日本相似。

【山字型构造系】 epsilon – type structural system 它是弧形构造的一种类型，受基底内存在的X型交叉共轭断裂控制，在新的构造阶段中，由于它们水平方向错动的剪应力而在沉积盖层内产生挤压应力，在交叉断裂口处形成弧形褶皱，当弧的后缘存在古老的结晶硬块时，便形成与弧近正交的脊柱，它们形成山字型构造系。山字型构造系、弧形构造系除与基底断裂有关外，还与盖层与基底之间的滑动有关。我国最典型的是广西山字型构造。其脊椎在加里东以前已经隆起（“江南古陆”），广西弧形构造基本是围绕其南端而发育的。弧的形成又与北西向河池一南丹断裂和北东向大瑶山断裂有关。从弧形构造形成的力学机构看来，张文佑认为山字形构造是弧形构造的一种特殊形式。

【旋卷构造系】 vortex structural system 当在沉积盖层下有古老的坚硬地块存在时，在水平挤压力作用下，硬性地块做为砥柱，沉积盖层发生不均匀的扭动，而形成旋卷构造系。

【边缘弧构造系】 marginal – arc structural system 在大陆与大洋交界的地方，即沿大陆边缘形成凹面朝向大陆，凸面朝向大洋的弧形岛屿，称为边缘弧。它们形成的力学机制与山字型构造相似，它们与山字型构造系的区别是：在弧的凹向相当于脊柱处为拉张的边缘海。如在我国东部沿海向东凸出的边缘弧有：千岛群岛、日本岛弧，琉球群岛弧等；可称为频亚洲大陆东缘的边缘弧系，又可称为西北太平洋的反向边缘弧，这些弧与北北东和北北西X型断裂活动有关，边缘海即为迁就它们的张性断裂及亚洲大陆向太平洋蠕散有关。

地洼学说

【地洼学说】 diwa（geodepression）theory 1956 年陈国达提出的一种大地构造学说它是在主要研究中国地壳结构和发展史特点的基础上，批判地继承和发展美国 J·霍尔（1859）及 J·D·丹纳（1873）的地槽学说而逐步形成的。其主要内容包括三部分：①阐明一种新的大地构造单元（第三构造类型，活化区或地洼区）。该说认为，地槽学说把地壳构造划分为地槽区（活动区）和地台区（“稳定”区），后者由前者转化而来的看法，符合中国东部中生代以前情况，但从印支或燕山运动开始，“中国地台”已大部分衰亡，转化为新型活动区，命名活化区（1956）或地洼区（1959）。②提出地壳动“定”转化递进说。该说认为，地槽学说把地壳演化史划为地槽、地台二阶段，符合中国东部中生代以前历史。但自印支或燕山运动以来，已进入新的阶段，叫地洼阶段。它还认为，地壳是通过活动区与“稳定”区互相转化，螺旋式发展的，叫做递进律。③提出地洼（递进）成矿理论。该学说认为，（a）不同大地构造单元各有成矿专属性，地洼阶段是一重要成矿阶段，有色、稀散，放射等金属矿床特多；（b）后成构造单元可继承先成构造单元的矿产，形成成矿叠加。地洼区是出现最晚的构造单元，故这现象普遍，矿种、矿床类型丰富多彩；（c）先成矿床（包括层控矿床）可受后阶段成矿作用的叠加、改造、富化、富集，形成以三多（多成矿阶段、多物质来源、多成因类型）为特色的多因复成矿床。在地洼区内，尤为多见，为寻找大型富矿的有利地区。

【地台活化】 activation（activi zation，mobilization）of platform 1954 年苏联 B. B. 别洛乌索夫所提出的一个术语，用以概括并企图说明象中国东部等地于中生代燕山运动时出现的强烈构造岩浆活动现象。但对于这种现象及经受过燕山运动的地区的大地构造性质，存在着三种不同的理解和看法。第一种认为是“地台的括化部分”（актизированнъе участкипдатформъI），别洛乌索夫本人（1954）是其代表。第二种认为系“地台转化为地槽的一个极好范例”，如苏联 Ю. М。谢音曼（1937）、别洛乌索夫（1954）也把中国东部及贝加尔这一时期划为准地槽。第三种则认为是一个新型活动区，如 Г. Ф. 米尔琴克（1940）的块断带，陈国达（1956、1959）的活化区及地洼区。1960 年，陈国达把它系统化，成为地台活化说，是地洼学说的早期阶段。

【地壳动“定”转化递进说】 the ory of progression（with transfor mation between mobile and stable regions） 简称递进说，是 1959 年陈国达提出的关于地壳发展一般性规律的大地构造理论，为地洼学说的三个组成部分之一。其主要论点为：①地壳发展是多阶段的（前地槽、地槽、地台、地洼、后地洼等阶段），不平衡的（同一地质时期在不同地区存在着不同性质和类型的构造区）。②地壳演化过程是活动区和“稳定”区互

相转化、交替更迭的过程，叫动“定”转化。这种转化和更替并非构造单元的简单重复及循环，而是由简单结构到复杂结构、由低级阶段到高级阶段，按照“否定之否定”法则，循着螺旋式的方向，向上向前发展的，这叫“递进”。总称为动“定”转化递进律（见附图）。③地壳构造通过动定转化、递进发展的根本原因，其动力来源是在于地幔软流层物质因所含放射性元素分布不均，引起温度、比重的不均而发生蠕动，以及热能向外扩散与向心凝聚交替，详见“地幔蠕动、热能散聚交替说”。

【地幔蠕动说】 hypothesis of mantle creep 全称为地幔蠕动热能散聚交替说。是地洼学说用以探索地壳构造通过活动区与“稳定”区互相转化、递进发展的根本原因与动力来源的一种假说，陈国达于 1977 年提出。它的主要论点是：上地幔软流层物质因放射性元素的含量分布不均，引起温度、比重的差异，发生缓慢的移动。原在较深层位者（包括一些重的），当温度增高体积增大比重减小时，便向上移，致令热能外散，相应部位的地壳因受热而膨胀，同时热流增高，从而引起该处强烈的地壳运动，并在大部分时期水平运动占优势，发生强烈褶皱及断裂、岩浆喷出或侵入、岩石变质、地震频强，形成了活动区。反之，上地幔软流层上部物质（特别是重的）进行重力分异时，便向下移，致使热能内聚，随后结果将是相应部位的地壳因热能消散而相对收缩或膨胀不显，同时热流减低，从而导致该处地壳运动转弱，并且水平运动退居次要，在大部分时期垂直运动显出优势，褶皱断裂、岩浆活动、岩石变质及地震等均相对减弱，转化为“稳定”区。如此类推。地洼学说认为，地壳发展可能是这样主要由于地球内部矛盾斗争所推动的。由于上地幔物质的差异蠕动，地壳的差异胀缩，以及岩浆喷出、侵入的强弱变化，还可引起地球自转速度的变化，大小壳块之间的相对位移等，便形成了地壳各个部位的应力场及由此引起的构造定向性。

【综合分析法】 synthetic（integrate）analysis method 地洼学说研究大地构造及划分构造区的方法之一。其要点是把地质历史分析和构造应力分析这两种传统方法结合起来，既以地质发展史的差别为主要依据，又考虑到应力场的异同。1959 年陈国达等初用于编制湖南省大地构造图，1974 年用于编制中国大地构造图（1977 年出版）。综合分析法在划分两类性质对立的构造单元，即（强烈）活动区和（相对）“稳定”区，以及它们中的不同类型（例如活动区中的地槽区和地洼区），其主要依据包括构造反差强度、岩浆活动特点、变质作用特点、地壳运动型式、构造区的结构等五个方面。其中以构造反差强度最为重要，它是通过沉积建造分析及构造型相分析相结合而获知的。

【构造反差强度】 tectonic contrast　这是地洼学说综合分析法划分构造区的主要标准之一。构造反差强度（用 C 表示）包括两个空间因素和一个时间因素。两个空间因素是构造起伏密度（d，水平空间因素）和构造起伏幅度（h，垂直空间因素）；时间因素就是构造起伏速度（V）。它是这三个因素的函数。用关系式表示就是：

$$C = f(d, h, V)$$

一个地区某一时期，凡构造起伏密度及幅度较大，进行也较速的，叫做构造反差强度较大；反之，构造起伏较疏，幅度一般较小，进行也较慢的，则叫做构造反差强度较小。不论任何地区在任何时期，其构造反差强度必定反映在当时的下列两个方面：①沉积建造特点，②构造型相特点。即一个建造和一个改造；或者说，一个形成和一个形变。它们是认识构造反差强度的主要标志。此外还有古地貌反差强度，它在一定强度上反映出当时的构造反差强度，是通过沉积建造分析而获知的。对于现阶段大地构造来说，则构造型相和古地貌须相应地以新构造特点和（现代）地貌反差强度的表现来代替。般说来，构造反差强度较大是（强烈）活动区（如地槽区、地洼区）的特点之一；反之，构造反差强度较小则是（相对）“稳定”区（如地台区）的一种标志。这一方面的特征，无论在活动区还是在“稳定”区，均以它的发展中期最为明显。

【大地构造地球化学】 tectonogeochemistry　为地洼学说在研究领域方面的一个组成部分，陈国达在以前研究的基础上于 1976 年正式提出。它是介于大地构造学与地球化学之间的一个边缘学门，是构造地球化学的一个分支，研究对象为各种不同大地构造单元的地球化学特征及其演化过程。其研究任务主要为探索各种大地构造单元的岩浆岩、沉积岩及变质岩在化学成分上的差别、在大地构造演化过程中各种化学元素的分散、富集、迁移和重分配情况，及其时空规律性。这个学门与大地构造成矿学有密切联系。

【大地构造成矿学】 metallogeny　是地洼学说在研究领域方面的一个重要组成部分，为该学说在运用于找矿、为生产服务过程中逐步形成的。它是把大地构造学与矿床学结合而成的新学门，其主要研究对象为地壳演化与成矿关系，以及各种不同大地构造单元的沉积建造、岩浆建造、变质建造、构造型相、地球化学等方面在矿床的形成和变化中所起的作用。其研究任务为主要从地壳演化规律的角度探索各种大地构造单元的成矿专属性、大地构造环境及其物理、化学、生物等条件对成矿的影响，以及对所成矿产在时间上、空间上分布规律的控制。按照成矿学，成矿的大地构造类型可划分为地槽型、地台型及地洼型（活化区型）。我国及世界有关地区常见的多因复成矿床（见另条），被列为重要的矿床类型之一。

【大地构造多因复成矿床】 polygenetic and compound ore deposit 为地洼学说在研究对象方面的一个重要部分，简称复成矿床。它是指那些由于经受过不止一次的成矿作用的综合结果，明显地同时具有多方面成因特征的一类矿床。关于其成因类型问题，往往引起长期争论。它的主要特点为三多—多成矿阶段、多物质来源、多成因类型。其成矿物质可来自大小各级的不同的地壳发展阶段，在地洼区中最为发育。其主要模式及形成方式有：①叠加富化，如海南岛石碌式铁矿、内蒙白云鄂博铁–稀土–铌矿床。②改造富化，如湖北黄梅式菱铁矿。③再造富集，如湘桂黔等铀铅锌锑汞等矿，系由地下热水把各时代的矿源层中分散的成矿元素富集而成。多因复成矿床的成矿大地构造条件多种多样方式不一，故找矿方向及标志因具体而异。

【成矿构造学】 metallotectonics 为地洼学说研究领域方面一个组成部分，是陈国达在以前研究的基础上，于1964年作为一门学科提出来的。它的研究对象是与矿床形成及改造有关的构造。其研究范围包括直接间接控制或影响着一个含矿区内的内生或外生矿床的发生原因、物质来源、形成环境及条件（对于外生矿床还包括古地理及古地质环境）、发生和发展过程、在时间上的出现规律和在空间上的分布规律、赋存部位、形态和产状、以至形成以后的变形改造及保存情况，还有把先成矿床富化、形成新的、更具工业意义的矿床等方面的大、中小各级地质构造。成矿构造依规模的大小，可归纳为大中小三级。大型的是构造区（地槽区、地台区、地洼区等）和构造系；中型的是褶皱、断层；小型的为节理及劈理。此外还有火成岩构造。因此，成矿构造学也可分为相应的专门部分。但它们之间是密切联系的，不论研究任何一级的成矿构造，都需要结合其他等级的成矿构造来进行。

【构造区】 tectonic region 构造区一词在不同学派有不同的定义。地洼学说认为，这是指某一时期内，于一定范围里面，同属于某种性质（活动区或“稳定”区）和类型（地槽区、地台区或地洼区）的大地构造单元的地区，或属于其中某一部分。通过它们，可以反映所论地区某一时期地壳运动（大地构造运动）的性质和类型，同时还反映出在该时期以前，所论地区的全部地质发展史——历代的大地构造性质和类型及其演变过程。它的空间位置和疆界反映所论时期某一类型地壳运动的主要影响范围；它的建立和存在时代反映该型地壳运动在其范围内的作用时间。地洼学说认为在划分构造区和编制大地构造图时，通常按照“厚今薄古”的原则，以现阶段各个地区的大地构造性质和类型为依据。例如，目前仍属于其□返期主要在加里东运动的地槽性质的地区，叫做加里东期地槽区或加里东期（地槽）褶皱区；目前仍属于由加里东期地槽区转化而成的地台性质的地区，叫做后加里东期地台区；目前属于其激烈期在中生代（即太平洋运动）的地洼性质的地区，则叫做华夏期地洼区。但当描述一个地区地质史上某一时期的古大地构造情况、划分当时的构造区及编制该时代的古大地构造图时，则以当

时的大地构造性质及类型为准。构造区就其范围的大小来说，还可分为若干级，最大的叫一级单位，依次类推。

【构造层】 structural layer 地洼学说认为构造层是指一个构造区内某个发展阶段的一定大地构造性质和类型的环境下所形成的、具有相应特征的沉积建造，伴有相应类型的构造型相，有时还伴有相应类型的岩浆建造和变质建造的地层组合。它在时间上反映出某种性质和类型的地壳运动在一个地区出现的时代及长短，空间上反映出这个类型地壳运动在延续时间内的主要影响范围。构造层可依其包括范围分为大中小三级。大的叫基本构造层，简称构造层；依次为亚构造层及小构造层，它们都是基本构造层里细分出来的。按性质特点构造层可分为地槽构造层、地台构造层、地洼构造层。它们之间常被不整合面或假整合面所分隔。中、小构造层之间有时可为过渡关系。任何构造单元均有其代表构造层，它是该构造区的最新构造层，如现在仍为地槽区的构造层，其最新构造层为地槽构造层。在代表构造层之下，可继承其前身的构造层。出现越晚的构造单元，其继承构造层累积越多。如地洼区，在地洼构造层之下，还存在地台构造层、地槽构造层及结晶基底。不过构造层可以发育或保存不全，可以缺失或部分地缺失某一构造层。

【构造区结构】 construction of tectonic region 地洼学说鉴别大地构造单元和划分构造区的标准之一，它指的是在一个构造区内，其地壳结构是由多少以及什么性质和种类的构造层所组成。如地洼说认为；不包括结晶基底在内，地槽区认为只有地槽构造层的单层结构，地台区为有地槽构造层加地台构造层的双层结构；地洼区在上述两构造层之上，又添上地洼构造层，构成三层结构。

【构造型相】 structural style 地洼说（1959）把地质构造的形式（如褶皱、拱曲、断裂等)、类型（如褶皱的断续、紧闭、宽展等型)、规模大小以及构造活动强度等，统称为构造型相，作为划分大地构造单元的标准之一。例如地洼区的构造型相一般是以短线状宽展型的连续褶皱为主，块状断裂十分发育，还有拱曲为特色。

【前地槽构造层】 structural layer of pre－geosyncline 地槽、地台或地洼构造层之下的结晶基底。详见“构造层”。

【地槽构造层】 structural layer of geosyncline 指结晶基底深变质岩群之上的地槽型建造，对于地台区来说，它是褶皱基底。详见构造层。

【地台构造层】 structural layer of platform 褶皱基底所组成的地槽构造层之上的地台型建造所组成的沉积盖层。详见构造层。

【地洼构造层】 diwa（geodepressional）structural layer 地洼学说所指由地洼型建造组成，遭受过地洼型构造型相的改造所形成的构造层。它是地洼区的代表构造层，通常是以地台及地槽构造层作为基础发育起来的。由此可见，地洼区具有三层结构，可与地台区的双层结构、地槽区的单层结构区别开来。

【活动区】 mobile region 地壳中活动性特别强烈的地区，是构造区的一类。地洼学说认为，活动区一般是构造反差强度较大，具有带状分布，韵律发达的海相或陆相沉积建造，其岩石无论在物质组分，粒度及磨圆度诸方面，都分选性差，岩相，岩性及厚度的变化性大。岩浆活动强烈而复杂，变质作用显著，构造型相复杂，褶皱断裂强烈。目前仍为活动区的地区，新构造运动强烈，地貌反差较大。现经研究较详的活动区有地槽区和地洼区二种。地洼学说认为，就活动强度的变化来说。活动区的发展过程可划分为初动期，激（剧）烈期及余动期三个小阶段。在其发展过程中，大部分（主要在激烈期）以水平地壳运动为主导。

【地盆区】 geobasin region 地洼说用以代表前地槽阶段的一种古型活动区。其代表构造层是位于褶皱基底之下，遭受深变质、岩浆岩十分发育的结晶基底中的褶皱强烈部分。

【稳定区】 stable region 地壳中活动性相对和缓的地区，是构造区的一类。地洼学说认为“稳定”区一般是构造反差强度较小，具有面状分布的沉积建造，其岩石无论在物质组分，粒度及磨圆度诸方面，都分选性较好，岩相、岩性及厚度的变化性较小。岩浆活动较弱而较单纯，变质作用不显，构造型相较简单，地层一般平缓，目前仍为“稳定”区的地区，新构造运动较弱，地貌反差较小。现经研究较详的“稳定”区有地台区一种。地洼学说认为，就活动强度的变化来说，“稳定”区的发展过程可划分为三个小阶段：初“定”期，和缓期及余“定”期。在其发展过程中，大部分（主要在和缓期）以大面积的升降地壳运动为主导。

【地原区】 geoplain region 地洼学说用以代表前地槽阶段的一种古型“稳定”区。其代表构造层为位于褶皱基底之下，受深变质的结晶基底中的褶皱和缓部分，后来往往受到部分改造。

【台隆】 anteclise 地洼学说所指地台上的基底相对隆起地段，沉积盖层（地台构造层）缺乏，或者较薄而朝四周前方缓倾。名出自拉丁文 ante（向前方） + cline（倾斜）。如伊陕地台的东胜台隆。

【台陷】 sineclise 地洼学说所指地台上的基底相对下降地段，沉积盖层（地台构造层）较厚而平整，产状水平或朝中心呈非常微小的倾斜。名出自拉丁文 sine（无） + cline（倾斜）。如伊陕地台的陕中台陷，四川地台的成都台陷。

【槽谷】 aulacogen 苏联沙特斯基1964年提出，原指地台早期活动性较大的线状延伸的断陷盆地，也有人指地壳第三构造单元。

【初动期】 initial－mobility period 地洼学说所指活动区发展过程的早期。以地洼区为例，这时总的来说水平地壳运动开始增强，以前地台阶段的垂直地壳运动退居次要地位。在总的趋势逐步增强的构造作用进行过程中，由于拱曲、褶皱、断裂（尤其是块状断裂）十分活跃，作为地洼区发育基础的各种较老构造层遭受强烈差异升降运动，区内出现反差强度逐渐加大的构造起伏及地貌起伏，形成常以高原为代表的地穹隆起（正单位），以及介于其间的以盆地或谷地为代表的地洼陷落（或断陷、半断陷，为负单位）。地洼里面，开始逐步堆积起从地穹或邻侧隆起地区剥蚀下来的，以陆相碎屑为主，偶为海相，并以分选性差，稳定性小为特色的地洼沉积。在东南诸省常形成含煤建造（萍乡式建造）。由于构造变动强烈，地层之间常多不整合间断。岩浆活动一般地开始加强，常以酸性（或）及中酸性为主。如东南地洼区在晚三叠—早侏罗世和华北地洼区在早侏罗世的情况是。地洼发展初动期的矿产，以中国东部而论，沉积矿床主要为煤（如东南的安源煤组，华北的大同煤组等）；内生矿床主要为钨锡等。

【激烈期】 maximum－mobility period 也称剧烈期，为地洼学说所指活动区发展过程的中期。以地洼区为例，这是水平地壳运动特别显著，褶皱，断裂（包括逆掩及块状断层）最为强烈的时期，在此时期及以前形成的地洼沉积，连同作为地洼盆地基底的地台，地槽及前地槽各个构造层，一同受到影响。到这一时期的后半期，便构成了在构造上及地貌上反差强度更大的，以高原或高山为代表的地穹隆起，也可特称褶断带或块断带；介于其间的是新生成的以盆地或谷地为代表的地洼陷落，也可特称山间洼地；在东南诸省，其中开始形成了以红色岩层为主的后期地洼沉积——南雄式建造。此时一般有大量的酸性岩浆侵入，部分地区还有火山喷出，形成建德式建造。如东南，华北两地洼区的中侏罗·世到白垩纪情况是。地洼发展激烈期的矿产，就中国东部来说，主要有十分发育的各种有色，放射，稀散金属及铁矿（部分地区且多火山矿床），为地洼阶段，内生矿床最重要的成矿期，以及随红色沉积产出的砂岩铜矿，铅锌矿，铀矿等。

【余动期】 residual－mobility period 地洼学说所指活动区发展过程的晚期。以地洼区为例，这时水平地壳运动总的说来开始衰减，而垂直运动在某些时间，地点则日渐增强。褶皱虽已转缓，但块状断裂仍很活跃；岩浆活动逐渐减弱，构造反差及地貌反差强度逐渐减小，断褶带（或块断带）逐渐被削低，山间洼地中继续堆积后期地洼沉积（在东南诸省其下部以红色岩为主的丹霞式建造为代表）。此时岩浆活动多为基性溢出。如东南、华北两地洼区的新生代情况是。地洼发展余动期的矿产，就中国东部所知，主要有石油（目前已知地洼型油田的主要成矿期）、油页岩、褐煤、膏盐，铝土矿等外生矿床，如大港、胜利等油田，抚顺及茂名的油页岩等是其例。

【初“定”期】 initial－stability period 地洼学说划分的（相对）“稳定”区发展过程的早期。以地台区的发展过程为例，这时地台区刚从（强烈）活动区（地槽区）转化而来，它继承自前身的强烈活动性质仍然显著。虽然垂直地壳运动已在总的过程中逐渐增强并趋向于占据主导地位，但水平地壳运动有时还有较明显的表现，在波浪式地时强时弱、总的趋势逐渐减弱的构造作用进行中，褶皱、断裂活动和差异升降还相当活跃，构造反差及地貌反差还相当明显，可在某些地方出现相对下降幅度很大的断陷或拗陷（沉降带型台陷）。有时还有较显著的岩浆活动和变质作用。沉积物在物质组分、颗粒大小、磨圆度几方面的分选性虽然一般地较好，但有时在某些地区还可较差；岩性、岩相、厚度等方面的变化性虽然一般地较小，但有时在某些地区还可较大。地层间偶可有角度不整合，一般较小。华北震旦纪时的情况，是地台发展初“定”期的一个例子。它是在震旦纪初刚由一个吕梁期地槽（褶皱）区转化而成的地台区。在燕辽地区曾出现大幅度的台陷——燕辽沉降带，其中沉积了厚达九千多米的海相地层。在有些地方震旦界中还夹有中基性火山岩。东南诸省的下（广西）或中（粤湘赣等省）泥盆统底砾岩，以及其上的一些碎屑岩和部分碳酸盐类岩层，也是地台发展初“定”期的沉积建造。这是该地处于刚由加里东期地槽（褶皱）区转化而成地台区的时期。地台发展初“定”期的矿产，在中国东部现知的主要是沉积铁矿。如华北震旦系中的宣龙式铁矿，东南诸省泥盆系中的宁乡式铁矿是其例。

【和缓期】 maximum－stability period 地洼学说划分的（相对）“稳定”区发展的中期。以地台区的发展过程为例，这时由于波浪式地时强时弱的地壳运动，经过了初“定”期后，其强度总的趋势已逐渐地进一步减弱，是整个地台发展过程中活动表现相对来说最为和缓的时期。这时垂直地壳运动占据主导地位的现象特别明显，而水平地壳运动则已退居极其次要的地位。褶皱作用及差异升降十分微弱，构造反差及地貌反差极小；岩浆活动及变质作用很少出现；沉积物在物质组分、颗粒大小、磨圆度几方面的分选性一般良好，岩性、岩相、厚度等方面的变化性大都较小。地层间绝少出现角度不整合。不过和缓程度的大小，在不同地台区或同一地台区的不同部分可以不一样。华北寒武纪至早石炭世这段时间的情况，是地台发展和缓期的一个例子。这时面状分布的碳酸盐类广泛发育，中奥陶统与中石炭统之间由于长期的、大面积的平稳上升运动而出现很大的沉积间断，但上下岩层之间仍能保持平行不整合关系，显为垂直运动占据主导地位的证明。东南诸省石炭纪至早二叠世的情况，也是地台发展和缓期的一例。这时也有面状分布的碳酸盐类及碎屑岩类广泛发育，遍及东南几个省（尤以黄龙、船山、栖霞、茅口等组灰岩为著名）；只是沉积物的分选性不及华北同期沉积物之好，稳定性也不及后者之大。地台发展和缓期的矿产，在中国东部现知的主要有铝土矿、煤等沉积矿床。例如东南的测水组中的煤。

【余“定”期】 residual－stability period 地洼学说划分的（相对）稳“定”区发展过程的晚期。以地台区的发展过程为例，这时由于波浪式地时强时弱的构造作用，经过了和缓期后，总的趋势又已再度逐渐增强。直至最后，活动性更加强烈，地台区衰亡，转化为新的（强烈）活动区（地洼区）。这一时期，虽然垂直地壳运动在总的来说仍占优势，但水平地壳运动已有时在局部地区开始显露，褶皱、断裂开始增加活跃，升降差异开始再度加大，构造反差及地貌反差再度显著，有时并有较明显的岩浆活动及变质作用。沉积物在物质组分、颗粒大小，磨圆度几方面的分选性虽然一般地还是较好的，但有时在某些地区也可出现较差；岩性、岩相、厚度几方面的变化性虽然一般地还是较小的，但有时在某些地区也可较大。地层间有时出现角度不整合。华北中石炭世至三叠纪的情况，是地台发展余“定”期的一例。这时由海陆交互相沉积逐渐转为陆相碎屑沉积组成的建造，是其产物。随后结束了地台阶段，转变为地洼区。东南诸省晚二叠世至中三叠世的情况，是地台发展余“定”期的另一例子。海陆交互相地层广布，后期先有大规模海侵，然后以大部分地区隆起和海退，以及活跃的拱曲、褶皱、断裂作用为标志，终结了地台阶段而转入地洼阶段。地台发展余“定”期的矿产，以中国东部现知的为例，主要为铝土矿、煤、油页岩等，如华北本溪统中的铝土矿、太原统及山西统中的煤，以及华南乐平统等的煤是其著者。

【地洼期】 period of diwa（geodepression） 地洼说认为，地洼区的发展过程，按其主要特征分为前后两期，前期以出现地洼盆地与地穹山脉相间为特色，叫地洼期，大致相当于初动期至激烈期早期。

【断褶带期】 period of fault－fold－ing zone 简称断褶期。地洼说认为，地洼区的发展过程，按其主要特征分为前后二期，后期以出现“断褶带”的山脉为特色，故称断褶带期，大致相当于激烈期晚期及余动期。

【活化区】 activizing（activated，mobilized） region 1956 年陈国达提出，用以代表象中国东部于中生代燕山运动的那样经受过强烈的构造岩浆活动的地区，认为该处原有的“中国地台”，这时已变成一个新型活动区。因为它是地台活化的产物，故起名活化区。至 1959 年，他又根据其主要特征是区内出现一种名叫地洼的特殊的构造盆地，故又名为地洼区。目前在国内外文献中二名通用作为同义语。

【自治活化区】 region of autonomous activation 大陆地壳第三基本构造单元，苏联谢格洛夫 1968 年提出，“自治”二字是强调这类活化与地球其它大型构造单元（首先是地槽坳陷）没有关系。相当于我国陈国达的地洼区。

【构造－岩浆活化区】 region of tectono－magmatie activafion　大陆地壳第三构造单元，“活化区”的同义词。但构造—岩浆活化强调的主要是叠加的构造现象和岩浆现象的复杂组合这些现象在地壳发展的后地台大陆阶段发生，使地台和固结褶皱区的构造受到改造。

【地洼区】 diwa（geodepression）region　又名活化区，是与地台区性质对立，与地槽区有别的一种新型活动区，是与该二者并列的一级构造单元，通称第三构造类型，1959年陈国达提出。其特征是在形成过程中，主要在激烈期，水平地壳运动占主导地位，由于拱曲、褶皱、断裂作用强烈而出现反差强度大的构造起伏，形成波距小、差异升降速度及幅度大的短带状隆起，名叫地穹；其间介以相对下陷的短带状盆地，名叫地洼。地洼中充填有地洼沉积，见附图。认识标志为；①三层结构，一般地在地台及（或）地槽构造层（褶皱基底），有时直接在前地槽构造层（结晶基底）之上；由地洼沉积组成一个代表构造层，叫地洼构造层。②沉积建造特点为岩性、岩相、厚度变化大，物质、粒度、圆度分选性差。山麓相、山间河流相、湖相等陆相为主（偶夹海相层）。间断型韵律性强，称华夏式建造，旧称类磨拉石建造。③岩浆活动大多数强，在华夏型地洼区以中酸性占优势，活动总顺序一般地由中酸性到基性。④具有一般为局部性的接触变质及动力变质（特别是断裂变质）作用。⑤断裂发育，褶皱主要为宽展型、短线状；早中期多压性断裂及压性断陷盆地，晚期多张性。⑥地貌反差大，高原（高山）深谷，新构造运动强，可生强震：偶有近期火山活动。地洼区可从不同角度划分为多种类型。



Ⅰ，地槽构造层（Ⅰ$_1$，前期亚构造层；Ⅰ$_2$，后期亚构造层）；Ⅱ，地台构造层；Ⅲ，地洼构造层；X，前地槽构造层；$\gamma_{Ⅰ}$，地槽岩浆岩一部分；$\gamma_{Ⅱ}$，地洼岩浆岩一部分。虚线代表前一阶段构造层被剥蚀了的部分

【优地洼区】 eu－diwa（eugeodepression region）　按岩浆活动强弱为划分标准的地洼区类型之一。其岩浆活动特别强烈，多火山活动。如中国东部沿海的地洼区是。

【渺地洼区】 mio－diwa（miogeodepression region）　依岩浆的活动强弱来划分的地洼区类型之一。大都岩浆活动较弱或很少，罕见火山活动，如中国东部的云贵地洼区。

【拱裂型地洼区】 diwa region of arcogenesis – faulting type 按成因划分的地洼区类型之一，以拱曲及断裂作用为主要构造特征，并因此形成地洼及地穹。其中又可分为二个亚型：即华夏亚型和顿涅茨亚型。前者的地洼多为较小型盆地，岩浆活动大多数强烈，如中同东部诸地洼区。后者的地洼多为大型盆地，岩浆活动较弱，如苏联的顿涅茨地洼区属之。

【华夏期地洼区】 diwa region of Cathaysian age 按时代划分的一期地洼区，其发展的激烈期在中生代。如中国东部的东北，华北、华中及东南等地洼区；苏联西伯利亚南部，蒙古、朝鲜、越南北部；北美落基山，南美巴西等地洼区也属之。

【顿涅茨期地洼区】 diwa region of Donetzian age 按时代划分的一期地洼区，其发展的激烈期在晚古生代，如苏联的顿涅茨地洼区，美国的维几大地洼区。

【块断型地洼区】 diwa region ofblock – faulting type 按成因划分的地洼区类型之一，其主要构造特征为块状断裂并以此形成地洼及地穹。其中又可划分为二个亚型：中亚型和东非型。前者的地洼多为大型盆地（其中还有较低级的隆陷分异），一般岩浆活动较弱，如中国西部地区的地洼区是；后者的地洼多为较小型盆地，岩浆活动大多数强烈，如非洲东部裂谷地带是。

【中亚期地洼区】 diwa region of Central – Asian age 按时代划分的一期地洼区，其发展的激烈期在新生代。如中国的北疆、南疆、青甘、藏北、滇西等地洼区。苏联的中亚地区，北美西部、西欧等处的地洼区也属之。

【东非型地洼区】 diwa（geodepressional region of East African type 地洼区的一种成因类型，属块断型中的一个亚型。共主要特征是深断陷型（裂谷型）地洼发育，呈串珠状；火山活动强烈。如非洲东部至亚洲阿拉伯一带。

【地洼断褶区】 diwa（geodepression）fault – folding regiou 简称断褶区。地洼说把进入断褶带期以后的地洼区称为地洼断褶区。

【地洼系】 diwa system 地洼系是地洼区中的二级负单位，其中的地洼构造层占相对较大面积或厚度较大（与邻侧同级正单位比较来说）。如华北地洼区中的河淮地洼系。

【地穹系】 geodome system 地穹系是地洼区中的二级正单位，其中地洼构造层占相对较小面积或厚度较小（与邻侧同级负单位比较而言），有时也可完全缺失。如华北地洼区中的辽鲁地穹系。

【地洼列】 diwa series 地洼列是地洼区中的三级负单位，其中地洼构造层占相对较大面积或厚度较大（与邻侧比较）。如华北地洼区中的河北地洼列。

【地穹列】 geodome series **地穹列是地洼区中的三级正单位。其上的地洼构造层占相对较小面积或厚度较小（与邻侧比较）；有时也可完全缺失。如华北地洼区中的燕山地穹列。**

【地洼】 diwa（geodepression） **地洼是地洼区中的四级负单位，其中全部或大部为地洼构造层所占据，它们通常是由于拗陷、断陷或半断陷所成的盆地。其位置往往介于两侧地穹隆起之间。如华北地洼区的汾渭地洼。**

【地穹】 geodome **地穹是地洼区中的四级正单位。其上缺失或很少地洼构造层。它们通常是由于拱曲、断裂或拱裂所成的隆起。其位置往往介于两侧的地洼之间。**

【地洼型建造】 diwa－type formation **地洼区内在地洼阶段所产生的建造，它基本上由陆相地层所组成，偶为海相或夹海相层。碎屑岩为主，常含粗屑岩（砾岩，角砾岩，尤以扇砾岩多见为特色）；有时夹少量至大量火山岩或含火山碎屑物质。厚度一般较大，但变化急剧，岩性和岩相也很不稳定，常具间断型韵律，形成陆相（偶为海相）复理式建造。如中国东部大部分地区的中生代中期以来的沉积建造属之。在中国东部的华夏型地洼区内。典型的地洼型建造有萍乡式（亚）建造（含煤建造发生在初动期）；建德式（亚）建造（火山岩建造，发生在激烈期）；南雄式（亚）建造，（红色建造，发生在激烈期）；丹霞式（亚）建造（红色建造，粗屑特别发育，发生在余动期）。以上统称华夏式建造。在 50 年代以前，由于它的大地构造性质尚未清楚，被误认为磨拉石建造，后来也称类磨拉石建造。**

【陆相复理式建造】 continental flyseh formation **为地洼型沉积中常见的一种建造类型，1963 年关尹文提出。其特征是间断型韵律十分发育，与地槽型沉积的复理式韵律相似，但有如下几点区别：①组成韵律的岩石粗屑发育，烁岩、粗砂岩多见。②韵律厚度较大，常以米、十米计，③陆相为主，山麓相、山麓—洪积相、山间河流相，湖相广见，有时（主要在地洼区发展的初动期或余动期）夹海相或海陆过渡相层。这种韵律称为陆相复理式韵律。**

【华夏式建造】 Cathysian－type formation **为地洼型沉积的建造种类，主为陆相，有时为海相或夹海相层。它与属于地槽型建造的磨拉石建造有相类似，故过去曾长期和后者相混，或叫类磨拉石建造。但实际上不同，主要区别在于：①历史背景：在完全没有“地槽准备”——强烈下拗等的情况下开始发育，反而是在隆起的历史背景上发生的。②出现时间：与地槽区的发展（褶皱带的形成）无直接关系，不是随地槽褶皱而来的，而系地槽褶皱完成以后，另一发展阶段（在大多数情况下且相隔一个地台阶段）的产物。③出现空间：分布特点不是受地槽褶皱带及其构造线的直接控制，而是大多数散布在作为地洼区发育基础的从前的地台区（或地槽梢皱完成区）的范围之内，受地洼盆地形状和分布的控制。这和磨拉斯建造之必定限于地槽褶皱带范围之内发育，直接受后者的发育特点、形成过程及构造线所控制，沿着它的山前坳陷、山间坳陷分布者，显然有利。④岩性序列：底部大都具基底砾岩，即从粗屑开始，是在以前发展阶段的较**

老构造层的侵蚀面之上沉积的结果。这和磨拉石建造在与下伏的地槽前期地层为连续沉积的情况下，通常缺乏基底砾岩，而是从细屑开始的特征不同。⑤岩相特点：绝大多数为陆相，仅在部分地区于初动期或（及）余动期有海相沉积，反映这种建造是在该处地壳总的隆起的环境下，在相对（而不一定是绝对）下降的地洼盆地里面沉积而成的。这和磨拉石建造下部往往变为海相沉积者有别。⑥与下伏地层接触关系：华夏式建造是该处地槽阶段完全结束后在大多数地区且经历了地台阶段之后，才发生的另一种活动区型建造，代表另一个活动区阶段的产物。它同下伏的地槽沉积之间，从未见有互相过渡的关系，而是往往出现明显的不整合面或假整合面。它们两者显然分属于两个不同的基本构造层，并且大多数被地台构造层所隔开（即使当地洼构造层直接和地槽构造层接触时，也从未见有和后者相整合的关系）。⑦伴生岩浆建造：华夏式建造是地洼区全部发展过程中都有发育的建造，因此，它可以伴随有特别为地洼区发展激烈期所常见的强烈的岩浆活动。除造成侵入体外，在部分地区且夹有大量火山产物。这和磨拉石建造之属于地槽区发展余动期产物，而此时激烈期的强烈岩浆活动期已经基本结束或大部分过去，一般伴生岩浆活动产物很少者不同。

【建德式（亚）建造】 Jiande type（sub）formation 地洼沉积华夏式建造的一个亚式，以含火山建造为特征的红色岩建造。在华夏型地洼区主要见于闽浙式地洼区的激烈期。如中国沿海诸省的白垩系建德群属之。

【南雄式（亚）建造】 Nanxiong type（sub）formation 地洼沉积华夏式建造的一个亚式，为少含或不含火山物质的红色岩建造，在华夏型地洼区主要见于湖北式及黔桂式地洼区发展的激烈期。如湖南白垩系衡阳群、广东白垩系南雄群等。

【丹霞式（亚）建造】 Danxia type（sub）formation 为地洼沉积华夏式建造的一个亚式。属红色岩建造，通常砾岩特别发育，一般地少含火山物质（特别是酸性火山物质）。在华夏型地洼区主要见于余动期。如广东第三系丹霞群。

【兰塘式（亚）建造】 Lantaug type（sub）formation 地洼沉积华夏式建造的一个亚式，为海相或主要属海相。在华夏型地洼区主要见于初动期，如广东的上三叠一下侏罗统兰塘群是。

【萍乡式（亚）建造】 Pingxiang type（sub）formation 为地洼沉积华夏式建造的一个亚式，主要为含煤建造。在华夏型地洼区多见于初动期。如江西的上三叠一下侏罗统安源煤组。

【大地构造发展阶段】 stages of geotectonic development 也称地壳发展阶段。地洼学说把地壳构造发展过程划分为多个阶段。就全球范围来说，元古代以前占据优势的为前地槽构造单元，称为前地槽阶段，元古代时地槽区分布较广，名地槽阶段；震旦纪至中生代初，地台区逐渐扩大，称地台阶段，中生代中期以来，地洼区迅速扩展，进入了地洼阶段。由于地壳演化过程比较复杂而不平衡，在一个区域内可以经历不同的发展阶段。在同一时期内不同地区的发展阶段也可不同。如目前中国东部大部分地区已处于地洼阶段，而松辽平原则仍处于地台阶段，台湾省则仍处于地槽阶段。在每个发展阶段中，还可细分为若干发展期，如地洼阶段可划分为地洼期和断褶带期，或者分为初动期，激烈期和余动期。

【前地槽阶段】 stage of pre – geo – syncline 地洼学说划分的大地构造发展阶段之一。①一个地区的地壳演化史中，在地槽出现以前的发展阶段，一般以这个地区的结晶基底深变质岩群为其代表构造层；②就全球地壳演化来说，元古代之前由于以结晶基底为代表的这种大地构造体制占优势，故称前地槽阶段。

【地槽阶段】 stage of geosyncline 地洼学说划分的大地构造发展阶段之一。①一个地区的地壳演化史中处于地槽体制的发展阶段，以地槽构造层（褶皱基底）为代表；②就全球地壳演化来说，元古代时地槽体制占优势，故称地槽阶段。

【地台阶段】 stage of platform 地洼学说划分的大地构造发展阶段之一。①一个地区的地壳演化史中处于地台体制的发展阶段，以地台构造层（沉积盖层）为代表；②就全球地壳演化来说，震旦纪至中生代初期，地台体制占优势，故称地台阶段。

【地洼阶段】 stage of diwa（geodepression） 地洼学说划分的大地构造发展阶段之一。①指一个地区的地壳演化史中处于地洼体制的发展阶段，以地洼构造层（地洼型盆地沉积）为代表；②就全球地壳演化来说，自中生代中期以来，地洼区面积迅速扩展，布及各个大洲，这一时期便称为地洼阶段。

【中国大地构造演化系统】 evolutional series of geotectonics of China 地洼学说（1976）提出的关于中国大地构造的演化系统，包括地槽、地台演化系统和地洼演化系统。前者主要发生于中生代以前。此时中国大部分地壳发展尚处于地槽、地台阶段，空间上可分为中国北部、东部及西部三大演化系统，其地槽区分别属于古亚洲海、古太平洋及古地中海地槽演化系统。后者发生于中生代中期以后，这时中国大部分地壳发展进入地洼阶段，空间上分为东西两大地洼演化系统。东部称为华夏系统，西部称为中亚系统。中生代中期以前，由于存在北部、东部及西部三大地槽、地台演化系统，便形成了三个相应的壳体（壳块），即北部、东部和西部壳体。它们之间以纬向的天山南麓—白云鄂博—开原深大断裂带，以及经向的银川—昆明深大断裂带作为接合（或过渡）地带。至中生代中期以后，两大地洼演化系统出现，使三大壳体转变为中国全境东西两半

部的分异。

【昆仑地槽区】　Kunlun geosynclinal region　属海西地槽（褶皱）区，位于中国西部，范围包有昆仑山脉的北带。大体上自北西西向南东东延伸，呈向西南突出的弧形。其地槽封闭于海西运动末期。

【巴颜喀拉地槽区】　Bayanhar geosynclinal region　属印支地槽（褶皱）区，包括巴颜喀拉山脉、西秦岭及松潘地区。呈向东北突出的弧状，并与昆仑地槽区联成一个S形构造，其地槽封闭于印支运动期。

【冈底斯地槽区】　Gandise geosynclinal region　属于燕山期地槽（褶皱）区，包有冈底斯山脉，依北西西一南东东展延，呈S形，其地槽封闭于燕山运动期。南侧以雅鲁藏布江深大断裂为界，与喜马拉雅地槽区相邻；这条深大断裂控制着一系列超基性岩体及有关矿产，为中国境内已知的最大超基性岩带之一。

【喜马拉雅地槽区】　Himalaya geosynclinal region　属于喜马拉雅期地槽（褶皱）区，位于中国西南缘，与邻国接境处，包有喜马拉雅山脉的中国部分。自北西西向南东东延伸，呈S形，并与北面的冈底斯地槽区平行。其地槽封闭于喜马拉雅运动早期；目前仍处于激烈期，为世界最高的褶皱带山脉。

【台湾地槽区】　Taiwan geosynclinal region　属于喜马拉雅期地槽（褶皱）区，位于中国东部，包括我国的台湾岛及其附近的我国领土钓鱼岛、赤尾屿等岛屿海域，依北北东—南南西延伸。地槽封闭于喜马拉雅运动晚期；目前发展仍在激烈期。

【伊陕地台区】　Yishaan platform region　属于后吕梁期地台区，位于中国北部，包括陕西及内蒙古伊克昭盟。该处地槽阶段主要在元古代；地台阶段开始于震旦代初，侏罗纪以来虽受邻区地洼活动的一定影响，但基本上仍保持地台区特征，以造陆运动为主导；除边缘外，岩浆活动微弱。

【四川地台区】　Sichuan platform region　属后晋宁期地台区，位于中国南部，包括四川东部的主要部分。该处地槽阶段开始于元古代，结束于晚震旦代前期；地台阶段开始于晚震旦代后期。经历古生代及中生代，一直以全区范围内的大面积升降运动占优势；所成沉积建造，包括进入中生代以后的陆相沉积在内，大部具面状分布特点，厚度稳定。至四川运动时，才因受邻侧地洼区的影响，在东部形成梳状褶皱。总的说来，目前还基本上属于地台性质。

【松辽地台区】 Songliao platform region **属于后海西期地台区，位于中国东北部，大致相当于松辽平原的范围。该处地槽阶段从元古代至古生代末（其地槽封闭于海西运动）；地台阶段开始于中生代初。为我国地台型油田（大庆）的典型地区之一。**

【东北地洼区】 Northeast China diwa region **属于华夏期地洼区，包括东北诸省（松辽平原除外）及内蒙古北部，南以白云鄂博—赤峰—那开原深大断裂同华北地洼区分界。古生代时原为一个地槽区，在海西期地槽封闭，形成褶皱带（包括那丹哈达岭）。于经历了中生代的短暂的地台阶段（以地槽褶皱带广泛遭受剥蚀达到普遍准平原化为标志）以后至侏罗纪（主要为中侏罗世；那丹啥达岭开始较早，在晚三叠世）转入地洼阶段。地洼沉积除那丹哈达有 T_3—J_2 海相杂屑岩建造（厚 12000 米）外，其余为陆相。构造线组成地槽褶皱带者主要属北疆—兴安弧形构造系的东翼，后期受东北构造系的叠加和改造，形成地洼断褶带。花岗岩类、超基性岩类等侵入岩多见，还有火山岩类，以及有关矿产。它们属于海西期地槽阶段者外，还有中新生代地洼阶段者特别广泛分布。地洼岩浆岩（包括那丹哈达者）一般偏碱性；在全区范围内具有大体上相似的发展顺序——从酸性到基性。**

【华北地洼区】 North China diwa region **属于华夏期地洼区，包括华北诸省，发育基础为后吕梁地台区。该处地槽阶段为元古代，地台阶段自震旦代至三叠纪；地洼阶段开始于早侏罗世。所成构造线主要属北东构造系（吕梁期所成的主要为北北东构造）。地洼岩浆岩以闪长岩类为主，带来著名的邯郸式铁矿；北缘为花岗闪长岩及有关铜铁矿床分布地带。沿郯城—庐江深大断裂带斑岩铜矿特别发育，且有金伯利岩的分布。地洼型油田（例如大港、胜利等）著称于世，并有继承自前身的重要的地台型铁、铝、煤等矿，以及存在于地台（及地槽）构造层中的“古潜山式油藏”。**

【华中地洼区】 Central China diwa region **属华夏期地洼区，位于东南地洼区和华北地洼区之间，包括长江中下游，东秦岭及大别山，呈向南突出的弧形，受秦淮弧形构造系的控制。该处地槽阶段先后结束于晚震旦代后期或志留纪末期；地台阶段开始于晚震旦代后期或泥盆纪，至晚三叠世晚期或末期结束；地洼阶段开始于晚三叠世末或侏罗纪。地洼岩浆岩以花岗闪长岩类为主，形成以沉积 + 热液改造型铁（大冶式）、铜等矿为特色的含矿区（铁多见于地洼陷落带，铜多见于地穹隆起带）。地洼型油田也较重要。**

【云贵地洼区】 Yunnan - Guizhou diwa region **属华夏期地洼区，位于东南地洼区之西，主要包括云南，贵州二省，是在一个后晋宁期地台之上发展而成的。该处地槽阶段自元古代至晚震旦代早期；地台阶段开始于晚震旦代后期，结束于三叠纪。地洼阶段开始于侏罗纪。地洼岩浆活动不显著，主要以锑、汞等矿为特色。**

【东南地洼区】 Southeast China diwa reglon 属华夏期地洼区，位于中国东南部。包括浙江、福建、广东、广西、湖南、江西诸省（区）。由后加里东地台转化而成。该处地槽阶段开始于元古代，结束于志留纪。地台阶段自泥盆纪至中三叠世；地洼阶段开始于晚三叠世，其形成的构造线主要属东北（北东东—北北东）构造系。地洼岩浆活动强烈，以花岗岩类为主，形成了以钨、锡、铅、锌等有色金属为特色的含矿区；东部且多火山岩及有关矿产。区内还有地洼型的油田、煤及油页岩等矿床。

【南海地洼区】 South China Sea diwa region 属华夏期地洼区，包括我国南海领土西沙、东沙、中沙及南沙四大群岛及其附近海域。绝大部分被海淹没，很多地质问题尚未弄清。据钻探资料，西沙群岛的永兴岛的珊瑚礁时代属中新—上新世和第四纪，下为石英片岩，可能属白垩纪—早第三纪初的产物，是区内已知的最老地层。高尖石岛则由玄武岩组成，可能是一个火山颈。其余各群岛主要为珊瑚礁所构成。根据物探资料及其反映的主要为北东向的短带状隆起和坳陷相间的结构特征，钻探所获的地质资料以及新构造情况，本区现阶段的大地构造性质屈地洼区。其北西与东南地洼区相接，东与台湾地槽区的南延部分相连。

【南北地洼区】 South－North diwa region 属华夏期地洼区，范围是北起贺兰山，向南经龙门山延至康滇地区，作长带状，为银川—昆明南北向深大断裂带的所在。北段为后吕梁期地台区，中段主要部分原为后加里期地台区，南段原为后晋宁期地台区，地洼阶段开始于三叠纪末。依激烈期出现时间，这一地带大部分原属华夏期地洼区，但至新生代时活动还十分强烈（小部分且属中亚期地洼区），特别表现在近期断裂作用方面，地震频度和强度均很高，具有介于中国东部华夏期地洼区和西部中亚期地洼区之间的过渡地带的性质。构造线方向主要属南北构造系，但与此同时，在全区内，还可以见到中国东西两部盛行的北东及北西两组构造线的存在。有时两组同时发育，互相交织，有时则只其中一组发育或特别发育，致使构造区的轮廓发生偏转（如中段由于北东构造系占据优势，故偏向北东）。又有时，由于两组构造线汇合而形成一些向南凸出的小型弧状构造（中段南端的金汤弧即其著例）。区内构造线的这种复杂情况，体现出东西两方盛行的构造线正是以本区作为交接及互相渗透的过渡地带。

【北疆地洼区】 Northern Xinjiang diwa region 属中亚期地洼区，包括新疆北部（阿尔泰、准噶尔、天山）、甘肃北部及宁夏北部。由后海西期地台区转化而成；地洼阶段开始先后不一，于中生代或新生代。构造线主要为北西—北西西，屈北疆—兴安弧形构造系的西翼。天山南带属东西构造系。地槽阶段形成了大量有色金属矿。

【南疆地洼区】 Southern Xinjiang diwa region **属中亚期地洼区，位于新疆南部，包有塔里木及阿尔金山。主要部分原为后晋宁期地台区，阿尔金山为后海西期地台区。侏罗纪进入地洼阶段。构造线方向北西西和北东东均有。**

【青甘地洼区】 Qinghai – Gansu diwa region **属中亚期地洼区，位于青海及甘肃南部，范围包括河西走廊、祁连山及柴达木。原为一后加里东期地台区，于侏罗纪进入地洼阶段。构造线属北西构造系。沿深大断裂带发育着超基性岩。此外，有地洼型油田分布。**

【藏北地洼区】 Northern Xizang（Tibet） diwa region **属中亚期地洼区，位于昆仑及巴颜喀拉两地槽区和冈底斯地槽区之间。原为后海西期地台区；地洼阶段开始于白垩纪。**

【滇西地洼区】 Western Yunnan diwa region **属中亚期地洼区，位于南北地洼区的西南面，二者以红河深大断裂为界。该处地槽封闭于晋宁运动期；地台阶段自震旦代末至三叠纪后期；地洼阶段开始于侏罗纪。构造线主要属西北构造系。**

波浪状镶嵌构造说

【波浪状镶嵌构造说】 wavy mosaic structure hypothesis 张伯声（1962）提出的一种阐明地壳的统一构造格局及地壳运动规律的假说。它认为地壳由不同级的（大到环球构造，小到微形构造）构造带或结构面分割成为一级套一级的块体，这些块体又为夹在它们之间的构造带或结构面结合起来，这种现象叫做镶嵌。在同一地应力场的作用下，所形成的构造带或结构面呈有规律地定向排列。构造带和夹在它们之间的地块的相间分布，在构造地貌上显示波状起伏，形成地壳波浪。同一个地壳波浪系统的同级相邻构造带（或结构面）之间具有等间距性。不同方向的地壳波浪交织成网，规定着镶嵌在网目中的地块的形状及排列方式。地壳的这种构造格局称为波浪状镶嵌构造。例如，地壳上最大的环太（平洋）构造带和地中（海）构造带把整个地壳分为太平洋、劳亚、冈瓦纳三大壳块。两大构造带和三大壳块又被次一级、更次一级的构造带或结构面分割为次一级、更次一级的地壳块体，直至微形构造。造成地壳的波浪状镶嵌构造的运动形式是地壳波浪运动。地壳的波浪运动是由地球在发展中的脉动（膨胀与收缩相结合，以收缩为主）和由此而导致的地球自转速度的变化引起的。这一阐明地壳的波浪状镶嵌构造的格局、运动规律和形成机制的学说叫做波浪状镶嵌构造说，或简称镶嵌构造说。

【波浪状镶嵌构造】 wavy mosaic structure 参见“波浪状镶嵌构造说”。

【地壳波浪运动】 crustal wave movement 是造成地壳的波浪状镶嵌构造的一种运动，也是波浪状镶嵌构造的运动形式。根据地壳运动的发展历史和构造地貌形态可以看出，镶嵌构造进行着规律性的差异运动。如一个构造带或结构面两侧的地块可以发生上下摆动或左右扭动，或前后推挤。构造带本身的类似蚕行式屈伸是上下摆动，类似蛇行式蜿蜒是左右摆动；地块与构造带之间的相对胀缩属于前后推挤，可以比作蚯蚓蠕行。上下起伏和左右摆动都属横波，前后胀缩则是纵波，它们都是有规律的波动形式，称为地壳波浪运动。不同形式的地壳波浪运动，造成各种类型的地壳波浪。如夹在镶嵌地块之间的构造带，在地壳的波浪运动中（包括横波和纵波），是应力集中的敏感支点带，往往形成上升的波峰带，而其两侧的镶嵌地块则成为相对下降的波谷带；但在断层两侧的地块，可以是一侧上升为波峰，而另一侧相对下降形成波谷，造成地垒—地堑构造；又或因地块本身的翘倾运动，使地块一边或一端翘起，形成波峰，另一边或一端倾下，形成波谷，构成半地垒—半地堑构造。从表面现象看，地壳的波浪运动有垂直的和水平的两种形式，但其实质都是作水平传播的。

【地壳波浪】 crustal wave 参见“地壳波浪运动”。

【镶嵌格局】 mosaic structure framework 镶嵌构造在地壳构造形态上表现有一定的组合特点和排列规律。在镶嵌地壳中，存在着几组地壳波系所形成的不同方向的构造线，可归纳为经向的、纬向的和斜向的三种，它们互相干扰和迁就，往往使构造线成为锯齿状或舒缓波状。几个方向的构造线互相穿插、交织成网，在网目中镶嵌着不同级别的地块，纵横或斜向成排，表现为有规律排列的镶嵌格局。小构造与大构造韵镶嵌格局的统一性，说明地壳中应力应变的统一性和它们形成过程的统一性。

【镶嵌构造机制】 mechanism of the formation of the mosaic structure 地壳波浪状镶嵌构造的形成有其一定的过程和原因。镶嵌构造说认为，地壳的镶嵌构造和波浪运动是由地球发展过程中的膨胀与收缩相结合的脉动（总趋势以收缩为主）和由此而引起的地球自转速度的变化造成的。自转和脉动是矛盾统一的，地球膨胀自转速度变慢，地球收缩自转速度加快。地球自转速度的快慢变化造成地球在经向和纬向上的挤压和张弛，形成斜向的两大地壳波浪系统又在其上附加着东西的和南北的正向波浪系统。地球脉动的总趋势是收缩。球形物体收缩的最小限度是向四面体发展。因此，地球收缩时形成四个大的收缩中心：太平洋中部、北冰洋、南大西洋和南印度洋，造成四个明显的洼陷区。同时，在它们的各自对极位置分别形成四个相应的隆起区，即非洲地台、南极地台、西伯利亚地台和加拿大地台。在一对洼陷与隆起之间，形成许多似平行的构造活动带，组成一组地壳波浪系统，从而形成南极—北极波系，太平洋—非洲波系，南大西洋—西伯利亚波系、印度洋—北美波系四组大的地壳波浪系统。其中前两组由于地球自转速度的变化所形成的水平分力的联合作用而得到加强，并在它们接近大圆的位置形成宏伟的地中（海）构造带和环太（平洋）构造带。以这两组地壳波浪为主导的四组地壳波浪互相交织，造成地壳的镶嵌构造，组成目前地壳的复杂镶嵌格局。地壳中四大波系所形成的大构造带的位置，从元古代以来变化不大，因此，大陆块如有漂移，也是漂而不远，移而不乱。

【地壳波浪系统】 crustal wave system 镶嵌构造说认为地壳中由于极地不同，可以形成不同方向的地壳波浪，同一方向的地壳波浪可归并为一个波浪系统。地壳波浪可分为四大系统：①. 以地理两极为对极、以地中海构造带为大圆的南北极波浪系统；②. 以太平洋和非洲的一定地点为对极、以环太平洋构造带为大圆的太平洋和非洲之间的波浪系统；③. 以南大西洋和西伯利亚某地为对极的波浪系统；④. 以印度洋和加拿大某地为对极的波浪系统。四对对极与四个大圆构造带之间形成全球上的四大波浪系统。

【构造极地】 structure polar 波浪状镶嵌构造说认为，地球在体积收缩时有四个收缩中心（太平洋中部、北冰洋、印度洋和南大西洋），在地貌上表现为四个最明显的洼陷；它们的对极是四个最明显的隆起（非洲地台、南极洲地台、加拿大地台和西伯利亚地台）。在每一对隆起与洼陷之间，形成一系列似平行的构造活动带，组成一个地壳波浪系统，每一对洼陷与隆起正好处在这一地壳波浪系统的两个极地，故称为构造极地。

【大圆构造带】 great – circl etectonic belts 处在一对构造极地中间，接近地球大圆位置的构造活动带，是同一地壳波浪系统中最大的构造活动带，也是应力最集中、构造运动最激烈的地带，称为大圆构造带。如环太平洋大圆构造带和地中海大圆构造带分别为太平洋—非洲波系和南极—北极波系的两个大圆构造带。它们都是在构造上差异运动最大的断裂带，又是环球最活跃的火山带和频率最繁、震级最强的地震带。

【小圆构造带】 small – circle rectonic belts 在大圆构造带和构造极地之间，与大圆构造带似平行的其余构造活动带，称为小圆构造带。如环绕南极洲的南部大洋中间海岭是南北极波系的一个明显小圆构造带。

【环太大圆构造带（P）】 circum Pacific great circle tectonic belts 是太平洋—非洲地壳波浪系统的大圆构造带，由环太平洋的岛弧海沟带及类岛弧海沟带构成。

【外太构造带（P）】 Exo – Pacific tectonic belts 在环太（平洋）大圆构造带以外并与之似平行的诸构造带，统称为外太构造带（P）。

【地中（海）大圆构造带（m）】 Mediterranean great circle tectonic belts 是北冰洋—南极洲地壳波浪系统的大圆构造带，其主体为欧亚大陆南侧的阿尔卑斯—喜马拉雅造山带，向西隔大西洋遥接西印度群岛，向东南经过印度尼西亚、所罗门等群岛，隔太平洋遥接西印度群岛。它在通过大洋的地位不很明显。

【古地中（海）构造带（m）】 Tethys tectonic belts 处于地中海大圆构造带以北并与之似平行的一系列构造带，称为古地中构造带，或称特提斯带。

【特提斯带】 Tethys belts 即“古地中（海）构造带”。

【壳块】 crust cupola 被一级构造带镶嵌起来的巨大地壳块体（曾称为巨大地块）。整个地壳可划分为三大壳块：以太平洋为主的太平洋壳块，以大陆为主的劳亚壳块和大陆海洋间杂的冈瓦纳壳块。

【太平洋壳块】 Pacific crust cupola 镶嵌在环太大圆构造带之内的太平洋地壳称为太平洋壳块。

【劳亚壳块】 Laurasia crust cupola 在环太（平洋）大圆构造带之外、地中（海）大圆构造带以北的地壳，包括北大陆及北大西洋和北极海的地壳称为劳亚壳块，这个壳块以大陆为主。

【冈瓦纳壳块】 Gondwana cru cupola 环太（平洋）大圆构造带之外，地中（海）大圆构造带以南的地壳，包括南大陆及南大洋，称为冈瓦纳壳块。

【东亚镜像反映中轴带】 East Asian refleo tive axis 北起贝加尔湖地区，经过蒙古中部，到中国的贺兰山、龙门山以及“康滇地轴”，向南经过缅甸、泰国到马来半岛的一个南北向构造带。在中国境内的地段，为贺兰—康滇地轴南北构造带。在它的东部，是由一系列呈北东和北北东向的斜列构造组成的华夏构造带；在它的西部，是由一系列呈北西和北北西向的构造组成的华西构造带。二者在中轴两侧似成镜像对称，故将其称为东亚镜像反映中轴带。实际上它是由北东向和北西向构造带反复作麦穗状交接所形成的锯齿状经向构造带。它是由于西伯利亚地台相对向南运动，向印度地台和太平洋壳块之间楔入所形成的东亚套山字型构造的共同脊柱。

【华夏构造带】 Cathaysian tectonic bets 在东亚镜像反映中轴以东，由我国东部地区向北至西伯利亚东部，南达印度尼西亚，由于西伯利亚地台相对向南运动，与太平洋壳块作反时针相对扭动，形成了一个由一系列呈北东和北北东向斜列褶皱构造组成的广阔扭裂带，其总体近南北向，称为华夏构造带。在这些北东和北北东向褶皱带上，发育着许多北西和北西西向的较大断裂。褶皱带之间，夹着一些“S”型类菱形地块。由于华夏构造带的存在，进一步加强、复杂和歪曲了北东—北北东向的斜向构造带及夹在它们之间的地块。

【华西构造带】 West China tectonic belts 由于西伯利亚地台相对向南运动，与印度地台作顺时针相对扭动，在东亚镜像反映中轴以西的中国西部，北到蒙古及西伯利亚西部，南达马来半岛以西的地带，形成由一系列呈北西和北北西方向斜列的褶皱构造扭裂带称为华西构造带（曾称为华西剪切带），其总体走向近南北向。在这些北西和北北西向的褶皱带上，有许多北东和北东东向的较大断裂。褶皱带之间，夹着一些反“S”型类菱形地块。由于华西构造带的存在，进一步加强、复杂和歪曲了北西—北西西向的斜向构造带及夹在其间的地块。

【东亚套山字型构造体系】 East Asian composite ε－formed tectonic system 由于西伯利亚地台相对向太平洋壳块和印度地台之间楔入所形成的巨型复杂构造体系。东亚镜像反映中轴为其共同的脊柱，华夏构造带和华西构造带构成其东西两翼。其北部是以阿纳巴尔地盾向南接贝加尔构造带为脊柱，以萨彦岭、阿尔太山等为西翼，以大兴安岭为东翼，被蒙古中部南北向锯齿状构造带穿透弧顶，经过前寒武、加里东、华力西、印支

以及燕山等不同旋□形成的复合山字型构造。向南是以贺兰山及其西侧为脊柱，以祁连山为西翼，吕梁山为东翼，以北秦岭为前弧的，经过前寒武、加里东、华力西、燕山等不同旋□形成的巨大而复杂的山字型构造。再南则是以龙门山及其西侧和“康滇地轴”为脊柱，以川西印支褶皱带为西翼，以江南地轴为东翼，以哀牢山部分为前弧的复杂山字型构造。再向南到东南亚，则是以马来半岛为脊柱，以爪哇岛为前弧，以菲律宾群岛为东翼，安达曼列岛为西翼的很不对称的山字型构造。它们的结合形成一个东亚套山字型构造体系。

【中国镶嵌构造网】　China's mosaic tectonic network　中国波浪状镶嵌构造的网状格局。由于中国处于环太（平洋）构造带与地中（海）构造带“丁”字接头的部位，位于劳亚壳块的东南角，因而北西及北西西向类平行的地中（海）及古地中（海）构造带与北东及北北东向类平行的环太（平洋）及外太（平洋）构造带交织成网，在网目中镶嵌着在两个方向上斜列成排的地块，构成中国镶嵌构造网。在上述斜向的网格上，还附加有由南北向和东西向构造带交织成的正向网络，在网目中也镶嵌着纵横成排的地块，使中国镶嵌构造网呈现出更为复杂的构造格局。正向构造网是在斜向构造网上发生的第二序次的构造，因而正向构造带一般迁就斜向构造带辗转屈折成锯齿状或舒缓波状，且不如斜向构造带明显。这些斜向和正向的构造带，多是自元古代到现代的不同时期的地槽褶皱造山带，它们在中国地区交织成网，因此也可以把中国镶嵌构造网称为中国地槽网。

【波峰构造带（C）】　wave crest tectonic belts　简称“波峰带”。构成镶嵌地壳的正性构造带，又叫构造波峰带。它们往往是地应力集中的褶皱造山带，也是地质构造的敏感支点带。在中国，属于环太（平洋）及外太（平洋）构造带的一级波峰带自东而西有：台湾波峰带（cp_1）、东南沿海波峰带（Cp_2）、长白山—雪峰山波峰带（Cp_3）、大兴安岭—龙门山波峰带（Cp_4）、贺兰山—珠穆朗玛波峰带（Cp_5）、阿尔金山—西昆仑山波峰带（Cp_6）、阔克沙勒岭—博格达山波峰带（Cp_7）、准噶尔界山波峰带（Cp_8）。它们在东北方向收敛，向西南方向撒开。属于地中及古地中构造带的一级波峰带自南而北有：喜马拉雅波峰带（Cm_1）、哀牢山—海南岛波峰带（Cm_2）、昆仑山—巴颜喀拉山—南岭波峰带（Cm_3）、天山—秦岭—大别山波峰带（Cm_4）、阿尔泰山—阴山—天山波峰带（Cm_5）、辽河—辽东波峰带（Cm_6）、小兴安岭波峰带（Cm_7）。它们在西北方向收敛，向东南方向撒开。属于纬向构造带的主要波峰带有：天山—阴山波峰带、昆仑山—秦岭波峰带、喜马拉雅—南岭波峰带。至于经向的波峰带就不那么明显了。

【波谷构造带（T）】 wavy trough tectonic belts **又称“波谷带”。夹在波峰带之间的沉陷带。又叫地块波谷带。我国夹在环太及外太波峰之间的地块波谷带自东而西有：东海—南海波谷带（Tp_2）、黄海—湘桂波谷带（Tp_3）、松辽—四川波谷带（Tp_4）、鄂尔多斯—川西波谷带（Tp_5）、柴达木—西藏波谷带（Tp_6）、哈密—塔里木波谷带（Tp_7）、准噶尔—伊犁河波谷带（Tp_8）。夹在地中及古地中波峰带中的地块波谷带自南而北有：永平—思茅波谷带（Tm_2）、藏北—广西波谷带（Tm_3）、塔里木—四川波谷带（Tm_4）、准噶尔—河淮波谷带（Tm_5）、查干诺尔—渤海波谷带（Tm_6）、海拉尔—松花江波谷带（Tm_7）。每个波谷带，都被与它相交的波峰带截为若干段，因此成为一个个的地块。**

【地块】 block **不同波系的波谷带与波谷带相交所形成的在构造上较稳定的地区。在中国，由北东和北西两组斜向波谷带相交汇而成的主要地块自南而北、自东而西有：景谷地块（Tm_2Tp_4）、广西地块（Tm_3Tp_3）、楚雄地块（Tm_3Tp_4）、稻城地块（Tm_3Tp_5）、藏北地块（TrnaTp$_6$）、台西地块（Tm_4Tp_2）、湘赣地块（Tm_4Tp_3）、四川地块（Tm_4Tp_4）、若尔盖地块（Tm_4Tp_5）、柴达木地块（Tm_4Tp_6）、塔里木地块（Tm_4Tp_7）、昭苏地块（Tm_4Tp_8）、苏北地块（Tm_5Tp_3）、河淮地块（Tm_5Tp_4）、鄂尔多斯地块（Tm_5Tp_5）、巴丹吉林地块（Tm_5Tp_6）、哈密地块（Tm_5Tp_7）、准噶尔地块（Tm_5Tp_8）、渤海地块（Tm_6Tp_4）、查干诺尔地块（Tm_6Tp_5）、松花江地块（Tm_7Tp_4），海拉尔地块（Tm_7Tp_5）。它们镶嵌在由两组斜向波峰带交织成的构造网的网目中，受这两组构造带的制约，多呈斜方形或类菱形，并在北东和北西方向上斜列成排。由于正向构造的穿插切割，使其形态显示出多样化和复杂化。这些基本上成斜方形或类菱形的地块，既处于环太及外太构造带的波谷带中，又处于地中及古地中构造带的波谷带中，因而在地质构造上和地史发展上均具有二重性。**

【台湾波峰带】 Taiwancrest zone **是环太平洋大圆构造带上的一小段。包括我国台湾省的中东部，向东北接琉球群岛，向南过巴士海峡连接菲律宾群岛。是在古生界结晶片岩的基础上发展的白垩—第三纪地槽褶皱带，其地层分布，东老西新。**

【东南沿海波峰带】 Southeast coast crest zone **外太（平洋）构造带的一个分带。包括浙江、福建、广东东部沿海山地。向西南由万山群岛没入南海，接海南岛；向东北由舟山群岛没入东海与黄海之间，遥接朝鲜南部。浙、闽、粤沿海山地是在古老基底上发展的震旦至早古生代的地槽褶皱带，上覆以泥盆至三叠系的缓褶地层，到侏罗和白垩纪，形成一些块断山和断陷盆地并有强烈岩浆活动，到第三和第四纪，沿海地带进一步掀起，向西缓倾，构成一系列半地垒—半地堑波浪构造。海南岛的地层以寒武—奥陶系为主，中有大块中生代花岗岩侵入，第三纪和第四纪，在北部边缘有玄武岩喷出。**

【长白山—雪峰山波峰带】 Changbaishan - Xuefengshan crest zone 外太（平洋）构造带的一个主要分带。由吉林的长白山向东北过渡到西伯利亚东海滨省的锡霍特山，向西南通过辽东半岛，越渤海，接鲁东山地（其西界是北北东方向的郯城—庐江大断裂），再往西南绕过大别山东麓，转向南西西，斜贯湖北中南部，到湖南再转为南南西，跨雪峰和武陵山，更向西南斜贯贵州东部和广西云南之间入越南。它被辽河、泰山、大别山等北西向的古地中构造带不明显的分为长白山、辽东和山东半岛、苏西—皖南、“江南地轴”和桂西北—滇东南波峰构造段。长白波峰段构造发展是以前寒武结晶杂岩为基底，其上有晚古生代华力西地槽构造带的零星分布，到中新生代，因东翘西倾形成半地垒—半地堑地块波浪构造，华力西花岗岩和中、新生代火山岩广泛分布。辽东和山东半岛波峰段以太古杂岩和下元古界变质岩为基础，只在辽东半岛的复州湾和金州湾周围有零星寒武和奥陶系分布，整段广泛地分布有侏罗、白垩系以及新生断陷盆地。苏西—皖南段在苏北绝大部分为第四系所覆盖，其下可能为华北式的古生界，在安徽沿江一带为华南式的古生界，其中有志留系及海相的石炭二叠系。“江南地轴”主要是以元古地槽褶皱为基底，在它的两侧覆盖有震旦及古生界缓褶地层，并在中新生代发生了半地垒—半地堑断陷盆地。云南东南部屏边地区出露的上元古变质岩可以同湘、黔、川之间的武陵山出露的上元古界遥相接连。

【大兴安岭—龙门山波峰带】 great Hinggan - Longmenshan crest zone 斜贯我国中部的外太（平洋）构造带的一个主要分带，走向在东北为北北东，向西南转为北东。大兴安岭向东北穿过黑龙江，遥接西伯利亚东部的朱格朱尔山脉；向南南西穿过阴山，接太行山和吕梁山，过渭河断陷，斜穿秦岭，到四川西部崛起为龙门山，穿过邛崃山和大雪山，入云南，经腾冲、龙陵一带的北东向山地，入缅甸。整带被阴山、秦岭等分成大兴安岭、山西、龙门山、云南保山等波峰构造段。大兴安岭波峰段是在加里东和华力西不同时期的地槽褶皱带的基础上形成的中、新生代半地垒—半地堑地块波浪，华力西花岗岩和中、新生代火山岩广泛分布。山西段是以太古代杂岩为基础的早元古地槽褶皱带，其上盖有缓和褶皱的寒武、奥陶、石炭、二叠和三叠系，华力西晚期的印支运动及中新生代的燕山运动和喜马拉雅运动使其分裂成为地垒—地堑式的地块波浪，其东部翘起为太行山，中带断陷为桑干河和汾河的谷地，西部翘起为吕梁山。龙门山波峰段在寒武、奥陶和志留系加里东褶皱带上又发生了泥盆到三叠系的华力西晚期的印支褶皱。到中、新生代形成块断式的波浪构造，把川西地块和四川地块分开。由四川的石棉到云南的洱海是以前寒武变质岩为基底、以古生界到三叠系为盖层的缓褶带，局部有第三系的断陷盆地。云南的保山—潞西波峰段以早古生代褶皱为基底，以晚古生代到三叠系缓褶为盖层，其上局部发育有第三纪断陷。

【贺兰山—珠穆朗玛峰波峰带】 Helanshan – Qomolangma crest zone 外太构造带的—一个分带，走向北东。由贺兰山向东北经内蒙古的狼山至黑龙江的满州里一带，向西南穿越祁连山、积石山、巴颜喀拉山以及唐古拉山至喜马拉雅山脉东部。北段的构造发展与大兴安岭波峰带相似；狼山、贺兰山段以元古界的变质岩为基础，其上有古生界，特别是以石炭、二叠系和中生代三叠系为主的华力西—印支褶皱，并有大量花岗岩侵入。从侏罗纪以后，尤其是白垩和第三纪，形成许多北东向的地垒山块和地堑盆地。由宁夏向西南，由于华西构造带影响，表现模糊，但仍可从一系列的河道弯曲及斜列的花岗岩体和断陷盆地辨识出来。

【阿尔金山—西昆仑波峰带】 Altun – west – Kunlun crest zone 外太构造带的一个分带。由于西藏地块的影响，走向变为北东东。由新青界上的阿尔金山向东北过玉门及敦煌盆地，遥接甘新界上的北山；由新藏界上的西昆仑山向西南穿过北西向的喀拉昆仑山向西南伸展出国境。其地质构造发展是在前寒武杂岩的基础上发生的加里东和华力西两期构造旋□的褶皱造山带。在不同时期不同地带有波浪状构造迁移。中、新生代主要是块断运动，形成一些半地垒—半地堑或地垒—地堑式的波浪构造地貌。

【阔克沙勒岭—博格达山波峰带】 Kuokeshaleh – Bogdashan crest zone 环太（平洋）构造带的一个分带。天山是由北东东向和北西西向两个褶皱山带作 X 交叉组成的一个总体近东西向的山脉，这里所指的是北东东向的天山构造带。其西南殴在哈尔克山等地是以前寒武纪地层为基底的加里东褶皱带和华力西褶皱带；其东北段的博格达山主要是包括三叠系的华力西末期印支褶皱带。到侏罗纪及其以后的构造变动使这一带成为地垒—地堑式或半地垒—半地堑式的波浪构造。

【准噶尔界山波峰带】 Junggar Boundary mountain crest zone 一个在我国西北边陲的外太（平洋）构造带的分带，成北东向展布。纵向上古生界的地层由东北向西南发展，其北东端出露的有奥陶系和志留系，中部有泥盆系和石炭系，西部才有二叠系；在横向上有更清楚的波浪变化，一般是从西北翘起向东南倾伏，西北带上多为泥盆系，东南带上多为石炭系。在准噶尔界山的东南部更发育有中、新生代的断陷盆地。

【喜马拉雅波峰带】 Himalaya crest zone 是地中（海）构造带的一段。绵亘于西藏南部边界，主要延伸在北纬 28°—32°之间。其轴部以前寒武地槽褶皱带的结晶杂岩为基础，上覆有古生界盖层，其北侧依次为三叠和白垩等中生代地槽褶皱带，其南侧为新生代地槽褶皱带。在地史上，其南北两侧进行着以结晶轴部为支点的天平式摆动，同时，又随着时间的发展向两侧迁移，表现出明显的波浪运动形式。

【哀牢山—海南岛波峰带】 Ailaoshan – Hainan island crest zone 可以把它看做喜马拉雅波峰带的一个分支。喜马拉雅山抵触横断山脉向南转折时，出现一个向东南方向的斜切横断山脉及康滇地轴的断裂带，延伸到哀牢山，再往东南斜贯云南，过越南北部入南海，遥接海南岛及西沙群岛、中沙群岛，直到菲律宾中南部。哀牢山构造发展复杂，大致可分出前寒武的、早古生代的、晚古生代的褶皱带，以及中生代的盆地。华力西末期的印支运动最明显。海南岛在寒武一奥陶系的基础上，有大块燕山花岗岩出露，北部边缘分布有新生代喷出的玄武岩，因为属于东南沿海波峰带的北东向构造发育，使北西向构造不如前者明显。西沙群岛、中沙群岛成北西西向分列在我国南海之中。

【昆仑山—巴颜喀拉山—南岭波峰带】 Kunlun – Bayanhar – Nanling Cresk zene 古地中（海）构造带的一个分带。由西昆仑向东南辗转接连可可西里山、巴颜喀拉山、大雪山，越过龙门山、大凉山和乌蒙山，遥接西江上游北盘江与红水河流经的山地，走向北西—南东，过南岭走向转为南东东，入南海后，崛起为东沙群岛。基本上是以前寒武为基底的加里东构造带或以加里东褶皱构造为基底的华力西（包括印支）构造带。叶尔羌河上游与克里雅河上游之间的北西西向昆仑山地带，是以前寒武或元古界为基底的加里东与华力西（包括印支）构造带相间的山地。昆仑山中段分为三支，是以华力西（包括印支）褶皱带为基底的中新生代断陷构造带，北有白垩断陷，中有侏罗断陷，南有第三纪断陷。在由巴颜喀拉山横越大凉山，斜穿乌蒙山接南岭的北段，地质构造发展随地而异，情况比较复杂，但基本上是以元古褶皱为基底以古生—中生代褶皱或缓褶为盖层的构造带。南岭构造发展是在下古生界褶皱变质的基础上覆以泥盆和石炭、二叠盖层，其中分散有侏罗、白垩的断陷盆地。

【天山—秦岭—大别山波峰带】 Tianshan – Qinling – Dabieshan crest zone 古地中（海）构造带的一个主要分带，北西西—南东东向斜贯我国中部。从新疆的科古琴山、库鲁克塔格向东南穿过北山接祁连山，在陇西地块两侧分为南北二带，北带过六盘山落入陕西的渭河断陷，南带经青海湖南侧到甘肃东南接西秦岭，二带在陕南汇合构成秦岭主干，再向东南遥接鄂、豫、皖界上的大别山，最后经皖南、浙江入东海，接我国台湾以北的钓鱼岛和赤尾屿。可分为天山、祁连山、秦岭、大别山及皖浙五段。北西向的天山波峰段，寒武—奥陶、志留、泥盆、石炭等古生代各系地层在纵向和横向上均表现为随时随地迁移。祁连山段，在托来南山、疏勒山和大通河一带出露前震旦和震旦地层，以其为“祁连地轴”，两侧地层显著不同，在其东北侧，依次有寒武、奥陶、志留各系地层由西南向东北变新；在地轴西南侧则有三叠、二叠、石炭、奥陶、寒武各系地层依次由东北向西南变老，因此“地轴”两侧均为南翘北倾的山岭—盆地或半地垒—半地堑构造。秦岭地带构造情况与祁连山大同小异，但东秦岭的山块一般是北翘南倾。“秦岭地轴”以北从震旦到寒武—奥陶纪有从两侧向中部发展的趋势，也是与北祁连不同

之点。大别山南侧有加里东坳陷褶皱带，其上有三叠—侏罗褶皱与之呈不整合接触；大别山北侧有震旦坳陷褶皱带，在其上及其北侧有侏罗—白垩断陷褶皱。从天山到大别山的整个地带，不论在纵向上还是在横向上都表现出坳陷褶皱带随时随地的迁移。此处由坳陷而形成的地槽型波谷，彼处坳陷而沉积的地层则褶皱隆起变为波峰，依次迁移，表现为波浪状构造运动。

【阿尔泰山—阴山—泰山波峰带】 Altay – Inshan – Taishan crest zone 古地中（海）构造带的一个分带，走向北西。由新疆北部阿尔泰山向东南入蒙古，由河套北侧再入中国，接阴山，隔桑干盆地接五台山，过河北平原遥接山东的泰山。阿尔泰山是以奥陶纪沉积为主的加里东褶皱带，其西南出现一带泥盆、石炭的华力西褶皱。阴山和五台山，出露的分别为较古老的古生代和元古界加太古界地层，明显发育的北西向断裂和片理显示这一构造带的存在。河北平原隐伏的沧州隆起，可以看做连接五台山和泰山的链条。泰山出露的是更古老的太古界加地台古生界地层，构成一束北西向的块断山。从整个波峰构造带的地质构造发展可以看出，东南的构造稳定性发展最早，西北发展最晚。到中、新生代，整带都发生了块断运动，至今仍在发展。

【辽河—辽东波峰带】 Liaohe – East Liaoning crest zone 古地中（海）构造带的一个分带。向东南经辽河流域，越过辽东到朝鲜，向西北通过内蒙古自治区的东北部入蒙古，再往西北遥接贝加尔湖西南的萨彦岭。由于我国东北地区北东向构造带特别发育而且紧密，使其不如其它古地中（海）构造带明显，但从斜穿外太（平洋）构造带的许多比较密集的北西向断裂及玄武岩喷出层的北西向分布可以看出其存在。与它遥接的朝鲜的太白山和西伯利亚的萨彦岭都走向北西亦可作为佐证

【小兴安岭波峰带】 Small Hinggan crest zone 古地中（海）构造带的一个分带，在我国东北部黑龙江的西南岸。小兴安岭走向北西，相当大的北西向断裂和广泛分布的玄武岩喷出层显示着这一波峰带的存在。向东南过兴凯湖，经锡霍特山南端入日本海，遥接日本的若峡湾—伊斯湾地带。向西北穿过大兴安岭入西伯利亚，与安加纳地盾西南侧的构造带相遥接。

【景谷地块】 Jinggu block 是永平—思茅波谷带（Tm_2）与松辽—四川波谷带（Tp_4）交汇部位的地块。活动性相当强烈的滇藏加里东—华力西（包括印支）地槽群中的一个相对稳定一些的地带。华力西末期（印支）发生轻微褶皱，并接受了来自两侧褶皱山地的侏罗—白垩系磨拉石及红色沉积。

【广西地块】 Guaugxi block 处在藏北—广西波谷带（Tm_3）与黄海—湘桂波谷带（Tp_3）的交汇部位。因受北东向的外太（平洋）构造带斜交的影响，在东部分割出一个较小的粤西地块，以早古生界的强烈加里东褶皱的浅变质岩为基础，其上零星分布有晚古生的缓褶盖层，并在其中发生了一些中、新生代断陷盆地。广西地块基底构造复杂，其西部以元古地槽澄江褶皱为基底，东部以早古生代加里东褶皱为基底。在不同的基底之上，盖着各时期的上古生界到三叠系的盖层。这些盖层曾在华力西末幕的印支期发生宽缓褶皱。这里三叠系特厚，达数千米。地块上还有零星分布的第三纪断陷盆地。

【楚雄地块】 Chuxiong block 处于藏北—广西波谷带（Tm_3）与松辽—四川波谷带（Tp_4）交汇部位。近南北向的"康滇地轴"切去了它东部一半以上的面积。在"康滇地轴"及其侧边，地层发育较全，在褶皱变质的昆阳群之上有峡东群及全部古生界，并有大片二叠系玄武岩分布。在华力西末幕的印支褶皱以后，其上发生强烈的侏罗、白垩纪中生代内陆坳陷，沉积厚达 17000 米，在燕山运动的晚期褶皱。新生代与青藏地区一起强烈抬起。

【稻城地块】 Daocheng block 参见"若尔盖"地块（Tm_4Tp_6）。

【藏北地块】 North Xizang（Tibet）block 处于藏北—广西波谷带（Tm_3）与柴达木—西藏波谷带（Tp_6）的交汇部位。是以上古生界到三叠系缓和褶皱为基底的侏罗—白垩和下第三系为主的地块。地块南部翘起，向北俯倾。

【台西地块】 West Taiwan block 处于塔里木—四川波谷带（Tm_4）与东海南海波谷带（Tp_2）交汇处，包括台湾西部平原、台湾海峡以及东沙群岛东北方广大滨海地区。其基底推测为上古生界结晶片岩，上覆白垩—第三系褶皱地层，最上为第四系最新沉积。第三—第四纪沿地块内部断裂有基性喷发岩形成。地块东部翘起，向西俯倾。

【湘赣地块】 Xiang－Gan block 处于塔里木—四川波谷带（Tm_4）与黄海—湘桂波谷带（Tp_6）交汇部位，其西北是雪峰山所在的"江南地轴"构造带，东南邻接东南沿海波峰带，南侧以南岭为屏障。地块断裂发育。以震旦系和下古生界的褶皱变质岩为基底，其上覆盖有泥盆、石炭、二叠和三叠系的盆地缓褶。在侏罗纪及其以后，经受了严重的次一级断块式的波浪运动。

【四川地块】 Sichuan block 处于塔里木—四川波谷带（Tm_4）与松辽—四川波谷带（Tp_4）交汇部位，其东南接"江南地轴"的武陵山褶皱带，西邻龙门山波峰构造带，北以秦岭波峰构造带为屏，南有贵州高原为界，是一个相当大的波谷地块。全部基底是元古代褶皱变质岩，其上覆盖有震旦系峡东群和只缺少泥盆—石炭系的古生界到三叠系的缓和褶皱，以及侏罗—白垩系的非常缓和的褶皱。它们都有从东向西由老变新的趋势，成都平原为第四系断陷盆地。

【若尔盖地块】 Zoige biock **处于塔里木—四川波谷带（Tm_4）与鄂尔多斯—川西波谷带（Tp_5）的交汇部位，北以昆仑—秦岭波峰构造带的积石山为界，东南以龙门山为屏。基底是加里东褶皱变质的下古生界，上覆着晚华力西（印支）缓褶浅变质的石炭二叠到三叠系。到白垩、第三纪，有些地方发生过零星的小断陷盆地。它和西南部的稻城地块，本来同为巨大的三角形的川西三叠纪盆地的一部分，由于昆仑—南岭构造带的巴颜喀拉山在华力西末期（印支）的崛起和在新生代的进一步抬高，才将川西三叠纪地块分为若尔盖地块和稻城地块等。因而它们的地质构造发展基本相同。由于经向和纬向构造带及华力西剪切带的切割，使这些地块进一步分裂和复杂化。**

【柴达木地块】 Qaidam block **处于塔里木—四川波谷带（Tm_4）与柴达木—西藏波谷带（Tp_6）的交汇部位，是夹在东昆仑山、阿尔金山和祁连山之间的三角形盆地。它以前震旦系变质岩及震旦系—下古生界加里东褶皱变质层为基底，以上古生界到三叠系的晚华力西褶皱为盖层，其上广泛分布着新生界，特别是上新统和第四系。**

【塔里木地块】 Tarim block **处于塔里木—四川波谷带（Tm_4）与哈密—塔里木波谷带（Tp_7）的交汇部位，其西北和东北以天山为界，西南以西昆仑山为屏，东南为阿尔金山，是中国最大的地块盆地。其基底构造相当复杂，南部边缘出露的是元古界结晶片岩，北部边缘有太古界和下、中元古界的结晶杂岩，其上有褶皱变质的的震旦亚界和古生界的褶皱浅变质盖层。盆地西南有晚古生代地槽褶皱，整个断陷盆地是在中、新生代形成的。中、新生界有数千米厚。在四周山麓形成很深的槽形盆地。中部相对拱起，形成一个潜伏的驼峰。**

【昭苏地块】 Zhaosu block **处于塔里木—四川波谷带（Tm_4）与准噶尔—伊犁河波谷带（Tp_8）交汇部位的地块。是在哈尔克山前寒武褶皱带以北的华力西优地向斜褶皱带的基础上发展起来的山间小盆地，始于燕山早期，主要沉陷时期是在中新世。**

【苏北地块】 North Jiangsu block **处于准噶尔—河淮波谷带（Tm_5）与黄海—湘桂波谷带（Tp_3）交汇部位。地块的构造发展，在古生代与华南广大地区基本一致，华力西末期（印支）整体抬升，结束海相沉积，南部抬升较高，北部成为大型中、新生代内陆盆地。燕山运动使中生代沉积层褶皱，燕山期岩浆岩在南部发育。燕山褶皱之上，广布新生界盖层，以上新统和第四系为主，西薄东厚。东部地区还发育有新生界滨海相沉积地层。**

【河淮地块】 He－Huaiblock **处于准噶尔—河淮波谷带（Tm_5）与松辽—四川波谷带（Tp_4）交汇部位，包括冀南、鲁西、豫东、皖北的广大地区。其墓底是太古—早元古界的结晶杂岩，其上以震旦、寒武、奥陶、石炭二叠和三叠等系为盖层。在燕山和喜马拉雅运动中，地块进一步分裂，形成一些较晚的次一级中、新生半地垒—半地堑断**

块盆地。盆地基底一般是东翘西倾，接近太行山的断陷最深。

【鄂尔多斯地块】　Ordos block　处于准噶尔—河淮波谷带（Tm_5）与鄂尔多斯—川西波谷带（Tp_5）交汇部位。其构造基底是太古变质杂岩，其上覆构造层是和缓褶皱的震旦、寒武、奥陶、石炭、二叠及中、新生界各系地层。

总体是东翘西倾，接近贺兰山构造带的断陷最深。到第三纪有向东南反倾的趋势。

【巴丹吉林地块】　Badain Jaran block　处于准噶尔—河淮波谷带（Tm_5）与柴达木—西藏波谷带（Tp_6）交汇处。基底是元古界和古生界（主要是上古生界）的华力西褶皱层，其上覆盖的主要是第三系和第四系，也有零星的侏罗和白垩系断陷沉积。

【哈密地块】　Hami block　处于准噶尔—河淮波谷带（Tm_5）与哈密—塔里木波谷带（Tp_7）交汇部位。

其底部是以前泥盆（主要是元古界）变质岩为基础并有泥盆、石炭和二叠系的地槽褶皱带。其上为中、新生代断陷盆地沉积。

【准噶尔地块】　Junggar block　处于准噶尔一河淮波谷带（Tm_5）与准噶尔—伊犁河波谷带（Tp_8）的交汇部位，西北有准噶尔界山，东北有阿尔泰山，南有天山等波峰构造带，呈三角形。是在古生界褶皱（特别是华力西褶皱）的基础上形成的二叠纪以后的断陷盆地，广泛分布有中新生界地层。在三叠纪以后，逐渐东翘西倾，同时周围坳陷，中间相对拱起。

【渤海地块】　Bohai block　处于查干诺尔—渤海波谷带（Tm_6）与松辽—四川波谷带（Tp_4）交汇处，包括勃海湾和华北平原北部地区。它是以太古界杂岩和下元古界变质岩为基底的地块，其上覆盖有震旦亚界、古生界（缺志留系和泥盆系）和三叠系缓褶盖层以及第三第四系沉积。

【查干诺尔地块】　Qagan Nur block　处于查干诺尔—渤海波谷带（Tm_6）与鄂尔多斯—川西波谷带（Tp_5）交汇处。

其东南部的基底主要是志留 - 泥盆系褶皱的地层，并有部分石炭 - 二叠系褶皱；其西北部则是泥盆、石炭、二叠褶皱地带。其上覆地层主要是第三系及第四系，以及新生代喷出的玄武岩。

【松花江地块】　Sungari block　处于海拉尔一松花江波谷带（Tm_7）与松辽 - 四川波谷带（Tp_4）交汇处，夹在大兴安岭、小兴安岭、张广才岭和辽河平原北侧的隆起之间。

基底主要由古生界的志留、泥盆、石炭、二叠系的华力西地槽褶皱变质岩所组成。到侏罗纪，特别是白垩纪和第三纪形成了一个在东南翘起向西北倾陷的断陷盆地。

【海拉尔地块】　Hailar block　海拉尔—松花江波谷带（Tm_7）与鄂尔多斯—川西

波谷带（Tp_5）交汇处的地块。是以古生界特别是上古生界地层褶皱为基础的在中新生代断陷盆地，侏罗系在盖层中最重要，是一套火山岩和煤系地层。白垩—第三系为红色沉积，第四系包括风积、冲积等多种类型。

地质力学

【地质力学】 geomechanics 李四光（1889—1971）创立，是地质学的一门分支学科。1926 年和 1928 年李四光发表的《地球表面形象变迁之主因》及《晚古生代以后海水进退规程》等，从理论上探讨自水圈运动到岩石圈形变，自大陆运动到构造形迹等问题，1929 年提出构造体系这一重要概念，建立了一系列构造体系类型。1941 年李四光在演讲“南岭地质构造的地质力学分析”时正式提出了“地质力学”一词。1945 年发表《地质力学的基础与方法》，对地质力学理论作了系统的概括。地质力学是力学与地质学相结合的边缘科学，即用力学原理研究地壳构造和地壳运动及其起因的科学。它从地质构造的现象（构造形迹）出发，分析地应力分布状况和岩石力学性质，追索力的作用，从力的作用方式进而追索地壳运动方式，探索地壳运动的规律和起源。地质力学认为结构要素、构造地块和构造体系是地质构造的三重基本概念，对于探索地壳运动规律具有极为重要的意义。现已认识的构造体系，可划分为三大主要类型，即纬向构造体系、经向构造体系和扭动构造体系。这些体系主要是地壳的水平运动（经向的和纬向的）造成的；而水平运动则起源于地球自转速度的变化。李四光把地球自动调节自转速度变化的作用称为“大陆车阀作用”，因而把这一假说称为“大陆车阀假说”。地质力学研究地壳运动一般遵循七个步骤：①鉴定结构要素的力学性质，②辨别构造形迹的序次和不同序次结构面力学性质的转变，③确定构造体系的存在和范围，④划分巨型构造，鉴定构造型式，⑤分析联合和复合的构造体系，⑥探讨岩石力学性质和各类构造体系反映的应力活动方式，⑦构造模拟实验。在我国，地质力学已应用于：①探索矿床和矿田的分布规律，预测隐伏矿产，②推断石油和煤等能源矿产的远景和有利地段，③解决变形巷道的施工设计问题和分析工程建筑地区的地基稳定性，④探索地震预报的途径与方法，⑤研究地下水（包括地下热水）贮集和运动的地质构造条件等，都取得了显著成就。地质力学的一些分支学科，如矿田地质力学、石油地质力学、煤田地质力学、工程地质力学以及地震地质力学等，目前正在逐渐形成中。

【地质构造三重基本概念】 threefold basic concept of geological structures 李四光（1953）提出。指结构要素（构造要素）、地块形态（构造地块）和构造体系。概括出地质构造三重基本概念，是地质力学和构造地质研究的重要进展。它们不是分划地质构造现象的三种类型，而是并行不悖的三重地质构造概念；从不同含义的这三重概念的角度观察地质构造，某些地质构造观象（如东西复杂构造带）既可以看做巨型的结构要

素，又可以视为活动的构造地块（褶皱地带），同时它也自成一个构造体系。关于结构要素、地块和构造体系的概念，参见有关条目释文。

【构造形迹】 structural features 李四光首先使用这一术语。❶自然条件下地壳岩石永久形变造成的各种地质构造形体和岩块、地块相对位移的踪迹，不论规模大小和性质差异，统称为构造形迹，即包括构造变动和非构造变动产生的各种次生结构要素。诸如各种不同成因的褶皱和不同性质的断裂、节理、劈理和片理等，还有各种隐裂隙、岩石或矿物的次生定向排列、乃至晶格位错等。❷自然条件下地壳岩石形成的各种地质构造形体和岩块、地块相对位移的踪迹，包括各种次生结构要素和原生结构要素，如各种褶皱、断裂、节理、劈理和片理等次生构造，沉积岩的层理、岩浆岩的流线和流面等。❸自然条件下地壳岩石产生的一切地质构造形迹，包括所有构造要素、构造地块和构造体系，即地质构造三重基本概念所涉及的内容。通过构造形迹来研究岩石圈构造运动的过程和方式，是地质力学的基本工作内容，也是解决地壳运动问题的重要途径。鉴别不同类型的构造形迹，有重要生产实践意义。例如，一些规模较大的断层，常成为岩浆、油气或地下水的通道；强烈的断层破碎带，又是工程建设的重大不利因素；背斜褶皱则是油气储聚最常见的构造圈闭类型等等。

构造要素

【结构要素】 structural elements 又称构造要素。李四光（1953）提出，作为地质构造三重基本概念之一，为存在于各种地质体中的基本地质构造形迹，主要有结构面和构造线条两类。它是标志地质构造存在或划分构造地块的基本单位；结构要素可分为原生结构要素和次生结构要素。前者指成岩过程中形成的结构面和构造线条，如层理、间断面、不整合面和流层、流线等；后者指岩石在机械运动中发生形变产生的结构面和构造线条，如褶皱轴面、各种破裂面、一部分节理、片理等。不同结构要素往往具有不同力学属性，可分为压性、张性、扭性、压扭性和张扭性等。

【构造要素】 structural elements 即“结构要素”。

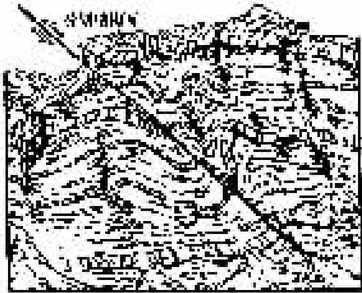
【构造条理】 structural grain 李四光（1953）提出，即各种结构面和构造线条；是结构要素（或构造要素）的同义词。它既包括原生构造和次生构造、分划构造和标志构造，也囊括构造运动与非构造运动产生的各种形迹。

【结构面】 structural plane 是地质力学的一个重要概念。用来表示岩块结构形态的面状构造；有的接近平面，有的呈曲面或不规则形态。结构面有原生结构面和次生结构面之分。李四光按存在形式将结构面分为分划性结构面和标志性结构面。按力学性质

则分为压性结构面、张性结构面、扭性结构面、压性兼扭性结构面和张性兼扭性结构面等。鉴别结构面的力学性质，可以推断形成它们的地应力状态。

【构造面】 structural plane **即“结构面”。**

【分划性结构面】 divisional（splitting）structural plane **李四光（1953）提出。一般系指破裂性结构面，即由岩石遭受破坏所形成的不连续界面，如断裂、劈理、节理等。但李四光定义的含义更为广泛，除破裂性结构面外，还包括由于物质组成不连续产生的岩石界面，如不整合面等。和它相对应的概念是标志性结构面，又称几何性结构面，是只具有几何意义和定位意义的结构面。**

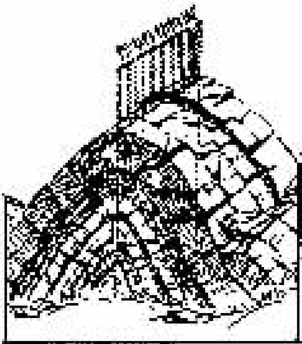


分划性结构面

【破裂性结构面】 fracture structural plane **即狭义的“分划性结构面”。**

【联接面】 conjunction plane **李四光（1953）提出，即“分划性结构面”。**

【标志性结构面】 indicative strutrural plane **又称几何性结构面。由岩石连续形变产生的、只具有几何意义和定位意义的结构面。标志性结构面有两种类型：①简单型：由岩层、岩体连续性形变产生的定位面；如各种褶皱轴面。②复杂型：由一系列斜列的构造组成扭裂带时所显现的定位面。前者又可称为褶皱式标志面，过去所谓的标志性结构面大多指这类结构面，后者常见的是破裂式标志面，也应包括在标志性结构面之中，或者也可以把这类由分划面组成的标志面做为二者间的过渡类型来看待。和它相对应的概念是分划性结构面，是由岩石遭受破坏（或由岩石成份差异）形成的不连续面。**



简单型标志性结构面
（由单一褶皱轴面组成的标志性结构面）



复杂型标志性扭裂带
（由一系列斜列的张裂组成的标志性扭裂带）

【几何性结构面】 geometcical structural plane 即“标志性结构面”。

【定位面】 orientation plane 李四光（1953）提出，即“标志性结构面”。

【构造线条】 structural lineation 岩石中朝着一定方向伸延的线状构造形象和痕迹。构造线条包括原生线条（如岩浆岩中的流线）和次生线条（如砾石被压扁所形成的定向构造）。构造线条形成原因有：①岩石或矿物颗粒的定向排列；②两种结构面的互相交切；③不同类型的结构面与地表的交线等。

【构造线】 structural line 一切结构面与地表的交线。故有多少种类的结构面，就有多少种类的构造线。比较重要的如褶皱轴线、不同性质的断层线、片理线、劈理线和节理线等。地质力学要求对构造线的力学性质和其他特征，审慎地加以鉴别。

【原生结构面】 primary structural plane 又称原生面理。是岩石成岩过程中形成的面状构造，包括①沉积岩层原生结构面，如由沉积物岩性差异或分层堆积形成的层面，以及由沉积间断造成的不整合面等；②岩浆岩体原生结构面，如岩浆流动过程中，由板状、片状矿物定向排列，或由不同成分的岩石条带和透镜体交替出现而形成的面状构造；这类原生结构面不尽代表岩浆流动的方向，还反映当时地应力状态，它们大多垂直于主张应力方向，属于压性结构面。

【原生线条】 primary lineation 又称原生线状构造。是成岩过程中形成的线条，包括①沉积岩层原生线条，是由沉积物（如砾石、砂粒或鲕粒等）定向排列所显现的；⑤岩浆岩体原生线条，是岩浆流动过程中，由针状柱状矿物或析离体、捕虏体平行排列形成的线状构造。这种原生线条，不尽代表岩浆流动的方向，而且常常反映当时地应力场的 最大张应力方向，属于压性构造线。

【原生破裂带】 primary fractures 岩浆尚未全部固结时，所发生的裂隙和裂隙带。它们常属张性或扭张性结构面。

【次生结构面】 secondary structural plane 又称次生面理。是成岩后岩层、岩体经受机械运动产生的面状构造。如各种形态的褶皱和不同性质的断裂、节理、劈理等。论其成因，包括构造运动形成的和非构造运动（如外营力）产生的。次生结构面可分为分划性结构面和标志性结构面两类。同时可按力学性质分为压性、张性、扭性、压扭性和张扭性等。

【压性结构面】 compressive structural plane 简称挤压面。走向垂直主压应力方向、具有明显挤压特征的结构面。如单式或复式褶皱轴面，逆断层或逆掩断层面、区域片理面和一部分劈理面等。褶皱轴面是岩石连续形变产生的压性结构面，具有几何的和定位的意义。破裂的压性结构面，往往呈舒缓波状；附近常出现强烈的褶皱、地层倒转、构造挤压带和片理带等挤压特征。实际上，外力作用下不会产生挤压性破裂面，一般所称的压性破裂面也不与主压应力方向相垂直。习惯上只是将那些走向垂直主压应力

方向，即平行区域轴向构造的逆断层等，做为压性结构面看待，来研究地表平面受力状态。

【张性结构面】　tensile structural plane　简称张裂面。垂直于主张应力方向、具有明显引张特征的破裂面，如一部分正断层、一部分节理和一部分裂缝等。张裂面本身比较粗糙，裂面不整齐；单个裂面常伸展不远，大致平行的裂面共同组成张裂带；在张裂面附近或张裂带中，常有构造角砾岩，并以大小混杂、棱角显著、方向性差和成份单一为特征。

【扭性结构面】　shear structural plane　简称扭裂面。与主应力斜交而大致平行最大剪应力方向、具有明显扭动特征的破裂面或破裂带。如平错断层、一部分正断层、一部分节理和一部分劈理等。它们往往成对或单组出现。扭裂面平直光滑，有时出现“镜面”；时有细碎构造破碎岩甚至糜棱岩伴生；常见大量近水平擦痕，显示两盘岩石曾发生过不同程度的水平扭动；裂面附近常有由扭动所派生的入字型、帚状和旋扭构造等。

【压性兼扭性结构面】　compressoshear structural plane，structural plane of compresso-shearing origin　❶一切既有压性又具扭性的结构面，包括同时兼具这两种力学性质的面和先后出现这两种力学性质的面。前者又有以压为主兼有扭性和以扭为主兼有压性两种；后者又分“先压后扭”和“先扭后压”两类。❷同时或先后形成的以压为主兼具扭性的结构面。以扭为主兼具压性的结构面，则称为扭性兼压性结构面。❸同时兼有压性和扭性的结构面，即不包括“先压后扭”和“先扭后压”形成的结构面。依其形成过程，可分为两类：第一类是从压性结构面转化而来的，如扭动构造体系中的轴向破裂面，在扭动作用持续进行过程中，由初次压性面转变成再次兼具扭性的挤压面，简称“压扭面”。第二类系扭性破裂面发展而来的，如区域扭动产生的两组初次扭裂面，当扭动作用持续进行时，其中与扭动方向夹角较大的一组，往往转变为再次兼具压性的扭裂面，简称“扭压面”。这种压扭面和扭压面并不是根据挤压显著或扭性为主来判别的。❹由压性破裂面转化而来的兼具扭性的挤压面。由扭性破裂面转化而来的兼具压性的扭裂面，则称为扭性兼压性结构面。压性兼扭性结构面通常都指破裂面，实际上也有这种性质的褶皱。

【压扭面】　compresso-shear strucrural plane；　参见“压性兼扭性结构面”。

【张性兼扭性结构面】 tenso – shear structural plane，structural plane of tenso – shearing origin ❶一切既有张性又具扭性的结构面，包括同时兼具这两种力学性质的面和先后出现这两种力学性质的面。前者又有以张为主兼有扭性和以扭为主兼有张性两种；后者又分“先张后扭”和“先扭后张”两类。❷同时或先后形成的以张为主兼具扭性的结构面。以扭为主兼具张性的结构面，则称为扭性兼张性结构面。❸同时兼有张性和扭性的结构面，即不包括“先张后扭”和“先扭后张”产生的破裂面。依其发展过程，可分为两类：第一类是从张性破裂面转化而来的，如扭动构造体系中垂直轴向的横张裂面，在扭动作用持续进行过程中，由初次张性面转变成再次兼具扭性的张裂面，简称“张扭面”。第二类系由扭性破裂面发展而来的，如区域扭动产生的两组初次扭裂面，当扭动作用持续进行时，其中与扭动方向夹角较小的一组，常常转变为再次兼具张性的扭裂面，简称“扭张面”。这种张扭面和扭张面并不是按照张性为主或扭性显著来判别的。❹由张性破裂面转化而来的兼具扭性的张裂面。由扭性破裂面转化而来的，则称为扭性兼压性结构面。张性兼扭性结构面都是破裂面。

【张扭面】 tenso – shear structural plane 参见“张性兼扭性结构面”。

【扭性兼压性结构面】 shearing compressive plane ❶以扭为主兼具压性的结构面，包括同时和先后形成的，或专指同时的。以压为主兼具扭性的结构面，则称为压性兼扭性结构面。❷由扭性破裂面转化而来的兼具压性的扭裂面，如区域扭动产生的两组初次扭裂面，在扭动作用持续进行时，其中与扭动方向夹角较大的一组，往往转变为再次兼具压性的扭裂面，简称“扭压面”。

【扭压面】 shearing compressive plane 参见“扭性兼压性结构面”。

【扭性兼张性结构面】 shearing tensile plane ❶以扭为主兼具张性的结构面，包括同时和先后形成的，或专指同时的。以张为主兼具扭性的结构面，则称为张性兼扭性结构面。❷由扭性破裂面转化而来的兼具张性的结构面。如扭动构造体中的两组初次扭裂面，在扭动作用持续进行时，其中与扭动方向角距较小的一组，常常转变成再次的兼有张性的扭裂面，简称“扭张面”。

【扭张面】 shearing tensile plane 参见“扭性兼张性结构面”。

【复性结构面】 composite structural plane 具有两种力学性质的结构面，如压性兼扭性结构面和张性兼扭性结构面等。这个概念和“单性结构面”相对应的。

【挤压构造带】 compressed structural zones 简称挤压带。主要由许多压性构造形迹组成的窄长带状构造。带内岩石部分或全部呈现被搅乱的状态；挤压破碎带、陡立地层带、紧密褶皱带、地层倒转带和反复冲断带等往往相伴或单独出现，也常有片理带、劈理带和构造透镜体等挤压性构造发生。在分析区域构造和划分构造体系时，它与褶皱轴面等挤压性结构面具有同等的力学意义。

【陡立地层带】 steeply dipping beds 产状陡立地层组成的构造带。大多属于挤压性构造形迹，它们与褶皱轴面等具有等同的力学意义。但是也有一些由张性正断层牵引等原因形成的陡立地层带，则不具压性构造的意义。


直立地层带

【直立地层带】 vertical beds 直立地层组成的构造带。通常属于挤压性构造形迹，与褶皱轴面等具有相同的力学意义。但是也有一些由张性正断层拖曳等原因形成的直立地层带，则不具压性构造的意义。

【限制褶皱】 non - sequent fold 李四光（1945）提出。指岩层受到周围地块限制而形成的褶皱。例如，陷落于两个正断层间的岩层，由于下部宽度变狭而受到两边地块的侧向挤压，在两个正断层近旁发生的褶皱，在远离断层的中央地段即行消失。四周受围岩限制的地块在受到单向挤压时，除发生垂直挤压方向的褶皱外，由于在它向外延展的方向上受到围岩限制，遂在受限制的两端又产生平行挤压方向的、规模较小的褶皱，远离两端，也趋于消失。

【轴向构造】 axial structures 一个构造体系中，与区域褶皱轴走向相平行的各种构造形迹的统称；包括区域褶皱轴、走向冲断层和轴面劈理等。它们大都属于挤压性构造。不过，有时也将张性的纵向节理等纳入广义的轴向构造范畴之中。

【中断层】 thrust 逆断层和逆掩断层的统称。冲断层属于挤压或压扭性质的断层，包括仰冲断层（上盘上冲的逆断层，一般为压性）、俯冲断层（下盘下冲的逆断层，一般为压性）、平冲断层（角度平缓的逆掩断层，压性）、斜冲断层（平移逆断层，一般属压扭性）、侧冲断层（又称横冲断层，兼具压性和扭性的平移断层）、对冲断层（两个相对上冲的逆断层）等。冲断层常组成断层带。狭义的冲断层其走向与区域构造轴向相平行，代表着压性构造的方向；冲断层形成时，主压应力方向与其走向相正交。

【压力影】 pressure shadow 外力作用下，不均匀岩石中较坚硬和较软弱的岩质产生差异变形，在坚硬岩质边缘相互对应的引张部位，被压溶作用产生的脉岩所填充的现象。它可以确切反映其所受外力的方向，脉岩中心通过坚硬岩质中心的连线，代表挤压构造的走向。根据坚硬岩质的不同，压力影至少有五种：①矿物型（以褐铁矿化的黄铁矿最常见）；②结核型；③化石型；④砾石型；⑤砂粒型等。按它们所受的外力作用方式，可分为挤压型和旋转型；在旋转型压力影中，上述坚硬岩质恰好就是其砥柱。压力影形成的必要条件是：①岩石不均一，在软弱岩石中有相对坚硬的岩块；②岩石受到一定强度的外力作用。压力影不仅和构造透镜体、眼球状构造、布丁等形成的条件相似，彼此之间也常常共生或互相过渡，甚至同时出现。如果所受外力进一步加强，就会出现“固态位移”现象。压力影的规模可大可小，小的只能在显微镜下发现，大的却

十分宏伟，有人认为西藏高原实际就是一个巨型压力影和巨型构造透镜体。压力影的详细研究，在理论方面可以了解当时构造应力场和岩石力学性质；在生产实践上可以运用压力影控岩控矿规律来指导找矿，有人把三江地区看做西藏地块的一个压力影，进而肯定了这个地区的含矿远景。

【张性角砾岩】　tensile breccia　构造运动中由张性破裂作用产生的角砾岩，常以张性角砾岩带形式出现。张性角砾岩的显著特征是：①大小悬殊混杂，“ 分选性 ” 差；②棱角显著，“ 圆球度 ” 差；③排列紊乱，定向性差；④近源物质，成分简单。此外，张性角砾岩带内部变动程度往往不同，变动剧烈的岩石十分紊乱，变动轻微的甚至保存着岩石层理等原生构造。上述特征是张性构造的定性标志，并以此与扭性构造岩相区分。



张性角砾岩

【扭性构造岩】　shear breccia　构造运动中由剪切破裂作用产生的构造岩，常以扭性构造岩带形式出现。扭性构造岩的显著特征是：①大小不甚悬殊；②磨蚀程度较高；③砾石常具定向；④成分相对复杂，偶有较远处的岩质混入。扭性构造岩带内部一般变动剧烈，原生构造常破坏无遗，动力薄膜和糜棱岩等强烈构造岩时有出现，并成为扭性构造的定性标志。扭性构造岩以这些特征与张性角砾岩来区别。

【动力薄膜】　dynamic encrusiation　又称“ 构造薄膜 ”、“ 动力薄壳 ” 和“ 构造薄壳 ”。系构造破裂面附近由动力作用产生的各种薄壳状物质。除花岗岩、变质岩及暗色岩石中经常沿裂面出现绿泥石、绿帘石等“ 应力矿物 ” 外，其他各类岩石也有相应的薄膜物质产生：如石灰岩和大理岩裂隙中的钙质薄膜，石英砂岩裂隙中的脉状硅质薄膜，粘土岩裂面上的高岭土、叶腊石等矿物薄膜，含铁岩石裂面上的次生褐铁薄膜或红铁薄膜等等。动力薄膜的不同色彩，称为“ 构造色 ”。构造薄膜的岩石专属性，表明它们是由围岩物质转变形成的。构造薄膜是剪切作用的产物，在它没有遭受破坏的表面往往有光滑的镜面和清晰的擦痕。它可以做为扭性断裂面可靠的定性标志。由于赋存形态与宽度不大的脉岩有某些相似之处，工作中需注意把它们互相区别开来。

【构造薄膜】 structural encrustation 即“运力薄膜”。

【硅化构造岩】 silicified tectonite 在强烈构造运动过程中，沿构造断裂带部分或全部硅化所形成的岩性和石英岩相近的构造岩。硅化构造岩是构造带强烈活动的产物，它的形成和动力作用（压力）、地热活动（温度）以及外来物质贯入有密切关系；而一个地区硅化构造岩的普遍出现，又和这个地区的地球化学特点分不开。

【硅化断裂带】 silicified fracture zones 又称构造硅化带。在强烈构造运动过程中，沿构造断裂部分或全部硅化所形成的硅化构造岩带。断裂硅化带是在动力作用、地热活动和外来物质贯入过程中产生的；而一个地区断裂硅化带的广泛出现，和区域地球化学特征有着密切关系。

【尖灭侧现】 lateral en echelon arrangement（of structures） 扭裂带中低一级构造破裂、岩脉或矿脉平行斜列、首尾错开呈边幕状，称为尖灭侧现。单个破裂或脉体的走向与整个扭裂带的方向往往有一个小的夹角。查明构造破裂或脉体的这种展布形式，对推断构造现象和预测岩脉、矿脉分布规律，都有帮助。

【尖灭再现】 end to end alignment（of structures） 构造破裂、岩脉或矿脉沿走向时隐时现，其首尾并不斜列错开的现象，属于这种形式的构造，有些是压性或压扭性的，常表现为挤压构造透镜体或透镜状岩脉或矿脉，有些则属张性或张扭性的，出现一系列中间膨大、首尾中断的构造破裂或脉体。尖灭再现对推断构造现象和预测岩脉、矿脉分布规律，都有帮助。

构造地块

【地块】 land mass 李四光（1953）提出，作为地质构造三重基本概念之一，系具有一定综合结构形态、属于一定构造体系的地质块体。地块的存在常由地壳物质组成或地壳结构构造的不均一性，以及它们之间常具有明确的界线反映出来。地块的规模大小、影响深度、结构形态，活动强度都有差别。比较活动的狭长带状地块，称为褶皱地带，简称褶带；相对稳定的不规则板状地块，称为块垒地，简称块地。在长期复杂的地壳运动中，褶皱地带和块垒地可以相互转化。任何地块都是一定类型构造体系的组成部分，并有一定的展布规律。地块的发生和发展，受构造体系和岩石性质所制约；反之，不同形态和不同类型地块的存在，构成一定的边界条件，也影响构造体系的形成和特征，决定地块边缘及其内部的形变特点。

【岩块】 rock mass 习惯上指中、小型的岩石块体，实际是小的地块。一个岩块可以由同一种岩石或不同种岩石组成；不同物质组成的岩块，岩石力学性质往往有很大差异，有的容易褶皱，有的易于断裂。

【块垒地】 blocks，fault blocks 李四光（1953）提出，简称块地，是不规则板

状、相对稳定的地块；所有块地都是构造体系的组成部分。它的特点是：①形状不规则，长度与宽度相差不太大；②岩层形变微弱、褶皱轻微，沉积盖层常平坦地或舒缓起伏地上覆；③有时出现规模不等的断裂，把它们分割成更小的地质块体；④做为相对稳定的地块，属一定类型构造体系的组成部分。块垒地又可分为盾地和台地。

【块地】 blocks，fault blocks 即“块垒地”的简称。

【褶皱地带】 fold belt，fold zones 简称褶带。是狭长带状、经历强烈运动的构造地块；所有褶皱带都属于一定构造体系。它的特点是：①宽度不大，一般伸展很远。②带内岩石遭受强烈挤压，形成线状褶皱束，有时还出现倒转褶皱和反复冲断等现象。③带内岩石往往经历多次强烈构造运动。④它的展布是有规律的；属于一个构造体系的组成部分。褶皱地带分为陆梁和陆槽两类，分别与大型背斜和大型向斜大体相当，它们往往相伴出现。

【褶带】 fold belt，foldzones 即“褶皱地带”的简称。

【安全岛】 safety island 李四光（1965）提出，即“相对稳定地块”。指构造活动区内或活动性构造带间存在的相对稳定地块，并把它做为选择工程建设基地的主要对象。一切构造体系都由活动性构造带和相对稳定地块两部分组成。地块的稳定程度决定于下列因素，地块所处构造部位，形状、介质性质、结构特征、发育历史（特别是挽近地质时期的构造史）和现今构造应力场等。相对稳定的标志可概括为：①在构造单位上属于块地，或已僵化了的褶带。②在介质结构上属弹性或接近弹性的均匀连续体；岩石呈整体结构或块状、原层状结构，软弱夹层和软弱结构面不发育。③在构造活动性上，没有大型活动性断裂在地块内部和附近通过：现今构造应力场中属较低应力值的地区。④在地震活动性上，没有发震断裂在地块内部和附近出现，距历史强震区有足够距离，微震活动少，地震效应不显著，属低烈度区。⑤没有现代岩浆活动（包括火山活动），水热活动也不强烈。⑥区域性物理地质作用（如滑坡、崩坍、泥石流等）不强烈，或只限于某些局部地段。⑦没有破坏性的人为工程地质作用，如大量抽汲或开发气体、液体和固体资源所引起的地面沉降和塌陷，深层注水或水库蓄水引起诱发地震等。对安全岛进行定量评价，必须开展现代地应力、大地形变等各种影响地块稳定性的指标的测定。按照安全岛所处构造部位，可分为带中地块、带间地块及带缘地块：按其成因可分为基底地块、盖层地块、岩浆岩地块和变质岩地块等。研究安全岛既具理论意义，又对工程建设有重要现实意义。

【相对稳定地块】 relatively stable landmass 即“安全岛”。

【活动性构造带】 active structural zones 挽近地质时期乃至近代尚在持续或断续活动的构造带。它的活动性，可以通过地质构造、地震活动、火山活动、地貌和第四纪地质，考古等调查，以及地形变、地应力和各种地球物理场等观测，加以鉴别；影响最

新地层是活动性构造带最确切的标志。活动性构造带是活动构造体系中变形显著、活动较强的地带。活动性构造带的展布规律和活动强度，是受所属构造体系及其构造应力场特征制约的。它们往往是地震、火山、温泉和地下热水活动的地带。有的规模很大，如环太平洋带和地中海带是两个公认的超巨型活动性构造带。亚洲大陆活动性构造带也很多，大陆东缘的岛弧带、郯城—庐江断裂带等的构造活动性和地震活动性都很显著；中国西部青藏高原及其外围广大地域有许多规模宏伟的活动性构造带，影响甚至决定着许多地质现象的发生和发展，成为这些区域的显著特征。对活动构造带的研究，有助于阐明挽近地质时期以来的地壳运动规律；为解决工程地质、地震地质和地热地质等生产实践问题提供依据。

【活动性断裂带】　active fault zone　主要由断裂构成的活动性构造带，称为活动性断裂带。详见“活动性构造带”。

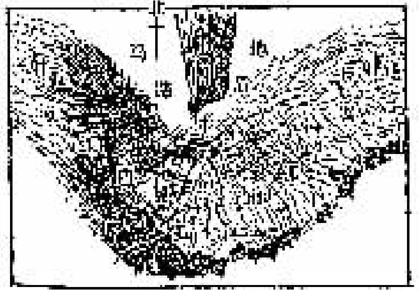
【半隐伏构造带】　partly – burled tectonic zone　由于构造体系复合干扰和较新沉积物掩覆而不完全出露在地表的规模较大的构造带。这类构造带往往可由两侧地质体的显著差异、地质体或构造线的大型线性扭曲、新老岩层复杂而有规律地分布、地质体或构造线的一一位错，以及地球物理场的特征反映出来。邓乃恭认为我国已知比较重要的半隐伏构造带有：①阴山带和秦岭带正中间的东西构造亚带；②秦岭带和南岭带正中间的东西构造亚带；③东海—台湾—菲律宾（西缘）断裂带；④依兰—伊通—郯城—庐江—赣江—北江断陷带；⑤大兴安岭—太行—雪峰断裂带；⑥银川—成都断陷带；⑦天山—祁连—大别构造带；⑧右江—北盘江构造带。此外还有一些比较古老的北东向构造带等。这些大型半隐伏构造带横贯、纵贯或斜贯我国全境；大都由隆起、凹陷、褶皱和压扭性断裂所组成。作为轴向构造成分，它们分别属于纬向构造体系、更新华夏系和西域系等；其各自的形成时期不同，反映着各个地质时期的构造应力场特征。半隐伏构造带与含矿超基性岩带和金刚石母岩（金伯利岩）分布，大型含油气盆地形成，以及发震构造体系活动，都有十分密切的关系。

【台地】　platform　李四光（1941）在讨论广西山字型构造时提出。指形变微弱、长宽相差不大、属于块垒地类型的一种相对稳定地块。它的主要特点有：①规模有的很大，有的很小。②所有台地都是一定类型构造体系的组成部分；它的位置、形态和规模服从于所属构造体系的展布规律，和同一构造体系的其他成分有着成生联系（如祁吕贺兰山字型构造体系脊柱西侧的阿宁台地）。台地的这些特点同较晚出现的“地台”一词有别。因此，尽管相当规模的“台地”和“地台”，其轮廓或形态有时相似，二者的涵义和划分却不相同。

【盾地】　betwixtland　李四光提出。指形变十分轻微，属于块垒地类型的一种相当稳定的地块；常无规则形态，一般长度和宽度不很悬殊。和台地相较，它更趋稳定。

盾地的基本特点是：①规模可大可小，甚至很小。②一切盾地都是一定类型构造体系的组成部分，它的位置、形态和大小受所属构造体系展布规律所制约，并与同一构造体系其他构造成分有成生联系。例如山字型构造体系脊柱两侧的马蹄形稳定地块，无论规模大小，都称为马蹄形“盾地”。盾地正是以这些特点和“地盾”一词相区别。因此，即使规模相当的“盾地”和“地盾”，其轮廓和形态偶尔相象，在多数情况下仍是不相同的；它们的涵义也不一样。

【马蹄形盾地】　horseshoe shaped betwixtland　李四光提出。山字型构造体系中，位于前弧和脊柱之间形似马蹄的相对稳定地块；上覆地层平坦或褶皱轻微；是一种特定类型的盾地。它在山字型构造形成过程中产生。按照横梁弯曲的力学原理解释山字型形成机制时，认为它是相当于中和面附近的地带。



马蹄形盾地

【陆台】　meseta　与大型单斜相近的较稳定的地块。与陆梁、陆槽属同级的构造地块。它是一定类型构造体系的组成部分，如山西陆台是新华夏构造体系与其他构造体系复合形成的。

【陆梁】　anteklise，anteclise　李四光提出。地壳中狭长的大型背斜式隆起地带；属于褶皱地带类型的一种地块。它和陆槽相伴出现。陆梁的轴线与褶皱轴面具有等同的力学意义。所有陆梁都从属于一定的构造体系，例如太行陆梁属于新华夏系。

【陆槽】　syneklise，syneclise　李四光提出。地质历史上狭长的大型向斜式沉降地带，属于褶皱地带类型的一种地块。它和陆梁相伴出现。陆槽的轴线与褶皱轴面具有同样的力学意义。所有陆槽都从属于一定的构造体系，例如汾河—滹沱陆槽属于新华夏系。

【槽地】　trough　一种中、小型的狭长沉降带，以槽状为其形态特征。常与规模相当的隆起带相伴出现。槽地边缘常有同沉积断裂存在。由于不断沉降，槽地中常堆积较厚的沉积地层。槽地可以出现于块垒地，也可以见于褶皱地带；前者如山西陆台上的多字型槽地，后者如祁吕贺兰山字型西翼的西宁槽地，它们都是一定构造体系的组成部分。槽地与地槽的涵义不同，槽地不仅没有地槽那么宏大的规模，而且没有那样长期的发展历史和复杂的演化过程。

【盆地】　basin　基底上覆盖着一定厚度的平伏岩层、形态不固定的沉降区。盆地的形态多种多样；规模可大可小；可以在块垒地或褶皱地带分别出现。我国有很多盆地，如四川盆地、柴达木盆地、准噶尔盆地和塔里木盆地等。它们是一定构造体系的组成部分，例如伊陕盆地属于新华夏构造体系。

【阿宁盾地】　Alaxa – Ningxia betwixtland　阿拉善—宁夏盾地的简称，有时也称阿宁台地。位于甘肃、宁夏及内蒙交界地区的一个规模较大的相对稳定地块。它包括巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠；介于两个沙漠之间是这个盾地中少许抬高的部分，有中生代、古生代和更古老的地层以及花岗岩类出露。阿宁盾地在贺兰山以西，它与贺兰山以东的伊陕盾地同为祁吕贺兰山字型构造马蹄形盾地的组成部分。

【伊陕盾地】　Ih Ju – Shaanxi betwixtland　伊克昭盟—陕西盾地的简称，大部分位于贺兰山以东陕西境内，并占踞内蒙、山西及宁夏部分地区的大型稳定地块。沉积有巨厚的中、新生代地层，中生代以前地层较少出露。伊陕盾地包括陕西盆地和河套凹地等，它是由不同构造体系负向构造叠加形成的；一方面它与贺兰山以西的阿宁盾地同属祁吕贺兰山字型构造的马蹄形盾地，另一方面做为新华夏系第三沉降带的一部分，有时又称做伊陕盆地。

【山西陆台】　Shanxi meseta　位于伊陕盾地和华北平原之间，绝大部分在山西省境内，总体为一个向西倾伏的大型单斜式相对稳定地块，由若干低一级的构造成分，如吕梁—恒山褶带、汾河—滹沱陆槽和太行陆梁等所组成。作为一个尚未判明其构造体系归属的大型地块。山西陆台上新华夏系、祁吕贺兰山字型东翼及其他构造体系成分广泛发育并彼此复合。

【太行陆梁】　Taihangshan anteklise，Taihangshan anteclise　位于山西省东部与河北省、河南省毗邻处，是山西陆台东部翘起边缘的一个中生代隆起带，致使下古生代至太古代地层广泛出露，其西侧有汾河—滹沱陆槽相伴生。陆梁的总体轴向为北 10° 东左右，但其中的褶皱、冲断和局部地层走向与陆梁总体方向并不完全一致，往往北偏东角度更大。习惯上认为它属于新华夏系的构造成分。

【汾河—滹沱陆槽】　Fenhe – Hutuo syneklise，Fenhe – Hutuo syneclise　位于山西省境内，是山西陆台上一个向斜式沉降带，与其东侧的太行陆梁相伴生。中生代已经形成，新生代以来的发展中更加复杂化。习惯上认为它属于新华夏系的构造成分。

【西宁槽地】　Xining trough　又称西宁盆地。位于青海省西宁至民和一带的一个呈北西西方向展布的中型狭长的沉降带，其中广泛覆盖着第三纪陆相碎屑岩。它与西南面的酒泉、民乐—张掖、门源，以及南面的贵德—循化等一系列类似的槽地，共同组成一个多字型构造。李四光在《旋卷构造及其他有关中国西北部大地构造复合问题》等著作中，多次将这一多字型槽地作为祁吕贺兰山字型构造西翼的主要成分之一；但也有人认为它是河西系与祁吕系相复合的产物。

构造体系

【构造体系】 structural system，tectonic system　李四光于本世纪二十年代提出。曾称构造系统，是地质构造三重基本概念之一，为具有成生联系的各项不同形态、不同等级、不同性质和不同序次的结构要素所组成的构造带，以及构造带之间所夹的岩块或地块组合而成的总体。一个构造体系，可以当作一幅应变图象来看待。它是一定方式的区域性构造运动的产物，反映着一定类型的区域地应力状态。就它发动的时期来说，主要是一次的，也可以断断续续地前后分为几次。构造体系的规模很不相同，有的限于一块手拿标本，有的纵横几百公里，甚至更加宏伟。不同构造体系所达到的深度，一般随其所占范围的大小而变化；小型的构造体系影响的深度较小，大型的构造体系影响的深度常较大。构造体系的概念说明任何地质构造形迹都不是孤立存在的，在其形成过程中，必有不可分割的伴侣成群出现。因此，要确立一个构造体系的存在，首先要确立它所属构造成分间的成生联系，即同一地壳运动方式作用中所产生的地质构造在空间展布、发生发展和力学机制等方面的内在联系。构造体系具有三个显著特征：①定型性：各项有成生联系的构造带及其间所夹的地块，常组成一定标准类型的构造体系。②定位性：组成构造体系的构造带及其间所夹地块，不是随机分布的；同一构造体系的构造带彼此方位的配置，也常符合一定的规律。③定向性：各类型构造体系，特别是巨型和大型构造体系，常依一定方位出现。这个概念不仅在理论上有助于阐明地壳构造和地壳运动规律，而且在生产实践方面，如对区域地质调查、矿产普查勘探、工程地质、水文地质和地震地质等方面的工作，都有指导作用。近年来，构造体系的概念有了发展，不仅包括具有成生联系的各种地质构造，而且受这些地质构造制约的各种地质作用（沉积作用、岩相建造、岩浆活动、变质作用、成矿作用等）和各种地质现象（地震、火山、温泉、地热以及地貌等），也都纳入其组成部分之中；它们也是鉴别构造体系存在的重要标志和依据。由这些有成生联系的各种地质构造、各种地质作用和各种地质现象组合而成的总体，统称为“地质构造体系”。

【构造系统】 structural system　即“构造体系”，是李四光早期使用过的一个名词，现在使用的不多。详见“构造体系”。

【大地构造体系】 tectonic system　李四光提出，指地球表层分布的各种“构造体系”；习惯上指地球表层那些大型或巨型的构造体系。

【地质构造体系】 structural system　详见“构造体系”。

【主导构造体系】 leading（dominant）tectonic system　指对一个地区的区域地质

特征，包括地质构造及其相关的沉积建造、岩浆活动、变质现象和成矿作用等的形成和发展，起决定性作用的构造体系。例如，我国东部地质构造、各种地质作用（包括许多矿产的形成），以及地热、地震等不少地质现象，都受新华夏构造体系所制约，故新华夏即为这一地区的主导构造体系。

【成生联系】 genetic relation 李四光提出。指同一方式地壳运动所产生的地质构造在空间展布、发生发展和力学机制等方面的内在联系。有成生联系的构造形迹，是统一地应力场的产物，反映着一定方式的地应力作用。“成生”既表示形成，也包含发展的过程，与“形成”、“生成”等词的含义有所不同。地质构造具有成生联系的必要条件是：①一定类型的地质构造形象，在不同地区迭次出现；②由同一场构造运动或同方式多次构造运动所形成，具有相似的发生、发展历史或呈现一定的演化规律；③一定类型的地质构造形体，可以从力学观点进行合理的解释；④按照力学原理，通过模拟实验方法能够再现类似的构造形象。判明成生联系是确定构造体系的关键。

【构造型式】 structural type，tectonic type 李四光（1929）提出。指具有共同组合形态特征、构成一定标准类型的构造体系。标准构造型式的建立，首先要查明各组成部分之间的成生联系，即①重现性：一定类型的构造形迹组合，在不同地区多次被发现；②同时性：外力作用方式一致，或由同一场构造运动，或系同方式多次构造运动形成，有相似的发生、发展历史或呈现一定的演化规律；③统一性：从力学的观点能够证明各组成部分具有应力作用方式的统一性；④相似性：用实验方法能够再现类似的构造形象；等等。每一构造型式反映特定的外力作用方式和地应力场特征。依据外力作用方式和构造组合形态特征，已发现的构造型式可分为三大类，即纬向构造体系、经向构造体系和扭动构造体系；扭动构造体系进一步又分为五种型式：①多字型构造；②山字型构造；③旋扭构造；④部分棋盘格式构造；⑤入字型构造等。

【元素性构造型式】 elemental structural type 各种复杂构造体系往往由简单的基本构造型式组成，这种基本构造型式被称为元素性构造型式。元素性构造型式主要有多字型和棋盘格式两种；入字型时常也具有元素性。各种扭动构造体系往往由多字型构造组成，有的其本身就是多字型构造的变种。棋盘格式构造不仅出现于扭动构造体系，其他各种构造体系类型都有它的踪迹。

【纬向构造体系】 latitudinal structural system 李四光提出。❶1926 年李四光在《地球表面形象之主因》一文中，就阐述了纬向构造存在的原因。1929 年把它们概括为东西构造带，并按它们所在的纬度在东亚地区划分出五带。后来又改称为东西复杂构造带，指出观在一定纬度上规模宏伟的构造带。每条构造带都自成体系，其主体都是由走向东西的剧烈挤压带构成。其中常有巨大的平移断裂伴生；同时有扭断裂与它斜交，张断裂和它直交，并出现许多规模较小的复杂构造形象。它们是在南北向挤压作用下形

成，后期又经历过显著的水平扭动。每一条宏伟的东西复杂构造带，都经历了长期复杂的演变过程，反复多次的强烈变动和构造运动，甚至近代还有不同程度的活动。它们的根基一般很深，往往有不同时期的各种岩浆（特别是深部岩浆）活动伴随着矿产产出。纬向构造体系在地球表层以一定间隔持续出现，有的达几千公里，不仅在大陆上存在，大洋底也有其踪迹。这类东西复杂构造带在我国境内相当发育，突出的至少有三带，即①阴山—天山构造带；②秦岭—昆仑构造带；③南岭构造带。此外，还有海南岛构造带和唐努—肯特构造带，分别在我国南海域内和黑龙江北部通过。纬向构造体系彼此间大致保持七、八度纬度间隔。这种规律性分布，可以用某种带协和函数来论证。❷一系列东西复杂构造隆起带和相间出现的拗陷带的总称，简称东西系。在亚洲东部，这种构造现象相当显著。自北而南依次出现唐努—肯特隆起带，准噶尔—蒙古—呼伦、巴音和硕—松辽拗陷带，阴山—天山隆起带，塔里木—柴达木—阿拉善—伊陕—华北拗陷带，秦岭—昆仑隆起带，四川—江汉拗陷带，南岭隆起带等。这一东西系的隆起带和拗陷带的形成时期不同，有自北而南由老而新的趋势。如，阴山—天山带太古代已初具雏形，震旦纪进入重要发展阶段，古生代末形成隆起褶带；秦岭—昆仑带震旦纪开始发育，早古生代为重要发展时期，古生代末期至中生代早期形成隆起褶带；南岭于古生代出现，中生代成为重要发展时期；西沙群岛带则是中生代以来才发育起来的。❸泛指一切东西方向的构造形迹，包括东西复杂构造带、东西构造亚带和区域东西向构造带等。解放以来，我国各个地区越来越多地发现东西方向构造的普遍存在，它们不仅规模悬殊，形成时期和发育历史也不一样；其中有的十分古老，甚至太古代已经出现，有的形成较晚，中生代以来才发生。

【东西复杂构造带】 complex latitudinal tectonic belts 即“纬向构造体系”；是李四光（1962）提出的。

【东西构造亚带】 latitudinal tectonic subzone 比全球性东西复杂构造带级别小，但具有大陆级规模的东西带。这类构造常以半隐伏构造带形式出现，但对区域构造格架的形成和区域地质的发展，大都有比较明显的影响。邓乃恭认为在我国至少有三个东西构造亚带比较清楚；第一亚带位于阴山带和秦岭带正中间，约在北纬37°—38°附近，构成一条半隐伏断裂隆起带。在它延经的各个沉降带中，断裂隆起带以北一般出露地层较老，以南较新地层堆积较厚；带北相对抬升时而出现沙漠，甚至隆起成为山岳，带南多显著沉降形成内陆水系发育地区。第二亚带在秦岭带和南岭带正中间，即北纬27°—28°附近，是一条东西向隆起带。它限制了四川盆地和江汉平原的南缘，表明这个带以南地区抬升强烈。第三亚带就是海南岛地区的东西构造带，它正位于南岭带和西沙群岛带两个东西复杂构造带之间。东西构造亚带比东西复杂构造带规模较小，发育的历史较短，对新华夏系的成生，不像东西复杂构造带具有那么明显的影响，庄东西构造亚带附

近不出现弧形；每个亚带约只占一个纬度，比东西复杂构造带要窄一倍左右。它们至少在印支运动时期已经形成，中、新生代以来仍持续活动。

【经向构造体系】 meridional structural system 李四光等（1962）提出。又称南北向构造带。分布方向大体与地球经度一致、具有一定规模的构造带。主体由走向南北的挤压带或张裂带构成，并有扭断裂与它斜交、横断裂和它直交。它们一般是东西向挤压作用或引张作用形成的。地球表层的巨型经向构造体系相当宏伟，具有大陆级规模。压性经向构造体系有南美和北美大陆西缘的安第斯山脉和科迪勒拉山脉、欧亚大陆界山乌拉尔山脉等；张性经向构造体系有非洲东部大裂谷、大洋中的东太平洋海岭、大西洋海岭、东印度洋海岭等。我国的经向构造体系，在东半部地区相当发育；一般规模相对较小，并以挤压性为主；它们常被巨型纬向构造带分割，有大致南北对应之势。孙殿卿等认为经向构造体系的形成时期不同，有的非常古老，前震旦纪已经发育；有的却相当新，发生于中新生代。我国中部的经向构造带（如贺兰带和川滇带等）形成时期较早，向东有变新的趋势。同时，我国中部的经向构造带自形成以来曾断续活动，至今仍有明确的活动性。经向构造体系有大致等距分布的特征，这种规律分布可以用纵协和函数来论证。

【南北向构造带】 meridional tectonic belts 即“经向构造体系”。

【川字型构造】 parallel structures 早期文献使用过的名词，后来废弃。指由许多延长有限、互相平行的正断层，沿其走向垂直的方向排列成行的一种构造型式；是由断层走向方向的挤压作用形成。

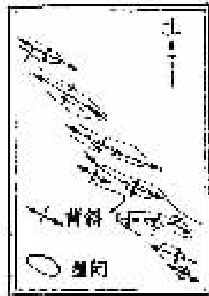
【卄字型构造】 double－cross structures 是早期文献使用过的名词，后来废弃。指由许多延长有限、互相平行的正断层和与其垂直的褶皱，共同组成的一种构造型式；是由垂直褶皱走向的挤压作用形成的。

【中轴构造】 central－axis structure 分划欧亚大陆各震区的经向构造。马宗晋按地震分布、现今构造活动及地壳结构，将亚欧地震系分为三个地震区，即中蒙地震区，伊（朗）、阿（富汗）、巴（基斯坦）地震区和东地中海地震区。各区均以经向构造线为界，分为东西两半区。西半区都是多震区，北西向地震构造活动为主，地壳一般较厚；东半区都是少震区，北东向地震构造活动为主，地壳较薄。东西两半区呈反对称的活动特征。中蒙大陆的中轴构造带南起我国的昆明、经兰州、蒙古的乌兰巴托，至苏联贝加尔湖西端的伊尔库茨克。它又是东西两个地震分区的构造干涉带，本身具有一定宽度，大体在东经98°—107°之间。它又是一个强震活动带，同时也是具有特殊意义的构造活动带和地质成矿带。

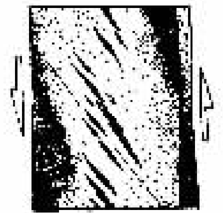
【扭动构造体系】　shear structural system 又称扭动构造型式，李四光（1942）提出。指地壳的某一部分对其邻近部分，产生相对扭动而形成的构造体系。扭动构造体系一般规模不大，只有少数类型达到大型或巨型规模。它们主要发生在地壳的表层，有时也涉及地球较大深度。扭动构造体系是区域构造运动的产物。这一类的构造体系比较复杂，构造型式甚多：如多字型构造、山字型构造、旋扭构造、棋盘格式构造和入字型构造等。这些具体构造型式的发现都很早；它们有的是直线扭动作用所形成，有的是旋转扭动产生的。

【直线扭动构造体系】　structures resulting from linear shearing　又称直扭构造体系。扭动构造体系的一种类型，是由剪切作用（或力偶作用）形成的构造体系：与旋转扭动构造体系是相对应的概念。属于直线扭动构造体系的主要有：①多字型构造；②入字型构造；③山字型构造和④一部分棋盘格式构造等。这类构造体系有的规模很大，可以达到大陆级；有的却很小。

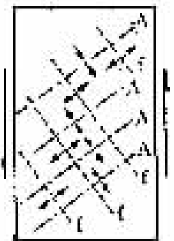
【雁行式构造】　en echelon structure　彼此相互平行、斜列的地质构造。挤压性（或压扭性）、张裂性（或张扭性）或者扭裂性构造都可组成雁行式构造。雁行式褶皱是多字型构造显著的形式之一。雁行式破裂也极常见。它们各自组成扭裂带。扭裂带和单个雁行式构造的交角称为雁列角，据雁行式构造的力学性质和雁列角所指示的方向，可判断扭裂带的扭动方向。



褶皱型雁行式构造

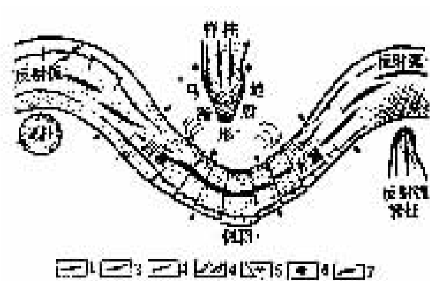

断裂型雁行式构造

【多字型构造】　xi－type（ξ－type）structural system　李四光（1929）提出，曾称做“ξ”型构造。由两边毗邻地块相对扭动形成的、大致平行斜列的压扭性构造（包括褶皱、压扭性断裂，以及各种挤压带等）和与其直交的张扭性断裂组成的、形似“多”字（或希腊文“ξ”）的构造体系。特殊情况下，有时只有一组构造发育。过去曾有一些表示类似形态构造的名词，如雁行式构造、羽毛状裂隙和边幕状构造等，都指中小型构造。多字型构造的提出确立了一个构造体系类型，并用于大型构造。它属于扭动构造体系的一种。根据多字型构造，可以判断形成它们的扭动方向。中型和小型多字型构造，经常可以在平面上和剖面上见到；有些叠瓦状构造就是剖面上的多字型构造。大型多字型构造往往出现在平面上，有的延展几百公里，华夏系和新华夏系都是宏伟的多字型构造，表明大规模扭动作用主要在平面上发生。不少岩浆矿床中，矿体或矿脉的分布受多字型构造控制。


多字型构造
A. 褶皱轴或小断层；E. 横断层

【多级多字型构造】 multi - order xitype structures **指一系列呈雁行状排列的多字型构造的褶皱中，一再出现更低一级雁行状褶皱的现象。每一级多字型褶皱，其单个褶皱轴向，与包括它们的高一级褶皱轴向间有一个夹角。所有这些角度的变化，有一定的规律，反映出多级多字型构造之间具有成生联系，表明它们是在统一外力作用下形成的。**

【山字型构造体系】 epsilon - type（∈ - type）structural system **李四光（1929）提出。又称“∈”型构造体系，简称“山字型构造”。主要由有成生联系的弧形褶带及其凹侧中间部分的直线形挤压带以及它们所夹的地块共同组合而成，形象似“山”字的构造体系。它的组成部分和特征有；❶由褶皱和冲断层等挤压性构造组成弧形构造带，叫做前弧，或称正面弧；其弧顶一般向赤道（或偶尔向西）凸出。❷前弧向两侧伸展构成两翼；两翼继续延展，经常呈现反向弯曲，构成反射弧；两翼和反射弧附近常有各种旋扭构造体系伴生。❸在前弧凹侧的中间部分，有若干直线形的挤压带出现，称为脊柱；脊柱的主轴一般正对前弧的弧顶，但不到达前弧。反射弧有时也有反射弧脊柱出现。❹在脊柱与前弧之间，有地层平坦或褶皱轻微的“凹”字形地块，叫做马蹄形盾地。❺两个反射弧凹侧分别有先期存在的稳定地块，称为砥柱。鉴定山字型构造体系，首要的是确定前弧和脊柱的存在。山字型构造体系所属构造带及所夹地块具有独特的展布规律，可以根据这种规律，预测某些未知构造现象。山字型构造是扭动构造体系的一种类型，反映它所在的地块向弧顶方向的不均衡挤压导致的相对水平扭动。它形成的力学机制，可以用横梁弯曲理论加以阐明。大多数山字型构造前弧向赤道（或偶尔向西）凸出，表明地壳表层曾发生向赤道方向（或有时向西）的不均衡挤压。从这个意义上，又可以把它看做是东西向构造带（或南北向构造带）的变种。山字型构造体系在世界各地多有发现，巨型的有地跨欧亚两洲的欧亚山字型，大型的如我国的祁吕贺兰山字型和淮阳山字型等。中国大陆中部还集中地出现一系列山字型和弧形构造，它们分别形成于古生代末期到中生代晚期，有由北而南、由老而新的趋势。我国已确立的山字型构造体系，大部分是中生代以来发育成型的，有些至今仍有不同程度活动的迹象，其中以祁吕贺兰山字型和云南山字型等活动性尤为显著，往往还控制地震的发生。**



山字型构造

1.褶皱；2.挤压带；3.冲断层；4.扭断层；5.张断裂；6.主压应力方向；7.旋扭方向

【前弧】 frontal arc 山字型构造体系的重要组成部分；是主要由压性构造组成的弧形构造带。各地山字型前弧凸出的方向大多指向赤道（或偶尔向西）。它的突出方向指示弧形凹侧地块相对向前推挤的方向，表明地壳运动具有定向性。

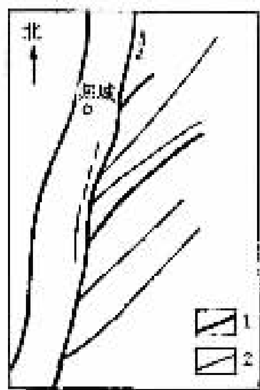
【正面弧】 frontal arc 即“前弧”。

【反射弧】 reflex arc 山字型构造体系的组成部分之一。详见“山字型构造体系”。

【脊柱】 backbone 山字型构造体系的主要组成部分，是山字型前弧凹侧中间部分正对弧顶的直线形构造挤压带。它向弧顶延伸，但不穿过弧顶。详见“山字型构造体系”。

【反射弧脊柱】 backbone of reflex arc 山字型构造体系的组成部分之一，位于山字型反射弧凹侧，特点类似脊柱的构造成分。有的山字型构造没有反射弧脊柱构造，详见“山字型构造”。

【人字型构造】 lambda－type（λ－type）structure 又称“λ”型构造。由扭性主干断裂和分支构造组成的、形似“入”字的构造。它作为一种构造体系类型，是李四光于二十世纪二十年代提出的。为一种常见的扭动构造体系类型。这类构造大小悬殊，在剖面上和平面上都经常出现。它的分支构造是主干断裂相对扭动产生的，以不穿越主干断裂为其重要特征。根据入字型构造可以判明主干断裂的扭动方向。按分支构造的性质可分为两类：①分支断裂：一般为张扭性，它和主干断裂之间所夹锐角尖端指向分支断裂所在一侧的相对错动方向；②拖曳褶皱或其他挤压带，属压性或压扭性构造，它们与主干断裂之间所夹的钝角尖端指向分支构造所在一侧的相对错动方向。规模较大的入字型构造，出现在著名的圣安得利亚斯断裂带和郯城—庐江断裂带附近，表示它们都发生过显著平移。



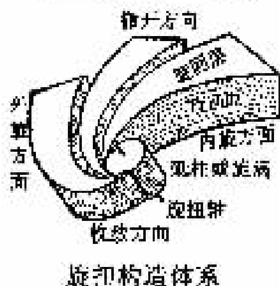
人字型构造
1. 主干断裂；2. 分支构造

【主干断裂】 major fault ❶一般泛指某一区域断裂系统或一个断裂带中，决定区域构造格架面貌或居于主导地位的断裂。这种断裂一般规模相当大，不仅延伸较远，而且影响较深；常常成为岩浆和矿液的通道。主干断裂附近常有一系列伴生构造和派生构造，形成一个断裂系统，分析这些构造的力学性质、形成时间和相互关系，可以判别主干断裂的活动时期、力学性质和运动方式等基本特征。❷专指入字型构造体系中规模较大的扭性断裂。由于它的相对滑动，附近往往产生一系列分支构造，而不穿过主干断裂。对入字型构造而言，主干断裂是初次构造，派生的分支构造属于再次构造。

【分支构造】 splay structure，branch structure ❶构造地质学中泛指一个规模较大的主干断裂附近出现的一系列低级构造成分。它不仅指派生分支断裂，而且也囊括一切分支断裂。这些分支构造一般规模较小，是主干断裂相对位移的产物。❷地质力学用来专指入字型构造体系中那些规模较小的派生构造成分。这些派生的分支构造是再次构造，形成它们的主干断裂则属于初次构造成分。分支构造有褶皱型和断裂型两种构造形象，分压扭性和张扭性两种类型。分支褶皱和张性断裂都和主干断裂呈一定交角，但它们交角所指示的方向恰恰相反，根据不同力学性质分支构造和主干断裂交角的方位，可以准确判断主干断裂的活动方式和运动方向。在开始形成时，分支构造也有压性、张性和扭性三种，在主干断裂持续活动中，才分别转化为压扭性或张扭性构造。

【旋转扭动构造体系】 structures resulting from rotation and shearing 李四光（1929）提出。简称旋扭构造体系。早期文献称做“旋卷构造体系”。它是由旋转扭动力偶作用形成的构造体系，与直线扭动构造体系相对应。它由一系列弧形构造及其所环绕的岩块（或地块）共同组成的构造；是扭动构造体系的类型之一。主要有两个组成部分：一是旋扭的核心，为圆筒状的岩块（或地块），称为砥柱；一是围绕着核心的各种弧形褶皱和断裂，称为旋□面。这些旋□面可由压扭性或张扭性构造组成，常向远离砥柱一方撒开，向靠近砥柱一方收敛；旋□面两旁往往有相对扭动的踪迹。根据不同力学性质结构面的收敛、撒开方向，可以判断旋扭运动的方向。按发育程度，旋扭构造体系可分为三种型式：发育较差的是帚状构造；发育中等的统称旋卷构造；发育最好的称为旋涡状构造（或涡轮状构造）。旋扭构造体系分布广泛，多数属于中型或小型，只有少数类型达到大型或巨型的规模；如歹字型构造体系。





旋扭构造体系

【旋□面】 vortical surface，volute surface 构成旋扭构造体系的弧形结构面。如褶皱轴面、断裂面、劈理、片理或节理等。它们两旁往往显示发生过相对扭动的踪迹。

【旋□层】 rock slice between two vortical surfaces 旋扭构造体系的两个旋□面所夹的弧形或环形带状的岩块或地块。由于一束旋□面的撒开和收敛，往往使旋□层呈现一端变宽，另一端变窄甚至趋于尖灭的现象。

【旋扭轴】 axis of rotation 简称旋轴。旋扭构造体系中，旋扭运动所环绕的圆筒状砥柱核心部分的轴线。旋扭轴和旋扭运动平面相互垂直，旋扭轴的产状标志着旋扭运动的方位。中、小型的旋扭构造体系的旋轴，有时铅直、有时倾斜、有时近于水平；规模较大的旋扭构造体系的旋轴，大都是近于铅直的，说明较大规模的旋扭运动，主要在近地表的平面上发生。

【砥柱】 nuclear column ❶扭动构造体系形成过程中，做为边界条件先期存在的地块，被卷入新的构造体系成为隆起上升的部分，称为砥柱。和它相对应的是扭动构造体系中的沉降产生的旋涡。❷扭动构造体系形成过程中，作为边界条件先期存在的地块，被卷入新的构造体系后，不论上升或下降，都称为砥柱。砥柱主要有两种：①旋扭构造体系核心部分的圆筒状岩块（或地块）；②山字型两翼反射弧凹侧的浑圆状地块。砥柱的面积有大有小；其边界有的清楚，有的模糊。砥柱的存在，是产生这两类扭动构造体系的必要条件，对扭动构造体系的形态特征有重要影响。

【旋涡】 nuclear pool 卷入旋扭构造体系、强烈旋扭沉降的地块（负性构造），叫做旋涡。它的面积有大有小，其边界一般是清楚的。旋涡周围常一层层围绕着环形（或半环形）褶带。规模较大的如班达海和加勒比海，都是大型的旋涡构造。

【内旋】 inner side of a vortical surface 旋扭构造体系中，对旋□面而言，凹的方面称为内旋方面，简称内旋；凸的方面称为外旋方面，简称外旋。对整个旋扭构造来说也是一样，凹的方面是内旋，凸的方面是外旋。内旋和外旋是相对的。

【外旋】 outer side of a vortical surface 旋扭构造体系中，对旋□面而言，凸的方面称为外旋方面，简称外旋；凹的方面称为内旋方面，简称内旋。对整个旋扭构造来说也是一样，凸的方面是外旋，凹的方面是内旋。内旋和外旋是相对的。

【收敛】 convergence 组成旋扭构造体系的弧形结构面，常向一个方向互相靠近，向相反的方向互相远离，互相靠近的现象称为收敛；收敛的一方叫做收敛方向。根据不同力学性质结构面的收敛方向，可以判断旋扭运动的方向。张扭性结构面的收敛方向，指示外旋方向的相对旋扭方向；与此相反，压扭性结构面的收敛方向，则指示内旋方面的相对旋扭方向。

【撒开】 divergence 组成旋扭构造体系的弧形结构面，常向一个方向互相远离，向相反的方向互相靠近，互相远离的现象称为撒开；撒开的一方叫做撒开方向。根据不同力学性质结构面的撒开方向，可以判断旋扭运动的方向。张扭性结构面的撒开方向，指示内旋方面的相对旋扭方向；与此相反，压扭性结构面的撒开方向，则指示外旋方面的相对旋扭方向。

【左旋】 sinistral rotation 反时针方向的旋扭。用来描述旋扭构造的扭动方向。如内旋方面呈左旋扭动等。

【右旋】 dextral rotation 顺时针方向的旋转扭动。用来描述旋扭构造的扭动方向。如外旋方向呈右旋扭动等。

【顺时针扭动】 clockwise shearing 简称顺扭，为与钟表指针转动方向一致的旋扭运动，一般用来说明旋扭构造的扭动方向。需要首先指明是旋扭构造那一部分的扭动，如内旋方面的顺时针扭动等。此外，也有人用来描述直线扭动的方向。

【反时针扭动】 counterclockwise shearing 简称反扭，为与钟表指针转动方向相反的旋扭运动，一般用来说明旋扭构造的扭动方向。需要首先指明是旋扭构造那一部分的扭动，如外旋方面的反时针扭动等。此外，也有人用来描述直线扭动的方向。

【帚状构造】 brush structure（vtype） 是李四光早期（1929）建立的构造体系类型之一，曾称“v”型构造。由旋扭作用形成的一群向一端收敛、向另一端撒开，形如扫帚的弧形构造。它是常见的发育程度较差的一种旋扭构造型式，经常环绕着一个圆筒状岩块（砥柱）发生；砥柱一般位于帚状构造的内旋方面。帚状构造的旋□面，有的由褶皱或压扭性断裂构成，有的是张扭性破裂面。根据不同力学性质结构面的收敛、撒开方向，可以判断帚状构造的扭动方向。张扭性帚状构造的内旋方面，向帚状构造撒开的方向相对扭动；外旋方面则向帚状构造收敛的方向相对扭动。压扭性帚状构造的相对扭动方向，恰好相反。中型和小型的帚状构造很多，大型的比较少见。迄今最大的是澳洲帚状构造；我国的陇西帚状构造和鲁西帚状构造，也具相当规模。

【旋卷构造】 vortex structure 李四光（1955）提出。❶泛指旋转扭动作用产生的构造体系，与以后提出的“旋扭构造体系”涵义相当，后来已被旋扭构造体系一词所取代。❷专指旋扭构造体系中发育程度中等的一类。如S状构造和歹字型构造等。

【正弦状构造】 sinusoidal structure 李四光（1962）提出，由S状或反S状褶皱或断裂组成的、略成正弦曲线状的构造型式。这种类型的构造至少一部分起源于旋扭运动，是扭动构造体系的一种类型；但一部分也可能是其他运动方式形成的。旋扭运动成因的正弦状构造，有的由褶皱、冲断或挤压带等压扭性构造组成，有的由张扭性断裂所显现。根据其力学性质，可以判断其扭动方向。这类构造大都是中型和小型的，大型的比较少见。典型的实例见于柴达木盆地水鸭子墩背斜带和浙江夏色岭地区（如图）。它和规模巨大的歹字型构造，虽有某些形态的相似，但有许多不同的构造特征。详见“歹字型构造”。

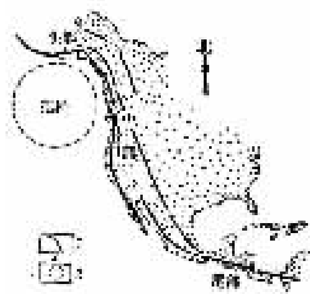
【S 状构造】 s – shaped structure 属“正弦状构造”的一部分；有时也做为正弦状构造的同义词。

【反 S 状构造】 reversed s – shapedstructure 属“正弦状构造”的一部分，有时也做为正弦状构造的同义词。



反 s 型构造
1.含矿岩脉；2.断裂

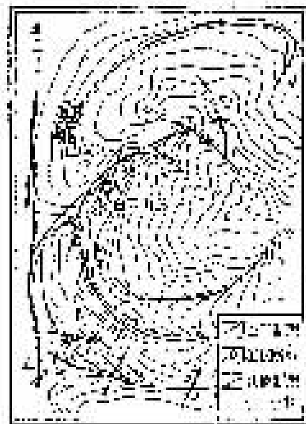
【歹字型构造】 eta – type（η – type）struoture 李四光(1929）提出。又称“η”型构造，或南北向之字型构造，为由一系列辗转弯曲的弧形褶皱带或压扭性断裂带及其间所夹地块构成的形似“歹”字的扭动构造，是旋扭构造体系的一种重要类型。它的显著特点是：①一般是巨型或大型，规模颇为宏伟；总体大都近南北（或北北西）向延展。②发育历史较长，有的相当悠久。③构造成分复杂。除弧形构造带及其所夹地块等组成部分外，还有弧形所环绕的不规则稳定地块（砥柱），以及众多不同力学性质的伴生构造和各种类型的旋扭构造。④按构造形态，弧形构造可分为头部、中部和尾部。头部曲度大，环绕着一个刚性地块，旋扭和挤压作用强烈。地球表面最宏伟的两个歹字型构造，分别为青藏滇缅印尼歹字型和阿拉斯加—科迪勒拉歹宇型构造。它们的共同特征有：①均出现于大陆西缘。②头部开始于不同纬度，尾部却都终止于赤道附近；③中部和尾部分别与经向和纬向构造带相复合；④尾部都出现发育异常完美的大型旋涡状构造。形成它们的强烈旋扭运动，是经向和纬向挤压作用在特殊边界条件下联合作用的结果。这说明了中、小型歹字型为什么不发育，及其与一般反 S 型构造的根本差异。早期文献中厘定的一些中型歹字型，可能有一部分属于反 S 型构造。



歹字型构造示意图
1.区域构造走向；2.砥柱

【南北向之字型构造】 N – S reversed S – shaped struc-ture 即“歹字型构造”。

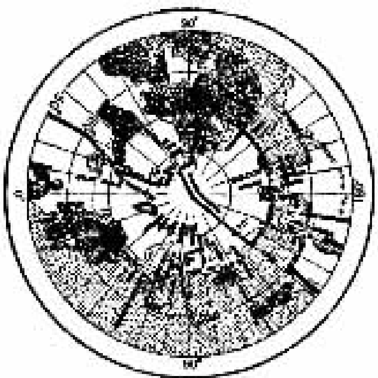
【莲花状构造】 lotus – form structure 李四光（1956）提出，又称环状构造。由大致同心的一群近乎直立的弧形横冲断裂面或褶皱轴面构成的一种环形构造。组成它的构造一圈圈参差不齐地围绕着砥柱，其砥柱多半不在正中间。莲花状构造是发育相当好的一种旋扭构造类型。



莲花状构造

【环状构造】 ring – shaped structure 即“莲花状构造”。

【辐射状构造】 radial structure　（1962）提出，又称旋涡状构造或涡轮状构造，是一系列弧形褶皱或断裂以砥柱为核心，向四周撒开大致呈放射状或涡轮状的构造。它是旋扭构造体系中发育最好的一种类型。



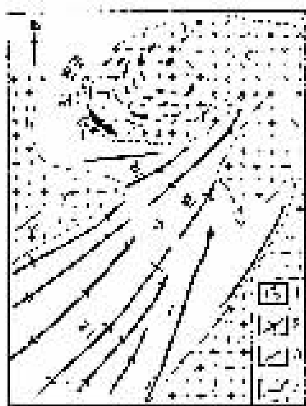
南极洲辐射状构造

1.中、新生代断裂体系；2.海沟为上的海环；3.海环中的海底槽地

【旋涡状构造】 whirl structure　即“辐射状构造”。

【涡轮状构造】 turbine－like struc－ture　即“辐射状构造”。

【连环式旋扭构造】 vortex structnre chain　受力岩体发生转动时，其毗邻地区的岩体受到牵动，有的也发生转动而形成一连串的旋扭构造，称为连环式旋扭构造。连环式旋扭构造所属各旋扭构造所显示的运动方式，彼此是协调、统一的。如内蒙黑泥河旋扭构造。



连环式旋扭构造（部分）

[illegible]

【斜叠弧构造】 juxtaposed arcuatestructures　一连串弧顶依次斜列的弧形构造，彼此层层叠叠出现的现象。斜叠弧构造是相对正叠弧构造而言的，这种构造首先见于龙门山构造带西侧，由武都弧、文县弧、平武弧和康定弧等所组成，它们都是中生代的弧形构造，其弧顶依次斜列，斜列的方向与龙门山构造带相平行，表明龙门山构造带是形成它们的重要边界条件。

【棋盘格式构造】chess－board structure　曾叫过井字型构造，又称网状构造，或X型构造，为由两组互相交叉的扭裂面或扭裂带所组成的一种构造型式。一般认为是沿着吕德尔线方向产生的。两组断裂面之间的夹角，一般为直角或者近于直角，有的则呈锐角或钝角。它们往往将岩块（或地块）切割成整齐的方形或菱形。根据两组扭裂面的扭动方向并参照其夹角，可以判断主应力的方向，起初最大主应力一般指向其锐角平分线方向，但这并不是绝对的。棋盘式构造可以分为两类：①由两组扭裂面组成的，形态比较简单；②由两组扭裂带形成的，往往相当复杂。这类构造不论规模大小都极为普遍。小型的如网状节理、X节理和菱形节理；大型或中型的如纵横交错的断层网；巨型的则异常宏伟，常出现在巨大的稳定地块上；有时决定着大陆的轮廓。按照它们形成的方式和构造特征，又可分为两个基本类型：②由挤压或引张作用形成的，两组裂面基本为扭性的；②由扭动作用产生的，这类棋盘格式构造在我国东部和南部，特别是沿海地区相当发育，由走向北北西和北东东两组扭性断裂组成。前者被称为大义山式，具扭张性；后者被称为泰山式，具扭压性。它们与走向北北东的挤压带有成生联系。两组断裂具不同力学性质是扭动成因的棋盘格式构造的主要特征，这种特点是在持续扭动作用中形成的。



简单型棋盘格式构造

【井字型构造】criss－cross structures　早期文献使用过的名词。后来被废弃。即棋盘格式构造的一种简单类型。

【网状构造】network structures　即棋盘格式构造的一种简单类型。

【X型构造】x－type structures　即棋盘格式构造的一种简单类型。



复杂型棋盘格式构造

【活动构造体系】active structural system　李四光首先提出，指挽近地质时期以来乃至近代，部分或整体仍多少处于活动状态的构造体系。活动性构造体系是由规律展布的活动性构造带及其间所夹地块共同组成的。它们的活动性，可以通过地质构造、地震活动、火山作用、地貌和第四纪地质、地热和考古等调查，以及地形变、地应力、断层微量位移、海平面和各种地球物理场等观测，加以鉴别。活动性构造的标志很多，影响最新地层是其最重要的特征。地球表面的活动构造体系很多，有的规模—十分宏伟。我国东部地区的新华夏系，西北地区的河西系，西南地区的青藏滇缅印尼歹字型，以及我国中部的山字型（祁吕贺兰山字型和云南山字型）和经向构造体系（贺兰南北带和川滇南北带）等都是主要

的活动性构造体系；横亘我国的纬向构造体系，也具有一定的活动性。活动性构造体系是新的构造体系，反映着挽近地质时期以来地应力场特征和地壳运动方式。它说明中生代以来中国大陆中部整体相对向南（时而向北），以及中国南部向西（时而向东）水平推挤的运动趋势仍然持续着。对活动性构造体系的研究，可以阐明挽近时期以来地壳构造和地壳运动规律，查明发震的地质背景，是探索地震预报的一项基础性工作；对于地壳稳定性密切相关的工程地质问题，对水文地质和地热地质的研究等，也有实际意义。此外，与某些特殊矿产（如铀矿）的次生富集，也往往有密切关系。

【古构造体系】palaeo - structural system　李四光（1962）提出。❶通常是指燕山运动以前发生的各种构造体系。❷构造体系的古、新是个相对的概念，对盖层的构造体系而言，只影响基底的构造体系是古构造体系；对不整合面以上地层中的构造体系来说，不整合面以下的构造体系是古构造体系。古构造体系很复杂，往往有不同时期的构造相叠加，一般不能笼统地划为古构造体系了事。目前在鉴定古构造的方法上还存在许多问题，因此就需要采用可靠的方法，如根据地层和构造不整合、岩体或岩脉的穿插、构造体系复合、绝对年龄测定等，确切判断其形成时期，查明其构造特征；一般是由新及老地去进行鉴别。古构造体系的研究，有助于阐明地壳构造和地壳运动规律，探索各地质时期矿产的分布等实际问题。

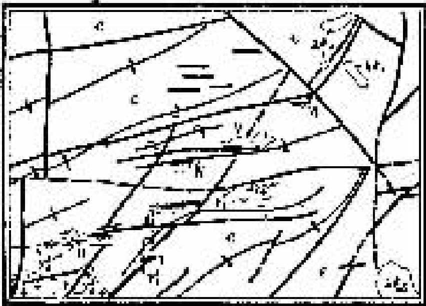
【构造体系定型性】typification of tectonic systems　各种构造体系以一定标准型式出现的现象。如纬向构造体系、经向构造体系和扭动构造体系；扭动构造体系又有许多不同的构造型式等。

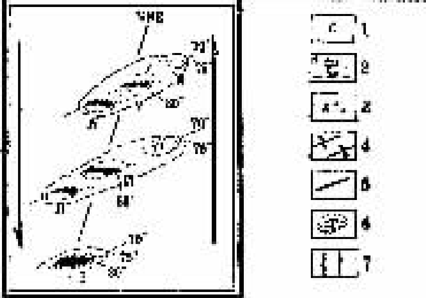
【构造体系定位性】location of tectonic sys rsms　某些构造体系在地表的一定纬度和部位，或组成构造体系的构造带及其间所夹的地块，在体系的一定部位出现的现象。如我国的东西复杂构造等距相间出现于一定纬度；南北向构造带也有类似的特点。同一构造体系的构造带彼此方位的配置，如山字型前弧褶带和脊柱褶带的分布，也符合一定的规律。详见“构造体系”。

【构造体系定向性】orientation of tectonic systems　巨型和大型构造体系依一定方位显示明；显方向性的现象。如，纬向构造带和经向构造带沿纬度线和经度线展布；北半球的山字型构造弧顶一般向南、偶尔向西突出，等等。构造体系的定向性反映了地壳运动的定向性。详见“构造体系”。

【构造体系改造作用】 reworking of tectonic systems　先期存在的构造体系的各项构造成分，在不同方式的晚期构造应力作用下，为了适应新的构造应力场的要求，力学性质发生有规律改变的现象。经过改造的结构要素，都归并入新的构造体系。如，谭忠福等认为豫西地区早期存在的东西向压性构造形迹，因受后来新华夏系应力场的改造，发生了有规律的“张性改变”，并控制着成矿小岩体的展布。

【构造体系演化】 evolution of tectonic systems　从时间的角度探讨构造体系的发展过程和演变规律，有两种情况：①分析同一构造体系的发展和演变：如豫西地区的新华夏系可分为三个发展阶段（早期新华夏系改造东西带阶段，中期新华夏系联合东西带阶段和晚期新华夏系联合东西带阶段）。有人把山字型构造体系分为萌芽期、发展期、成型期和毁型期等发展过程。又如新华夏系沉降带西老东新，有自西向东发展的规律；中国大陆中部的一系列山字型和弧形构造、东西复杂构造带、南北构造带和青藏歹字型，其强烈活动带也都有自大陆中部向外迁移的现象。②分析一系列相关构造体系的发展和演变：如我国东部华夏系向新华夏系乃变更新华夏系的转变；我国西部西域系向河西系的转变等。进行构造体系演化的研究，必须把建造和改造结合起来，把各种地质观象和各种地质作用结合起来进行。这方面的研究近年来已取得比较显著的进展，成为地质力学研究工作日亦深化的标志之一。





构造体系控矿作用
1.寒武系；2.花岗岩；3.石英闪长岩；4.褶皱；5.断裂；6.矿化带；7.扭动方向

【构造体系控矿作用】 structural system control of or e deposition　李四光首先提出的一个概念，指构造体系对矿产分布的控制作用。矿产是受双重控制的：其一是成矿的条件；其二是矿产分布的规律。成矿条件主要决定于岩石性质和岩体、岩层形成时的地质环境及其相互关系。矿产的分布部分地和成生的条件有关，但主要是受构造体系的控制，而且构造体系有时也影响成生的条件。构造体系的控矿作用，主要表现在结构面力学性质控矿、构造体系多级控矿和构造体系复合控矿等方面。应用这些知识已找到一批重要隐伏矿体。研究构造体系控矿作用，对部署普查勘探和矿产预测有现实指导意义。李四光运用新华夏系沉降带控制含油气盆地分布和扭动构造体系控制油气田分布等规律指导找油，实现了找油工作战略东移，对我国东部大型油田的发现，做出了重要贡献。江西908地质队、宜昌所等根据构造体系控矿作用，在赣南、豫

西等地也找到了一批隐伏矿体。

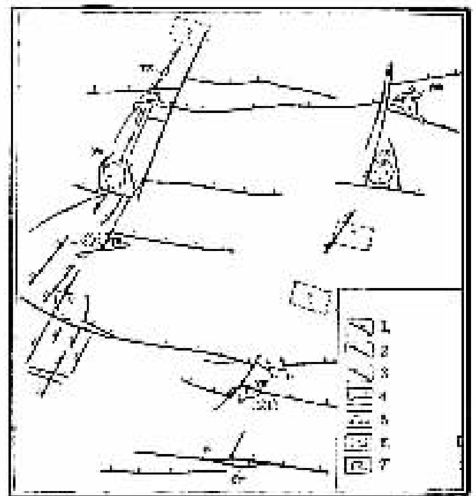
【构造控岩控矿】 structural control of rocks and minerals ❶地质构造对各类岩石和各种矿产分布的控制作用。如沉积岩和沉积矿产大多堆积在构造沉降地区或构造盆地中；沉积厚度、岩相分带和沉积矿产分布也受沉降区内构造格架的制约。岩浆岩广泛分布地域为强烈活动的构造地块大型断裂带常为岩浆通道，控制岩浆岩带和岩浆矿产的分布；规模较小的伴生断裂系统，特别是其应力降的部位，易成岩浆和矿液停聚的场所，决定着岩体、矿床和矿体的形态和规模。变质岩和变质矿产的分布，也与地质构造关系密切。至少有一部分区域变质是巨型构造体系整体剧烈活动的表现；动力变质带也常沿大型断裂带出现。❷岩石和矿产在空间上、时间上和成因上与地质构造之间的内在联系，即构造不但控岩控矿，有时候还能起到成岩成矿作用。例如，岩块、地块在构造运动中，受地应力及其相关的温度，以至溶液等各种因素的影响，而发生的热动力变质作用，产生重结晶、交代、重熔，乃至混合岩化和花岗岩化等。杨开庆把这种现象概括为“动力成岩成矿”。

【结构面力学性质控矿】 mechanical character of structural plane control of ore deposits 不同力学性质结构面的控矿作用。这些结构面的力学性质及其转化、叠加等，都具有重要的控矿意义。例如，压性断裂一般延伸远、深度大并成带分布，往往成为导矿构造；同时断裂带内常强烈破碎，甚至糜棱岩化，使之具有封闭性而成为成矿过程中的遮挡构造。张性断裂具有开放性，容易成为良好的储矿构造。一个产状明显弯转的断裂带，其不同地块力学性质也有变化，在那些张性显著的地段往往出现透镜状的膨大矿体，等等。

【构造体系多级控矿】 control ofore deposits by multi－order tectonic systems 区域构造体系中不同规模构造对矿产分布的控制作用。在一个区域内，构造体系所属的第一级构造，往往控制成矿带的展布，第二级构造常决定着矿区或矿田，第三级构造则一般制约着矿床和矿体。不同等级的构造体系或构造形迹之间，彼此具有成生联系和挨次控制关系，因此它们对矿产的分布也就起到了多级控制的作用。在矿产普查勘探以及水文地质、地热地质工作中，运用第一级构造控制的规律，是属于战略性的；运用第二、三级构造控制的规律，是属于战术性的。这种控矿规律是李四光在1962提出的。根据这种理论指导找矿，特别是预测隐伏矿体，多次获得成功。

【构造体系复合控矿】　control ofore deposits by compounding of tectonic systems　构造体系的复合地带对矿产分布的控制作用。构造复合地区岩石比较破碎，常常是岩浆活动和矿产富集的有利部位。如南岭纬向构造带与新华夏系复合地带，矿区星罗棋布，钨锡等金属矿产和稀有稀土矿产极其丰富。不同方式的复合，对于矿产分布的控制作用也有差别。构造体系的复合控矿至少有两种形式：①一个构造体系的成分，利用改造另一个构造体系的成分控矿；②两个或两个以上的构造体系的成分共同控矿。研究构造体系复合控矿作用，有助于指导普查勘探，特别是隐伏矿产预测。

【构造等间距控矿】　equi－distant structural control of ore deposits　某些间隔距离彼此相等的断裂或构造带，控制矿产分布的作用。如大致呈等距分布的多字型断裂往往决定含矿岩体和矿脉的分布。根据这种规律先后发现了一些隐伏矿体。但并非所有控矿构造都具有等间距的规律（也有人提出“由疏而密”或间距不规则的例证），等间距性是有条件的，必须是；①地块岩石力学性质均一；②岩块边界为均布力。



豫西地区构造等间距控岩控矿
1. 压扭性断层；2. 张性断层；3. 张扭性断层；4. 扭性断层；5. 火山角砾岩；6. 预测隐伏矿床；7. 已验证隐伏矿床

【导矿构造体系】　structures as passageways for ore fluids　作为含矿岩浆和矿液上升通道的构造断裂系统。导矿构造体系一般规模较大，影响较深；有的还具有一定宽度，成为导矿断裂带。故沿导矿构造常形成具有方向性的区域含矿岩带或成矿带。查明导矿构造体系对于矿产普查勘探很有实际意义。

【储矿构造体系】　structures for ore housing（accomodation）　又称“容矿构造体系”。指含矿岩浆和矿液停积而成矿的构造断裂系统。含矿岩浆和矿液沿深大的断裂构造上升的过程中，选择适宜的地质环境和构造条件停积，其中的一小部分可能就停积在上升通道之中，但多数停积于主干断裂两侧规模较小的伴生构造或派生构造中，尤以断裂上盘更为集中。这些伴生构造和派生构造的形成和作为通道的断裂往往有成生联系，并形成复杂多样的构造型式，决定着矿产的分布。各种旋扭构造就是常见的储矿构造类型之一。就力学性质而言，大部分多金属矿产停积于张性或张扭性断裂中，也有一部分矿产（如金刚石等）需要压性或压扭性构造环境。研究储矿构造体系，对指导矿产普查勘探具有重要现实意义。

【控震构造体系】　tectonic systems controlling earthquakes　控制地震发生或决定地震分区和影响地震展布的构造体系。分为两种类型：①由活动性构造带和发震构造带组成的发震构造体系。如我国东部的新华夏系一系列北北东向活动断裂系统，西北地区的河西系、西南地区的青藏歹字型和我国中部的经向带和山字型等。②由僵化的或活动性不显著的古构造构成，尽管它们不是发震构造体系，却起到分划地震区和影响着地震展布的作用。例如，阴山带和秦岭带两条巨型构造带，把我国东部分隔为华南、华北和东北三个地震区，它们的地震特点和地震类型□然不同。华南的地震较多，小而分散，成带性差；除主震型外，常有震群型的地震出现。华北的地震较少而强，集中成带；以主震型地震为主。东北的地震很少而小，以单发型地震为其特征。三个地震区的差异可以用构造活动强度和岩石破碎程度两个因素的消长，加以解释。阴山带作为一个顽强横亘的构造带，由于它的阻抗，在它的南缘地应力高度集中，形成了燕山地震带。可见，控震构造体系并不总是活动构造体系和发震构造体系。故不能把控震构造体系与发震构造体系等同起来。

【发震构造体系】　earthquake－triggering（generating）tectonic systems　又称孕震构造体系。孕育并产生地震的活动性断裂系统。构造地震是现今地壳构造运动的表现，往往沿活动性断裂成带分布，故活动性构造带本身是孕育地震的温床。断裂带的活动性越强，产生强震的机率也就越高。但活动性极强乃至往复运动的断裂带，不能积聚大的能量，反而不容易发生强震。活动性构造带的分布，呈现一定的展布规律和组合特征，形成各种类型的活动性构造体系。所有发震构造体系都是活动性构造体系。我国重要的发震构造体系有：①东部地区的新华夏系，近年来一系列强震大都是沿它所属的活动性断裂带发生的。②西北地区的河西系。③西南地区的青藏歹字型构造。④中国大陆中部的经向构造体系（贺兰带和川滇带）。⑤中国大陆中部的山字型（祁吕贺兰山字型和云南山字型）等。它们都是所在地区的主导性发震构造体系，控制着我国地震的发生。巨型纬向构造带是我国很重要的构造体系类型，至今仍有一定的构造活动性。然而，在大多数情况下，它们不是发震构造体系，但其控震作用相当显著。例如，阴山带和秦岭带作为两条巨大的构造带，对地震的发展起了阻挡作用，将我国东部分隔为华南、华北和东北三个地震活动特点□然不同的地震区。阴山带作为一个顽强的构造带，由于它的强烈阻抗，在它的南缘地应力得以高度集中，形成了燕山地震带。可见，尽管发震构造体系都控制着地震的发生而属于控震构造体系，但并不是所有控震构造体系都是发震构造体系。发震构造体系的研究对于了解地震发生的地质背景、地震的展布和地震的迁移规律，都是重要的。

【孕震构造体系】 earthquake－preg—nant tectonic system 即“发震构造体系”。

【地下水网络】 ground waternetwork 胡海涛等（1980）把地下水在岩层、岩体中循一定空间分布的导水构造赋存、运移所形成的带状、网状或网层状含水结构体的总和称为地下水网络。这种含水网络多发育于脆性及可溶性的裂隙岩层或岩体之中。由地下水沿导水构造的带状流（或脉状流）所构成。带状流或脉状流（所谓水带）有一定的流向和流长。由于各地段岩性和破碎程度的差异，流宽和流厚也是不规则的。从水动力特征看，水带表现为非均一的、各向异性的，但具有一定的连续性。网层主要是指裂隙、岩溶含水层。阻水结构面如压性、压扭性断裂及隔水岩层等，它们的组合形成了阻水网络。在地下水补给源充沛的条件下，一定型式的导水网络与阻水网络的组合和配置，便成为一定型式的储水构造。网络的平面模式受控于构造型式；可划分为米字型、多字型、山字型、入字型和棋盘格式、旋卷构造等基本模式。影响基岩地下水的埋藏、分布和赋存规律的各种因素中，岩性是基础，构造体系是主导，气候、水文和地貌等则是条件。在考虑主导因素的同时，必须综合考虑其他因素以及它们之间的内在联系。对地下水网络的研究，有助于摸清地下水的来龙去脉和边界条件，为正确评价地下水资源提供依据。

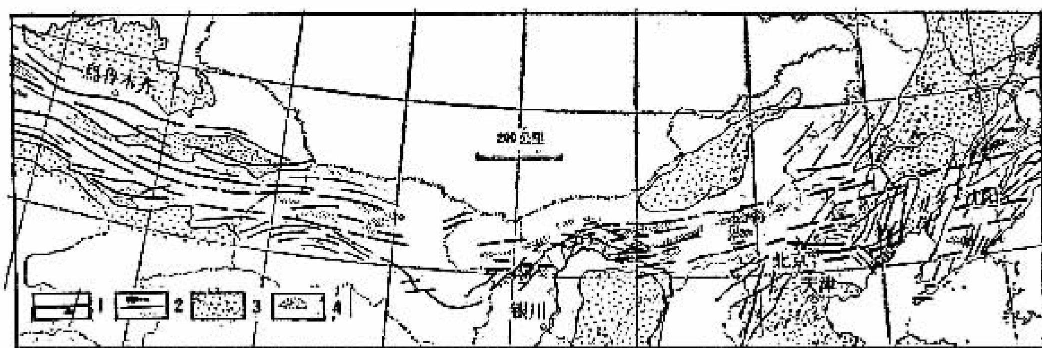
【构造体系图】 structural system map 又称“构造型式图”。表示不同时期、不同类型构造体系展布规律和基本特征的综合性图件。按照不同的需要，构造体系图的内容不尽相同；①表示不同性质构造要素、不同活动程度构造地块和各种类型构造体系，即反映地质构造的三重基本概念有关的内容。②除表示地质构造三重基本概念外，还反映各种地质作用（如沉积建造、岩浆活动、变质作用和成矿作用的产物）和各种地质现象（如火山、温泉和地震等）。表现不同时期的构造可以编制古构造体系图或活动构造体系图等。为反映构造体系发展过程和阶段，可以根据区域构造不整合等标志，把不同地区的地层合并为几种相似的色调加以表示。还可以根据不同目的编制各种构造体系图（如构造体系与矿产分布图，构造体系与含油气远景图，活动构造体系与地震分布图，构造体系与地热关系图等等）。构造体系图作为一种基本图件，用来表示客观地质构造现象的基本规律和内在联系，反映人们对于地质构造的研究程度和认识水平。构造体系图的编制，必须以区域地质研究为基础，以区域地质调查成果作为基本参考资料，系统编制各种资料卡片，对关键地区和疑难问题进行室内和野外研究，突出反映那些全局性和规律性的东西。

【构造型式图】 structural typemap 即“构造体系图”。

【构造体系与矿产分布图】 map showing the relation between skructural systems and the distributionof ore deposits 又称构造体系与矿产分布规律图。是表示矿产在空间和时间上分布规律的一种图件。编图方法是：点面结合，深入研究不同成因类型矿产的形成时期，及其受控构造体系的特征，将矿产资料（包括有关物探、化探、重砂、金属量测量、水化学等）综合表示在图上，并突出表现一定地质时期控矿构造体系的特点和控矿规律，圈出成矿远景区、段或部位。必要时，还可以编制构造岩相图等一系列辅助图件。这种图可以是单矿种的，也可以是若干矿种的综合图；比例尺应视具体情况而定。为不同目的编制的各种不同比例尺的图件，要求不尽相同。编制区域性构造体系与矿产分布规律图，一般可采用1∶50万至1∶10万比例尺。

【构造体系与地震震中分布图】 map of structural systems andearthquake epicentres 表示构造体系与地震空间分布关系的一种图件。编制这种图是表达一定区域地震的分布规律所采用的一种最简单而又比较形象的办法。编制时要求对有关地区详尽地进行区域活动构造体系和活动构造带的研究，一方面开展地质构造、地貌和第四纪地质、火山、地热和考古等调查，另一方面分析地形变、地应力、断层微量位移、海平面变化和各种地球物理观测资料，查明活动性断裂带的性质、分布规律和构造体系归属；同时，详尽收集历史地震和仪器地震资料，加以综合分析，探讨活动构造体系与地震的关系，以及发生地震的地质背景，并把这些内容一一表示在图上，突出表示带规律性的东西。这对于指导地震地质工作和从事地震预报研究很有意义。

【阴山—天山纬向构造体系】 Yinshan – Tianshan latitudinal structural system 我国境内沿阴山—天山分布的纬向构造带。它的主体，大致位于北纬40°30′—42°30′之间，主要由古老变质岩系、一部分古生代和中生代岩层的紧密褶皱，以及大型的冲断层和平移断裂构成。它是受南北向强烈挤压而产生，后期又具有明显的扭性。这个纬向构造体系经历过长期复杂的历史演化、反复多次的强烈变动和翻天覆地的构造运动；它开始出现的时期很早，可能在太古代已具雏形，震旦纪进入重要发展阶段，古生代末形成隆起褶带，中、新生代以来活动仍相当强烈。作为一条规模宏大的构造带，它对我国构造格架的形成起到十分重要的作用，诸如控制古生代沉积岩相，决定中、新生代盆地展布，分划我国构造区和地震区，以及成为大型水系分水岭等；另一方面，又对后来形成的构造带产生明显的影响，例如我国东部某些向东南突出的边缘弧（包括岛弧）的形式，也和它的存在息息相关。这个纬向构造体系的矿产比较丰富，主要有钒、钛、铬、铜、铅锌等金属矿，上部古生代、中生代煤矿和稀有、分散元素等，以及规模巨大的鞍山式铁矿和白云鄂博式铁矿。

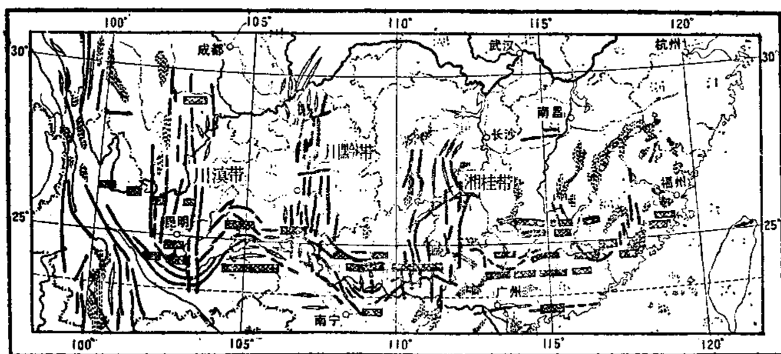


阴山—天山纬向构造体系图

1．纬向构造体系；2．其他构造体系；3．中、新生代盆地；4．中酸性岩体

【秦岭—昆仑纬向构造体系】　Qinling－Kunlun latitudina structural system　我国境内沿秦岭—昆仑山脉分布的纬向构造带。它的主体，大致位于北纬32°30′－34°30′之间。在秦岭部分，主要由古老变质岩系和古生代海相岩层分别组成北秦岭隆起带和南秦岭拗陷带；在昆仑部分，主要由古生界、宽阔的海西花岗岩带和三叠系分别组成北昆仑隆起带和南昆仑坳陷带。这个带挤压观象相当强烈，它的中段和东段的若干地带，特别是边缘地区的大型断裂，存在明显的横移现象，甚至转化为张性；是受南北方向的挤压所产生，后期又具有明显的力学性质改变。这个纬向构造体系经历了长期复杂的历史演化、反复多次的强烈变动和翻天覆地的构造运动；它于震旦纪就已出现雏形，早古生代进入重要发展时期，古生代末期至中生代早期形成隆起褶带，中生代以来活动仍相当强烈，以这个纬向构造带为界，以北地区大型新生代盆地广布，以南这类盆地基本上不再出现，显示新生代以来华南处于相对上升状态。作为一条横亘我国的构造带，它对我国构造格架的形成起到很重要的作用，诸如影响古生界沉积岩相，决定中、新生代盆地展布，分划我国构造区和地震区，以及成为大型水系的分水岭等；另一方面，又对后来形成的构造带产生明显影响，例如我国东部某些向东南突出的边缘弧（包括岛弧）的形成，也和它的存在息息相关。这个纬向构造体系中的主要矿产，除矽嘎岩型铁矿和铜铅锌矿外，还发现了大型细脉浸染型钼矿和具有工业价值的菱铁矿。

【南岭纬向构造体系】　Nanling latitudinal structural system　**我国境内横亘于南岭地区的纬向构造带。它的主体，大致位于北纬23°30′—25°30′之间。它的东段和中段，主要是由古生代以来岩层的褶皱、断裂和大批的火成岩体，特别是花岗岩类型的岩体，以及一小部分变质岩系构成。它的西段，主要是由古生界和三叠系走向东西的局部褶皱或隆起带反映出来。由于我国东部中生代以来构造运动有东南强、西北弱的特点，在后期其他构造体系的干扰下，南岭构造带往往呈分散的片段断续出现。过去曾经认为，南岭西延部分由于受到印度地块的影响而节节北移，越来越多的资料业已证实，它是径直向西延伸的。作为一条较新的大型构造带，对我国南方的构造面貌，有相当显著的影响。它在古生代开始形成，影响着古生界的分布，中、新生代以来强烈活动并成为大型水系的界岭；同时，我国东部某些向东南突出的边缘弧和花彩列岛的形成，显然也受到它的制约。沿南岭纬向构造带中矿产十分丰富，各种多金属矿床，特别是钨锡以及其他共生的有色金属矿，星罗棋布；同时，稀土和稀有分散元素矿产也占有重要地位。**





南岭纬向构造体系图

1．断层；2．褶皱；3．复背斜或复向斜；4．岩浆岩体

【西沙群岛纬向构造体系】　XishaIslands latitudinal structural system　**大体展布于南海北纬**16°**至**18°**之间的纬向构造带。大多掩覆于海底，主要由海域物探资料所证实；主体是一个东西向隆起构造带，并伴生有大型断裂构造。它形成的地质年代比较晚，可能是中生代以来形成的。**

【阴山、秦岭间东西构造亚带】　E－Wstructural subzones between theYinshan and Qinling mountains　**我国大约在北纬**37°－38°**附近的半隐伏东西向断裂隆起带，主要由大型断裂带和褶皱带组成，也有区域性片理等多种构造形迹出现。它的西段，在柴达木盆地中大致从甘森到小柴旦出现三湖断裂带及其伴生的大型膝状褶曲。这个带以北广泛出露着第三系，带南则大片为第四系所掩伏。断裂带两侧同一层位地层的标高有时相差三、四百米，说明南盘相对下陷剧烈。更向西，这个构造带并入了昆仑山。向东进入宽阔的祁连山后，为中吾农山断裂带、将斯东山褶皱带和门源断裂带，它们将三叠系及更老地层剧烈褶皱，也有继承活动的表征。东到阿宁盾地后，古浪至中宁一线有一个大型**

隆起带，并伴生一系列大断裂。此带三叠纪以前的较老地层大致呈东西向广泛出露，将腾格里沙漠和兰州盆地明显地一分为二；而陇西褶皱带之所以成为弧形，也是受它的限制所致。在广阔的陕北盆地，构造形迹已被掩覆。但在相当的纬度上，出现一个狭窄的东西向分水岭，分水岭以南的水系，大都向东南径流；以北的河流流向向北转折，注入黄河。更向东，这个构造带经离石隆起，向东横跨太行山，达赞皇隆起附近潜入华北平原。由于这个大型半隐伏构造带对新生界（特别是第四系）发育和近代地貌有显著影响，因此第四系和地貌特征也证实着它的存在。它途经的沉降区，一般带南水系发育，带北则常出现沙漠甚至隆起成为山峦，带北第四系一般埋藏较浅，带南则相对较深。这些现象都显示，在大型沉降区带南比带北沉降更为剧烈。

【秦岭、南岭间东西构造亚带】 E－W structural subzones between theQinling and Nanl ing mount－ains 我国北纬27°—28°附近的半隐伏东西隆起带，湖南著名的白马山隆起和武功山隆起，是它的主要组分。这个带向东持续伸展，向西越梵净山区经四川盆地南缘。在那里新华夏系出现东西方向的左型雁列构造，就是沿这个东西亚带发生的。更向西大致在螺髻山区通过川滇南北带后继续西延。这个隆起带限制了四川盆地和江汉平原的南界，同类型的大型盆地在带南不复出现，表明这个构造亚带以北比以南下陷程度要深。

【南岭、西沙群岛间东西构造亚带】 E－W structural subzones between the Nanling and the Xisha Islands 我国海南岛附近出观的半隐伏东西构造带，大致在北纬20°左近地带，主要由大型断裂岩浆岩带所组成，它的主要组成部分大多被海水所掩覆。

【海南岛东西构造带】 E－W structural subzone of the Hainan lsland 我国海南岛附近存在的东西向构造带。过去曾把它看做与阴山—天山、秦岭—昆仑和南岭纬向构造体系相当的构造带，称为海南岛纬向构造体系。后来有人认为它属于东西构造亚带，与“南岭、西沙群岛间东西构造亚带”相当。参见“南岭、西沙群岛间东西构造亚带”。

【唐努—肯特纬向构造体系】 Tannu—Kentiyu latitudinal structur 大致位于东亚北纬49°至50°之间。在西部包括唐努山脉，在东部为肯特山脉，其中部被其他构造体系的成分干扰而中断，在这一带构成西伯利亚和蒙古的天然边界。更向西延至沙普—沙尔（Shap—Shal）高山；向东则经过我国黑龙江北部境内。在西欧，和它相当的有横过比利时的阿登褶皱带和法国西北部的阿摩力褶皱带，它们主要形成于古生代。同一纬度上，加拿大的魁北克和安大略前寒武系展布的地区，存在规模很大的东西向重力异常带，标志巨大的古老褶皱带的存在。

【南西伯利亚纬向构造体系】 South Siberia latitudinal structural system 在西伯利亚南部，安加拉河下游地带和沿着阿尔丹河东西向径流的一段，以及横断奥廖克马河中游的地带，存在着东西向的强烈褶皱和冲断层。这些构造带发生的时期不同，从前寒武纪到中生代形成的都有。但它们的位置，大致都在北纬57°—58°。

【赤道纬向构造体系】 Equator latitudinal structural system 在大西洋海域赤道附近，横亘着巨型东西向平移断层带；大规模的平移，把大西洋中间海岭分割为南北两个部分，并使北部相对向西移动了一千公里以上。在东太平洋海域赤道出现的巨大平移断裂带，也属于这一构造体系。

【克利帕顿纬向构造体系】 Clipperton latitudinal structural system 一条规模宏伟的纬向构造带出现在美洲中部北纬10°左右。在加勒比海南岸、沿南美洲北缘存在一条巨大平移构造带，它在地下越过中美狭窄的陆梁，和太平洋东部克利帕顿巨型平移断裂相接，长达六千公里以上。

【开普山纬向构造体系】 Cape Mountain structural system 非洲南部的开普山区，出现东西走向的强烈褶皱带。它的位置在南纬34°左右。至少在上古生代以来，经历了多次构造运动。

【滇西经向构造体系】 westernYunnau meridional structural system 展布于著名的横断山脉地区，即出现在滇西和西藏东边的怒江，澜沧江、金沙江一带的南北向构造带。向南伸入老挝西北部、泰国西部等地。它的主体由沙鲁里复向斜、临沧复背斜、怒山一保山复背斜以及巨大的南北向冲断层所组成。带内岩层普遍遭受区域变质，火成岩体成带侵入。这个构造体系与青藏滇缅印尼歹字型构造体系的中段以斜接、重接或归并等形式相复合。

【川滇经向构造体系】 Sichuan－Yu－nuau meridional structural system 出现于四川西部和云南境内的南北向挤压性构造带。以大雪山、贡嘎山、大小凉山等褶皱山系和许多持续伸延的大型冲断带为主体。主要断裂和褶皱有：雷波—马边断裂带、汉阳—巧家—小江断裂带、普渡河断裂带、安宁河断裂带、雅砻江—元谋断裂带和小相岭—螺髻山—易门复式背斜等，它的中部包括一些较小的中生代盆地。西部岩浆岩活动强烈，从元古代到中生代均有中酸性、基性和超基性岩浆的侵入；东部侵入岩较少，但晚二叠世玄武岩分布广泛。这个体系的一级拗褶，至少在古生代早期已出现，挽近仍遭受挤压，继续产生隆起和断裂。带内矿产丰富，有锡、铜、镍及铁矿等，是我国西南地区重要的大型成矿带。

【川黔经向构造体系】　Sichuan－Gui—zhou meridional structural system　展布范围大致在重庆—贵阳一线以东，黔江一榕江一线以西，北临长江，向南伸至广西红水河边。主体由一群走向南北的褶皱和断裂所构成，局部受到新华夏系干扰，走向略有变动。重要成分有湄潭—都匀、南川—贵定、重庆—贵阳三个较大的褶带。从卷入的地层看，大体上形成于中生代中后期，带内岩浆活动相当微弱。

【湘桂经向构造体系】　Hunan－Guangxi meridional structural system　展布于湘东、粤北、桂中地区，向北延至新化锡矿山，往南到达广西境内梧州—平南一线。由老第三纪以前地层中的断裂和褶皱所组成，其中耒阳一临武地区构造形迹显著，出现一系列大型背斜、向斜和断裂，并控制了黄沙坪石英斑岩、水口山花岗闪长岩的侵入。在祁阳和桂林地区，由短轴背斜、向斜及冲断层构成的两个向西凸出的弧形构造，因而湘中构造带显得宽度甚大、延伸不远。它形成于中生代，对区内多金属矿床起控制作用。这个经向构造体系首先在湘南境内，由吴磊伯、宁崇质等调查发现。

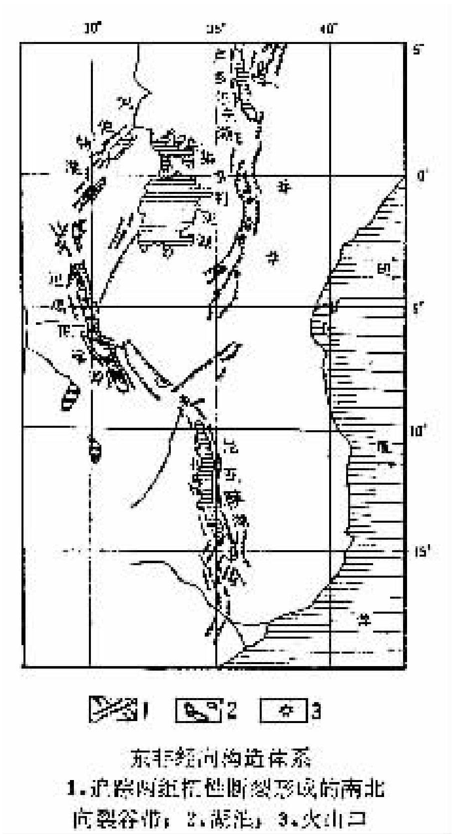
【贺兰经向构造体系】　Helan meridional structural system　展布于陕甘宁交界地区、贺兰山至六盘山一带，它的成分往往与祁吕贺兰山字型构造的脊柱重接复合，构造形迹不易区分。从沉积资料反映，区内自奥陶纪以后，呈现一走向南北的古陆梁，可能是这个体系的古老成分。它在古生代早期已经存在，后来又有继承活动，至今仍有显著的活动性。

【山西经向构造体系】　Shanxi meridional structural system　山西陆台及其两侧出现的南北向构造带。山西地区形成一个大致走向南北的穹窿地块，由西向东逐渐昂起，局部陷落。在东经111°—114°30′，之间，山川地势上也清楚地显示了这一构造体系的存在。此区寒武奥陶纪灰岩和石炭二叠纪煤系，以及侏罗、白垩纪岩层，一般均沿南北走向伸展。它的两侧，表现为明显的匠性断裂带，包括一些走向南北的褶皱群。区内广泛发育的小型断层和节理等也反映出山西陆台曾受到东西向的侧面压力作用。

【牡丹江经向构造体系】　Mudanjiang meridional structuralsystem　分布于牡丹江一带的南北向构造带，即黑龙江、吉林东部地区，在东经127°—131°范围内走向南北的压性构造形迹，包括一些呈南北向伸延的大型岩带。它们同朝鲜半岛东部的南北向构造带呈一脉相承之势，构成一个强大的经向构造体系。这一体系在我国境内，主要出现在两个地带：西部在吉林的抚松、安图一带，系走向南北的压性断裂；东部在黑龙江东部牡丹江一带，以牡丹江—汤旺河断裂带及其两侧的岩带为主体，沿断裂带两侧分布的两条不同时期的大型岩带都循南北方向延展。

【乌拉尔经向构造体系】 Ural meridional structural system **位于苏联欧亚交界处的乌拉尔山脉，北端始于新地岛以南，往南可至阿克纠宾斯克附近。这个巨大而又强烈的褶皱带，是由一系列的褶皱和断裂所组成，并有断断续续的火成岩侵入。它的总体走向南北，局部地段却时常出现扭曲，甚至形成大型弧形，这种现象在乌拉尔山脉北端十分引人注目。它至少从古生代开始已成为强烈的褶带，中生代末期还保持着一定的活动性，甚至在第三纪以后，这种活动性在乌拉尔褶带的南部，仍然相当显著。**

【东非经向构造体系】 East – Afri – can meridional structural system **位于非洲东部，南端从莫三比克起，往北分东西两支，大致沿尼罗河及其以东地区延至地中海东侧死海附近。著名的东非大裂谷是它的主要组成部分。这个大型张性断裂带从中生代末期或新生代初期形成，往往是追踪两组共轭的剪切断裂发育起来的；和它相伴生有大量火山岩浆活动、较多的温泉和地热显示。有一些新资料表明，它可能形成更早，起初或属于挤压性构造带，后来才转变为张裂性质。**



东非经向构造体系
1.追踪两组扭性断裂形成的南北向裂谷带；2.湖泊；3.火山口

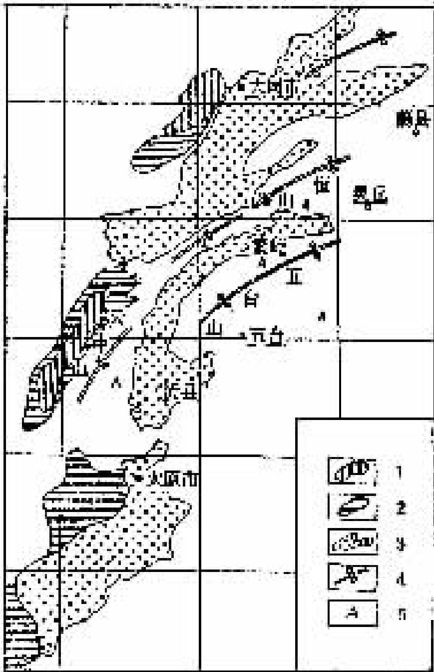
【吕宋经向构造体系】 Luzonmeridionalstructuralsystem **这个体系展布于大致从台湾岛西南侧起，往南经吕宋岛、民都洛岛、棉兰老岛至苏拉威西与马里拉岛之间。这些**

岛屿和群岛均呈南北方向展布。它的南端有新生代火山岩分布。这个经向构造体系是燕山期以来形成的。

【库页岛经向构造体系】　Sahalin meridional structural system　主体位于库页岛，往南经日本的北海道的日高山脉、本州东部的奥羽山脉，进入太平洋一直延至马利亚纳群岛。褶皱、断裂均较发育，在本州东部沿南北向断裂带分布着第四纪火山群和温泉带，著名的松川温泉就在其中。它是燕山运动以来发育起来的。

【科迪勒拉—安第斯经向构造体系】　Cordilleran – Andes meridional structural system　位于南北美洲西部边缘地带，包括恩迪可特、落基、安第斯等山脉。在北美西缘，构造线呈北北西向，往南进入墨西哥、哥斯达黎加，转为北西向；到南美哥伦比亚、厄瓜多尔、秘鲁南端，整个构造带呈舒缓波状弯曲，构成向西凸出的弧形构造，接着往南沿雄伟的安第斯山延伸，直至智利南端。沿着构造带有不同时期的火成岩侵入及新生代火山群分布。这个体系在古生代初期已形成科迪勒拉和安第斯地向斜及与之相伴随的地背斜，古生代末期部分地发育成了强烈褶带，到中生代末期，就全部成为隆起褶带，直到现在仍断断续续地显示其活动性。

【山西多字型构造体系】　Shanxi xi structural system　山西省中部有两种大型多字型构造。一种是新生代多字型槽地，由彼此斜列的大同槽地、繁峙—忻县槽地、太原槽地和汾渭槽地等所组成，这些槽地边缘往往有大型的边缘断裂或同沉积断裂，槽地中常停积巨厚的新生代沉积，表明它们新生代以来有强烈的沉降。作为一个近代活动性显著的构造类型，一系列新生代槽地控制着地震的发生，每一个槽地内都发生过破坏性地震。另一种是中生代多字型褶皱，由石炭二叠系及侏罗系组成，包括大同西山含煤盆地、宁武一静乐含煤盆地和太原西山含煤盆地等，控制着煤田的分布。



山西多字型构造体系（中段）
1.石炭、二叠系；2.侏罗系；3.新生界；4.复式背斜轴；5.前震旦系

【震旦方向】 Sinian trend 美国地质学者庞培来（Pumpelly）十九世纪中叶在中国等地调查时创名，当时他称之为“震旦上升系统”（Sinian system of elevation），用以表示华北及西伯利亚东部北东方向的褶皱。不久，李希霍芬（Richthofen）将“震旦”一词用于一个地层系，即震旦系，现已成为通用名词。李四光在创立构造体系时，为了避免误会，采用了华夏系，新华夏系等以代替“震旦方向”一词。

【震旦式褶皱】 Sinotype folds 即“震旦方向”的褶皱，起初庞培来（Pumpelly）指我国东部及西伯利亚一部分走向北东—南西方向的褶皱构造。后来李四光将这一方向的构造，称为华夏系、中华夏系和新华夏系等。这类构造至少在古生代已经出现，中新生代以来又有强大的构造形成。

【华夏构造体系】 Cathaysian structural system 简称华夏系，李四光早期文献也曾称做古华夏系或华夏式褶皱，亚洲东部古生代形成的一个巨型多字型构造体系。主要由走向北东的褶皱、压性和压扭性断裂，以及与它直交的张断裂和与它斜交的扭断裂等所构成。它在中国东部，尤其是东南部相当发育，至少在古生代晚期就已出现，其形成时期可能更早，根据形成时间的早晚又可分为早期华夏系和晚期华夏系等。标志当时中国大陆相对太平洋地块曾发生过向南的水平运动。华夏（Cathaysian）一词最早是葛利普用于地质学上，他将东亚古大陆及其邻区称为华夏地槽（Cathaysian geosyncline），走向北东—南西。

【古华夏构造体系】 Palaeocathaysian structural system 简称古华夏系；后来一般称为“华夏构造体系”。

【中华夏构造体系】 Mesocathaysian structural system 简称中华夏系；李四光命名，早期文献还叫做中华夏式。原指我国东部中生代形成的一套走向北 30°—34° 东的多字型构造。主要由一系列平行斜列的褶皱断裂带，以及各种伴生构造所组成，曾做为华夏系和新华夏系之间的一种中间构造体系类型看待。后来，由于它们的走向并不限于一定的方向，尤其是常与新华夏系构造之间存在着互相过渡的关系，因此它是否构成一个独立构造体系类型，一直没有得到肯定。近年来实际工作中引用这一概念的已比较少。

【新华夏构造体系】 Neocathaysian structural system 简称新华夏系，李四光早期文献也叫做新华夏式；是亚洲东部濒太平洋地区特有的、中生代形成并持续活动的一个巨型多字型构造体系。❶由一系列北北东方向的大型隆起带和沉降带构成，并有斜交的扭断裂和直交的张断裂相伴生。自东而西，第一隆起带为千岛群岛、日本群岛、琉球群岛、台湾、吕宋、巴拉望和穿过加里曼丹岛的诸山脉组成的“岛弧隆起带”；它的西面的第一沉降带是鄂霍次克海、日本海、东海和南海所淹没的“陆缘海沉降带”；第二隆起带有朱格朱尔山脉，锡霍特山脉、张广才岭、老爷岭、长白山、狼林山和胶辽山地，

以及东南沿海丘陵构成的“沿海隆起带”；它西面的第二沉降带由松辽平原、渤海、华北平原、华中平原，直至北部湾形成的“平原沉降带”；第三隆起带即以大兴安岭、太行山、湘黔边境诸山脉为代表的“内陆隆起带”；它西面的第三沉降带是“盆地沉降带”，由呼伦—巴音和硕盆地、伊陕盆地和四川盆地所构成。这些沉降带和隆起带分别形成于印支运动、燕山运动和喜马拉雅运动，自西向东，愈接近太平洋，其形成时代愈新，构造活动愈强，岩浆活动和地震活动也趋于频繁。由于受到阴山和秦岭东西复杂构造带的影响，所有隆起带和沉降带都被分隔为若干段落，并在东西复杂构造带附近弯转，导致一系列岛弧和内陆弧的形成。❷新华夏系是由三套中生代构造和一套新生代构造组成的一个复杂构造体系。这四套构造相继发生在三叠纪、侏罗纪、白垩纪和新生代，分别可以中、晚三叠世之间，中、晚侏罗世之间，早、晚白垩世之间和老、新第三纪之间普遍出现的区域不整合为其定型时期。中生代三套构造依次表现为隆起—拗陷型、褶皱—断裂型和断裂型为主；它们的构造走向不尽相同，较早的两套构造比第三套构造偏东的角度相对为大；在接近东西复杂构造带时，较早的两套构造弯转出现弧形，第三套构造则继续直线切穿。这四套构造展布于同一地域，构造轴向均在北东—南西象限以内，彼此相当的构造成分力学性质相同，伴生构造和派生构造的类型一样，都有大义山式和泰山式构造出现，常呈雁行式和S形形态等等；表明它们同属多字型扭动构造体系。所谓太平洋金属成矿带，它的一部分可能和新华夏系成矿带相当；而新华夏系大型沉降带中，石油、煤炭等重要沉积矿产也很丰富；同时，新华夏系对地震的发生、地热的分布等，也有明显的控制意义。



新华夏系隆起带与沉降带展布示意图
1.纬向构造体系；2.新华夏系隆起带；3.新华夏系沉降带；4.其他压性或压扭性构造

【更新华夏构造体系】 late Neocathaysian system 简称更新华夏系，又称郯庐断裂体系（简称郯庐系），我国东部主要为一系列北偏东方向断裂构造组成的一个巨型多字型构造；属华夏类型构造体系的一个类型。邓乃恭认为属于这个体系的大型的断裂带主要有东海—台湾—菲律宾（西缘）断裂带；依兰—伊通、郯城—庐江、赣江—北江断陷带；大兴安—太行一雪峰断裂带和银川—成都断陷带等；其特征为：①各带均以宽阔的断裂带形式出现，时达近百公里，并大致等距出现；②各断裂带内大都以东侧主干断裂规模最大、连续性好、分划性强，地质差异也最显著；③具不同程度的平移，有的平移距离很大；同时伴随着升降运动，致使各带形成“断隆”或“断陷”，并彼此相间出现；④形成的地质年代较新，为中生代晚期产物；⑤控岩、控矿和控震作用显著。更新

华夏系的中小构造更为发育，常表现为盆缘断裂和同沉积断裂。它与新华夏系相同的特点是：都出现在中国东半部，形成时期均属中生代，轴向构造同在北东一南西象限内，轴向构造和相当构造成分的力学性质相同，各级构造型式（如多字型、S 型和入字型等）和伴生构造类型（如大义山式和泰山式等）一样。它们不同之点为：早期构造为“褶皱—断裂型”，晚期构造以“断裂型为主”；早期构造比晚期构造的轴向北偏东的角度相对为大；形成时间略有先后；早期构造遇巨型纬向构造带明显弯转，晚期构造则准直线切越；早期构造为 S 形或岛弧形，晚期构造有时呈现积分符号“∫　”形；早期构造成分遍布全区，晚期构造要素集中成带。由于共性较多，颇易混淆；鉴于个性差异，可以分辨。既然这套有规律出现的构造与新华夏系既有共性、又有个性，特别是其构造形象、形成时期、空间方位和复合形式独具特征，故以“更新华夏系”命之。更新华夏系属典型扭动构造体系，是以海陆为边界，由亚洲大陆相对太平洋向南扭动形成的。

【郯城一庐江断裂体系】　Tanlu fracture system　指我国东部与郯城—庐江断裂相同的一套断裂构造系统。对它的构造体系归属有不同意见：①李四光曾把郯城—庐江断裂带看作新华夏系和经向构造联合作用的结果，它的走向介于二者之间，具有二者的若干特征又不尽相同。②因为这套构造具有若干新华夏系的基本特征，不少地质力学工作者认为它们属于新华夏系。③由于这套构造分布很广，又独具特征，有人把它做为独立构造体系，称之为郯庐断裂体系，简称郯庐系，即“更新华夏系”。

【台湾断裂带】　Taiwan fault zone　占据整个台湾岛的北北东向巨型断裂带，宽度近百公里，向南延至菲律宾的西缘继续伸展，往北潜入东海海底达济州岛以南。实际上台湾岛就是由它的“断隆”作用形成的。这个巨型断裂带并不向东南突出，也不与岛弧系的轴向构造相连，而是拦腰将琉球岛弧和菲律宾岛弧截断，它显然不属于濒洋岛弧系。台湾的强震大都与这个断裂带有密切关系。

【郯城—庐江断陷带】　Tancheng－Lujiang　downfaulted　ʒone　我国北起黑龙江东部、南抵广东中部的北北东向巨型断裂带。它纵贯中国大陆全境，将依兰一伊通断裂、下辽河断陷、沂沭断裂、郯城—庐江断裂、赣江断裂、北江断裂和恩平—开平断裂等，纳入统一的断裂系统。它的宽度很大，整个下辽河河谷、辽东湾和莱州湾都为此断陷造成。沿断裂带较脆性的地块被大幅度地错开，较塑性的褶皱带形成大型牵引；显示不同力学性质岩石对构造形变的显著影响。例如，淮阳地块和相当的张八岭地块，江南地块等都一一被切错；而燕辽弧形褶带和宁镇弧形褶带就是两个大型牵引弧，它们的规模相当，突出方向相反，分别出现在断裂带的两侧。由于沿长江由古生界至三叠系组成的中生代褶皱带没有明显被切错，郯城—庐江断裂带是否南延过江就成为一个症结，因为这种延展趋势似乎表明，巨型断裂带已告中断或被切截，显示出不同力学性质岩石对构造形变的显著影响，特别是大型牵引弧的发现，表明断裂带以隐伏形式南延。根据地质体

位错、牵引和派生构造体系分析，中生代时期断裂带属左旋平移性质，不同地段断距不同而呈有规律地变化。有人认为平移幅度相当大，有的地段中生代以来最大平移达350公里左右。与一般传统观念相反，它不是一条古老的断裂，其形成的地质年代较新。作为一个地堑构造，它控制的最老地层是白垩纪以来的断陷沉积，更老地层和中生代早期构造都被它切割。同时由于近代活动显著，不仅地貌显示良好，沿断裂带还有一系列地震发生。目前关于郯城、庐江断陷带的空间展布、形成时期、力学性质、活动方式和构造体系归属，认识上都存在许多分歧。

【大兴安岭—太行—雪峰断裂带】 Daxinganling—Taihang – Xuefeng fault zone 自大兴安岭东麓延抵雪峰地块东缘的北北东向巨型断裂带。在太行山区由具有一定宽度的紫荆关断裂带和太行山东麓的山前断裂所组成。它向北插入阴山持续北延，向南直切秦岭后继续伸展。沿这一线重力异常表现得相当清楚，并有一些弱震发生。这个构造方向十九世纪中叶德人李希霍芬即已注意，在其著作中名之日兴安线（Khingan line），即沿大兴安岭东麓南下太行山东麓抵湖北宜昌一线。

【银川—成都断陷带】 YinchuanChengdu downfaulted znne 北起银川南抵成都的北稍偏东的巨型断裂带，主要由一系列大型断裂和断陷盆地所形成。银川盆地和成都平原就是断裂带内部的两个大型断陷盆地。这个断陷带也相当宽阔，时达80—100公里。它本身同时就是我国的一条强震带。成都平原东缘的龙泉山断裂，向南插入川滇南北带断续延抵云南易门附近，就是这个断裂带的一个重要组分。正是由于龙泉山断裂和较老的龙门山褶断带相交接，才使成都平原形成窄长的三角形，并引人注目地不再沿龙门山前北延。断裂带两侧显著的地质差异，反映着它的存在和巨大的规模，诸如地质特点不同，秦岭带和昆仑带恰在这里相接；跨越断裂带的陇西褶带，两侧分别由古生界和白垩系组成主体；地层转变的海原附近又发生过八级强震等。关于它的构造体系归属，有人认为是南北向构造；有人却根据它和郯城、庐江断陷带有许多共同的特征，而把它看做晚期新华夏系或更新华夏系。

【华夏式构造】 cathaysoid structure 李四光（1939）提出，我国东部和华夏系性质相同、展布规律相似但形成时期较晚的多字型构造体系。与早期文献所谓“华夏式褶皱”涵义不同，“华夏式褶皱”曾被用做华夏系构造的同义语。华夏式往往由走向北东的褶皱和眨扭性断烈带，以及走向北西的张扭性断裂共同和单独组成；并常常控制或切割白垩纪或第三纪沉积。标志当时中国大陆相对太平洋地块曾发生过向南的水平扭动。曾有人根据华夏系与华夏式构造的继承性和相似性，认为华夏式构造是华夏系构造再活动的表现，近年来已得到较多地质力学工作者的承认。

【新华夏海】 Neocathaysian sea　李四光（1948）提出，新华夏系所属浅海海域的总称；包括渤海、黄海、东海、南海和日本海，乃至北部湾等，这些浅海海域的形成，常受新华夏系沉降带所制约，例如南海、东海和日本海就属于新华夏系第一沉降带。查明它们的起源对认识东亚大陆构造历史和太平洋发育过程都有重要意义；了解挽近地质年代这些海域海水进退规程，大陆、海底和海面的升降，以及海陆间的相对位移等情况，能够帮助说明东亚沿岸和近海海域的近代地壳运动特征。

【华夏类型构造体系】 quasi - Ca - thaysian structural system　东亚濒太平洋地区展布的、不同地质时期形成的、走向北东—南西延展的一系列多字型构造体系的总称。归属这一大类的具体构造体系，尽管不同阶段和不同学者认识有所不同，一般都包括古华夏系（华夏系）和华夏式、中华夏系（?）、新华夏系，乃至更新华夏系和挽近新华夏系等等。论共时期不仅古生代已经形成和中生代以来继续发育，而且早在前古生代和新生代看来都有共踪迹。这类构造彼此有一系列共同特征，如分布地域相同（均限我国东半部），构造方向相若（均在北东—南西象限）、轴向构造性质相同和伴生构造类型一样，以及构造形象相似（都常呈雁行斜列，或 S 形形象）等。另一方面，它们又各具特征，如构造形态不相同，有依次由“隆起—拗陷型”向“褶皱—断裂型”和“断裂型”转变的趋势，晚期构造比早期构造的轴向偏东的角度相对为小；遇巨型纬向带时，较早构造明显弯转，较晚构造准直线切过；早期构造出现 S 形或岛弧形，晚期构造有时呈积分符号 S 形；早期构造全区遍布，晚期构造集中成带。它们同属典型扭动构造体系，并具有共同成因，即在相同的外力作用方式和相似的边界条件下形成的，是以海陆为边界，由亚洲大陆相对太平洋相对向南扭动的产物。在较早时期，巨型纬向带起着显著限制作用，我国东部大陆被南北分割，致使各块段长宽比相近，扭动作用下即形成遍布全域的北东向构造，并遇巨型纬向带出现构造弧。继之，构造运动中因“工作硬化”作用使岩石普遍脆化，巨型纬向带内和带间岩石力学性质渐趋接近，晚期构造不再受纬向带的明显限制，结果导致南北方向长度成倍增长，遂集中成带地出观北北东向断裂构造，并准直线地切越纬向带。华夏类型构造体系的形成和发展，对我国东部区域地质特征，以及矿产的形成、地震的发生和地热的分布等，都有决定性的影响。

【河西构造体系】 Hexi structural systern 李四光（1939）命名。简称河西系，指我国西北地区小生代以来形成的一个多字型构造体系。它由走向北北西的褶皱、冲断面、片理带等压性或压扭性构造和许多横断层、扭断层等所构成；有时枉白垩系乃至第三系中形成紧密褶皱和逆掩断层。若干年来发现它的展布范围相当广阔；自形成以来曾断续或持续活动，至少保持到第三纪的后期，甚至更晚。

【西域构造体系】 Xiyu tectonic system 简称西域系。起初是指祁连山地区那些古生代形成的北西西向构造；后来泛指我国西半部地区广泛存在的北西—北西西向构造，包括一系列大型隆起、拗陷、褶皱带和断裂带等。它们至少在早古生代已经形成，晚古生代和中生代继续发育，有的构造带新生代以来乃至近代仍有强烈活动。西域系属扭动构造体系中的多字型构造类型；与我国东半部的华夏系构造呈镜向对称。它对中国西北地区构造格架的形成，石油盆地的发育，以及金属矿产的产出和地震的发生等，都有重要影响。“西域”一词是李四光（1939）于《中国地质学》英文版附图中，以英文标注形式最早提出的，张文佑在《中国地质学》节译本中作为“西域系”正式译出，沿用至今，后来内容上有所发展。

【中国西部北东向构造】 NE – trending structures in Western China 泛指中国西部北东方向的压性构造。近年来在我国西部地区陆续发观不少这类构造形迹，包括大型断裂、褶皱带和隆起带等。目前对它们的发育历史和构造体系归属仍缺乏明确的认识；一部分人认为：中国东半部的华夏类型构造已越过贺兰—川滇南北构造带一线西延，即中国西半部东缘的北东—北北东向压性或压扭性构造，看来一部分可能是华夏系或新华夏系的构造成份。

【中国东部北西向构造】 Nw – trending structures in Eastern China 指我国东中部地区一系列北北西至北西西向的压性构造形迹。我国东部广泛发育着北西—南东方向的挤压性构造，最突出的有两类：其一，走向北西西，在古生代已经普遍形成，中、新生代继续发育过程中既有继承性、又有新生性。这类构造往往具有相当规模，比较重要的一条是桐柏—大别山，向西北可能与祁连山和斜截天山的北西西向构造带相连。大致位于这个构造带的北缘，成为我国南相和北相地层的真正分界线。这类构造虽具一定规模、分布比较广泛，但由于后期构造强烈干扰和较新沉积掩覆，常呈分散或断续分布的特点。其二，走向北北西，大都将中、新生代地层卷入，说明其形成年代相当晚。这类构造规模一般不大，零星分布。直到目前，这两类构造的构造体系归属尚无定论。一般都认为应做为一个独立构造体系划分出来，也有人认为老少将一部分看做是西域系和河西系构造成分的东延。

【天山—祁连—大别构造带】 Tian – shan – Qilian—Dabie structural zone 自天山至祁连山斜贯我国的一条规模宏伟的北西西向构造带。天山地区，在强大的纬向构造带

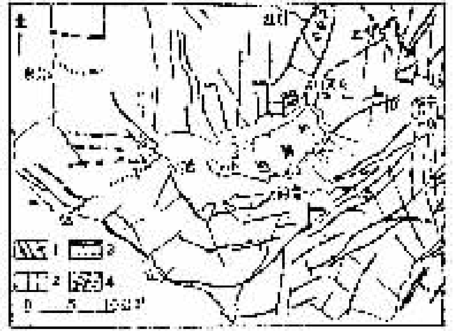
中，有一条北西西向断裂隆起带，将纬向构造成分一一位错，并普遍形成牵引现象；构造带和地质体对比表明，伊宁盆地和吐鲁番盆地彼此相当，显示沿这个北西西向构造带曾发生过右型扭动，平移幅度达纬度一度以上。向东南延展，这个带被北东东向的阿尔金剪切断裂系截切后，与祁连构造带连为一体。在祁连山出现大型复式褶皱，由北祁连凹陷，中祁连隆起和南祁连凹陷所构成，并伴生一系列大型断裂，有人认为这个构造带继续向东南延伸在东秦岭地区见到纬向构造带与北西西构造成分相交接的现象，看来它们不是同一构造体系的成分；桐柏山、大别山也应属这个强大的北西西构造带，再向东被郯城—庐江断裂带所切错。这个构造带的另一个重要标志是沿它出现了一条大型超基性岩带，并有铬铁矿等矿产相伴生。基性岩为多期所形成。祁连山等地的海西期岩体受控于北西西带已被证实。同时，它又是一个不同时期的花岗岩带。祁连山等地的加里东花岗岩体严格受其控制，可见这个构造带在下古生代已经存在。不过，根据我国南相北相地层的这一重要地质界线偏向天山—祁连—大别隆起带一线以北，在天山、祁连地区已广泛发现南相地层，表明当时隆起带的位置与现今面貌不尽相同。

【右江—北盘江构造带】 YoujiangBeipanjiang structural zone 沿右江、北盘江展布具有一定规模和相当宽度的古生代构造带。由一系列褶皱和断裂所组成，并控制了区域古生代地层和岩相。这个构造带向东南延抵广西，向西北可能越过川滇南北构造带继续伸展，被包容于强大的青藏歹字型构造体系之中。

【云南山字型构造体系】 Yunnan epslon structural system 展布于云南中、南部广大地区的一个山字型构造体系。山字型前弧的外弧范围达到个旧西北的建水和红河东北一带；西翼的一部分从石屏向西经新平伸展到祥云等地，东翼展布地区宽阔，大致从开远往东北过弥勒、泸西、师宗、曲靖到达“威宁弧”；脊柱和川滇南北向构造带的一部分相重接。

【通海山字型构造体系】 Tonghai epsilon structural system 展布于云南通海附近的一个小型山字型构造体系。它的前弧位于华宁、通海及河西一带以南，宽约 10 多公里，包括三条规模较大的弧形断裂带以及一些规模较小的压性构造，地层也呈弧形分布。还有一些与其斜交和直交的扭性断裂和张性断裂等次一级构造成分。脊柱位于杞麓湖以北，在东西宽约 10 公里呈南北伸展的地带内，由十余条大小不等的逆断裂所组成。它们并不切穿弧顶。在前弧和脊柱之间，由杞麓湖和河西平坝所构成的、向南突出的新月形低平地带，是山字型构造的马蹄形盾地。通海山字型构造体系被云南山字型前弧的内弧所包容。

【黔西山字型构造体系】 Western Guizhou epsilon structuralsystem 李四光（1951）提出，指贵州西部形状似“山”字型的构造体系。它的前弧和反射弧西起威宁、水城，经郎岱以北和织金边境，向东北伸展到达修文、息烽和开阳地区，普定以西及郎岱以北的戛底和沙家马场一带为前弧弧顶所在：它的脊柱在毕节和大方之间的山地。



黔西山字型构造体系
1.山字型构造体系；2.经向构造体系；3.纬向构造体系；4.其他构造体系

【广西山字型构造体系】 Guangxi epsilon structuralsy stem 李四光（1929）提出，张文佑等证实，它的前弧弧顶位于滨阳县城东南，东翼以镇龙山—瑶山大背斜为主体，经贵县、桂平、武宣、象州与修仁等县，再走荔浦、灌阳，抵达零陵与道县之间的紫荆山地块；西翼以大明山背斜为主体，经上林、隆林、都安等县，循都阳山背斜，往西北进入贵州境内。脊柱在桂北的前震旦纪古老变质岩系内。

【粤北山字型构造体系】 Northern Guangdong epsilon stru ctral systom 陈国达首先提出，后经吴磊伯等进一步调查证实。指展布于广东北部形状似“山”字的构造体系。这个山字型的前弧弧顶位于广东英德县江口附近；东翼伸展于翁源、新丰、连平一带，至粤赣两省交界区，形成东翼反射弧，反射弧的弧顶在江西的龙南县；西翼自英德县的沧光、大湾至阳山、连县一带，连县东陂为西翼反射弧的弧顶，组成两翼的褶皱轴线呈明显地雁行排列；前弧以北，乐昌、韶关及乳源一线以西，以倔山复背斜为主体的南北走向的压性构造是山字型的脊柱；脊柱与前弧之间，黄思脑、芦狄坡、八宝山等山岭，岩层平缓，构造形迹微弱，为山字型的马蹄形盾地。近年用古地磁方法己定量说明山字型运动方式的存在及其形成时期。

【梅县山字型构造体系】 Meixian epsilon structural system 展布于广东南部的一个山字型构造体系，其前弧弧顶位于梅县长沙圩一带，呈东西走向；弧顶陷落为红色盆地；东翼延到丙村、松口一带，呈北东走向；西翼自南口圩以西延至公塘圩、龙虎圩，呈北西走向；脊柱在梅县城北至蕉岭一带。

【大余山字型构造体系】 Dayu epsilon structural system 它分布于江西南部大余、崇义、上犹一带，前弧由一系列强烈挤压带和冲断层组成，前弧弧顶在西华山花岗岩体南侧；在它的北面存在着一个大致呈南北向的狭长挤压带，构成脊柱。这个山字型构造和新华夏系、东西向构造带和北西向构造带等互相穿插复合，使山字型轮廓不甚清晰。但它们对江西南部钨锡矿的分布却具有一定的控制作用。

【福州山字型构造体系】　Fuzhou epsilon structural system　**位于福建省东部闽江流域的一个山字型构造。闽江自西北向东南流经连江白沙镇一带后，受山字型构造控制呈弧形弯转，东至川石岛反射弧入海；山字型弧顶在乌龙江大桥附近，向南凸出；脊柱在弧形凹面一侧的鼓山岭之中。主要由压性和压扭性断裂、挤压劈理，以及动力变质带等所组成。侏罗—白垩纪火山岩系和中生代花岗岩都受到山字型构造的影响，故其形成地质年代较新。福州盆地隶属于山字型的马蹄形盾地，山字型构造控制着整个热田盆地的水热活动范围。**

【临安山字型构造体系】　Lin’an epsilon structural system　**吴磊伯等（1941）提出展布在杭州附近；因杭州古称临安，故名。它的弧顶位于凌家桥和转塘，前弧东翼循湘湖两岸伸展，至肖山县以东的长山，出现明显的东翼反射弧；前弧西翼由石龙山背斜开始到临安县穆家桥转折成为西翼反射弧，这里的奥陶系、志留系受其影响，西翼的构造成分穿切了华夏系构造，又被新华夏系构造所破坏；临安山字型的脊柱，由西湖西南的泥盆石炭纪砂岩之中的数条走向南北的冲断层构成。**

【淮阳山字型构造体系】　Huaiyang epsilon structural system　**李四光（1931）提出，展布于长江中下游地区，前弧弧顶位于湖北东南的广济、黄梅附近；东翼伸展于安庆、铜陵、无为及和县等地。宁镇山脉为其东翼反射弧，茅山山脉是东翼反射弧的脊柱；西翼在大冶、武汉、大洪山一带，襄樊以西至房县构成西翼反射弧，黄陵背斜是东翼反射弧的砥柱；山字型构造的脊柱，伸展于前弧北面的豫鄂皖边境大别山及其以北沉降地区。**

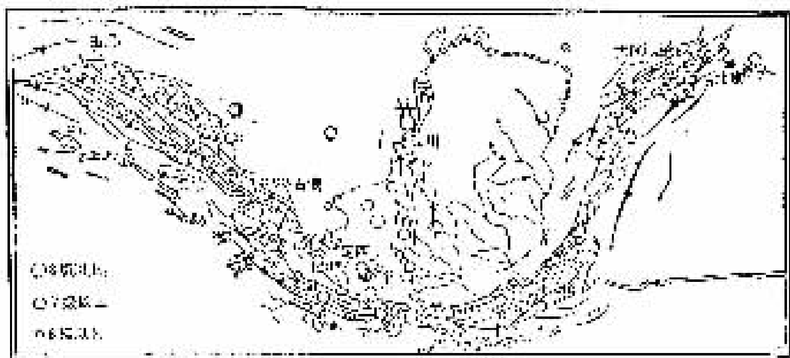


淮阳山字型构造体系
1.向斜；2.背斜；3.挤压带；4.压性断裂；5.隐伏断裂；6.横张断裂；7.花岗岩；8.中、新生代盆地；9.扭性断裂

【祁阳山字型构造体系】　Qiyang epsilon structural system　**湖南境内一个前弧弧顶朝西的山字型构造。前弧展布于祁阳、邵阳、东安、零陵一带，由线状褶皱束间或夹有几个短轴背斜构成。山字型脊柱在衡阳盆地中伸展，表现为一些规模不大的东西走向的挤压带与平行褶皱。这个山字型是湘桂经向构造体系的变种，其特征是前弧宽阔发育，脊柱显得微弱。祁阳山字型构造显示由于东西方向的不均衡挤压、前弧内侧地块相对向**

西推挤形成。这是我国发现最早的，向西突出的山字型构造。

【祁吕贺兰山字型构造体系】 Qilian shan – Lüliangshan – Helanshan epsilon structural system **李四光（1929）提出，是一个规模巨大的山字型构造，它横亘于阴山—天山和秦岭—昆仑两个纬向构造带之间，前弧弧顶位置在六盘山南端的宝鸡以西。东翼循汾渭谷地往北东方向发展，由吕梁山—恒山褶带为主体，出现一系列平的褶皱束，在华北平原北面的燕山地区形成反射弧。西翼从同仁、循化等地区往西北，在祁连山地区由一系列平行的褶带组成，延至阿尔金山构成它的反射弧。山字型两翼对应发育着斜列方向相反的中新生代多字型槽地，与其相间的褶带相辅出现，形成以贺兰山、六盘山为脊柱，东西两翼互为犄角的态势。贺兰复式褶带是山字型构造脊柱的主要成分。这一庞大的山字构造在我国大地构造体系的轮廓中占有重要地位；作为我国中部一个大型活动构造体系，控制着它所波及的广大地区的地震活动。**



祁吕贺兰山字型构造体系与地震震中分布图

【武都山字型构造体系】 Wudu epsilon structural system **李四光（1951）首先提出，原称陇南系；指甘肃南部武都地区形状似“山”字的构造体系。它的前弧弧顶位于武都一带，宽约30余公里，前弧主要由若干条较大的弧形冲断层与其他压性结构面，以及与之横切的呈放射状展布的张断裂等所组成，脊柱位于礼县、武山及通渭、华家岭一带。主要特征是：①位处我国心腹地区，是不同构造体系的复合地带；②横向来看，属于秦岭—昆仑纬向构造带内一系列山字型或弧形构造的一个；纵向来说，又是我国中部一系列山字型或弧形构造的组成部分，③前弧两翼曲度不同，东翼较陡，西翼较缓；④前弧相当宽阔，发育良好，相对说来，脊柱要微弱得多；这正是这类依附于纬向构造带（或经向构造带）而形成的山字型亚型的共同特征。它反映了我国中部曾经发生过自北而南的推挤作用。**

【马兰峪山字型构造体系】 Malanyu epsilon structural system 孙殿卿等（1955）提出，又称京东山字型构造。它的前弧展布于北京之东，河北蓟县、遵化一带，表现为由一套震旦纪地层构成的弧形挤压带（包括冲断裂）；在马兰峪东北茅山一带，相当于脊柱部位的太古代片麻岩中发育有南北向片理和挤压破碎带。对于这个山字型不同部位的断裂带和片理带进行的同位素年龄测定和岩组分析，进一步肯定了它们之间的成生联系。

【京东山字型构造体系】 Eastern Beijing epsilon structural system 即“马兰峪山字型构造体系”。

【山东山字型构造体系】 Shandong epsilon structural system 展布于山东境内时代不同范围大致相重叠的两个山字型构造。前者主要是由太古界变质岩形成的复式褶皱和片理所表现出来的基底山字型构造；后者主要是由古生代和中生代地层的断裂所构成的盖层山字型构造。两者的分布大体是一致的：它们的前弧西翼在鲁西，东翼在鲁东循黄海西岸伸展，其脊柱和沂沭断裂带的部位大致相当。所不同的是：新山字型前弧顶部较老山字型略往南突出，同时它的脊柱也穿过了老山字型前弧的顶部。

【延边山字型构造体系】 Yanbian epsilon structural system 它的弧形褶带西起敦化六棵松，往东南经安图、和龙至延吉以南地区，而后折向北东经朝鲜至珲春的牛心顶子，延伸约250公里；其脊柱在汪清白草沟一带，向南延伸到延吉盆地的北缘，长约35公里；马蹄形盾地在延吉至龙井一带，由中生代盆地构成，面积约1500平方公里。

【本溪山字型构造体系】 Benxi epsilon structural system 前弧分布于青城子，宽甸以北、本溪草河口和辽阳一带，弧顶大致在庙阳以北，南北宽约30—40公里，它的主要组成成分包括数条向南突出的弧形冲断层和一些规模较小的压性构造，脊柱位于清河城、田师付、马鹿沟一带，由一条列近南北向冲断层所组成。

【欧亚山字型构造体系】 Eurasian epsilon structural system 李四光（1929）提出，展布于欧亚大陆的巨大山字型，其弧顶位于喀拉库姆南面；构成西翼的复杂褶皱带越过里海直到黑海以北；它的东翼受到干扰，向东断续延到我国准噶尔西北边缘的界岭、直抵阿尔泰诸山脉，形成东翼反射弧；它的北面，正对着弧顶的南北向乌拉尔山脉，是这个山字型的脊柱。脊柱东西两侧，分别出现巨大的西伯里亚地块和俄罗斯地块，成为这个山字型相对稳定的马蹄形盾地。这个横跨欧亚的山字型在晚古生代末期已经形成，直到现在还继续活动，并控制着这个地区的地震发生。

【托罗斯—阿那托里亚山字型构造体系】 Toros – Anatolia epsilon structural system 位于土尔其西部濒临地中海的地区，由托罗斯山脉构成一个完美的前弧；它的脊柱是阿拉托里亚中部的复杂褶皱山脉。这个山字型大约在第三纪初期开始形成雏型，到阿尔卑斯运动时期基本完成。

【赫伦山字型构造体系】 Hellen epsilon structural system 一个以爱琴海南面的克里特岛为弧顶的山字型，它西翼经过希腊西部，形成爱奥尼亚和品都斯等褶皱带，再向西北进入阿尔巴尼亚西南部，斜穿过亚得里亚海达到意大利。它东翼经卡索斯岛南部和罗兹岛，时隐时现地延到土耳其，在西土耳其山字型脊柱地区，形成东翼反射弧。这个山字型的脊柱在爱琴海南部的基克拉迪群岛出现，是由东西向挤压形成的棋盘格式构造。

【伊朗—阿富汗山字型构造体系】 Iran – Afghanistan epsilon structural system 这个山字型西翼由伊朗山脉构成；阿富汗和巴基斯坦间的褶皱山岭，包括苏莱曼山和兴都库什山的东北段，是它的东翼；在阿富汗和伊朗之间一系列斜列的山岭沿南北向展布，构成它的脊柱。这个山字型是第三纪后期形成的。

【英格兰山字型构造体系】 England epsilon structural system 英格兰中部的一个古生代末期形成的山字型。西翼位于英格兰和威尔士之间，在北威尔士形成反射弧；弧顶和东翼被埋伏在侏罗纪以来的沉积物之下。据古地理研究和物探结果表明，它绕过牛津郡而达到沃希海湾附近。构成英格兰背脊的奔宁山脉，是这个山字型的脊柱。

【辛辛那提—蓝岭山字型构造体系】 Cincinnati – Blue Ridge epsilon structural system 美国东南部地下埋伏的一个大型山字型构造。它的脊柱被称为辛辛那提轴；东翼复合在阿帕拉契亚褶皱带的西南部；西翼受较新地层的掩覆和干扰。这个构造体系，从石炭纪开始出现，二叠纪已经形成，到侏罗纪有所发展。

【小江入字型构造】 Xiaojianglambda – type structure 在云南东部由会泽城以西经过寻甸直到南盘江上游，有一条长达 260 多公里，走向南北的大断裂。这条主干断裂的东面出现大批北北东方向的分支断裂和褶皱，它们均与主干断裂斜交，但不越过主干断裂，并和主干断裂一起组成入字型构造体系。

【圣安德列斯人字型构造】 San Andreas λ – type structure 由北美洲西部北北西—北西向的圣安德列斯平移断层为主干断裂，同它东边一系列北西—北西西向分支褶皱所组成的入字型构造。它们所夹的锐角尖指向北，表明主干断裂发生过东侧相对向南的水平扭动。圣安德列斯断裂属于阿拉斯加—科迪勒拉歹字型构造的成分；它的扭动在侏罗纪后期已经开始，到现在还在断续活动，1906 年旧金山的大地震，就是由于它的活动产生的。

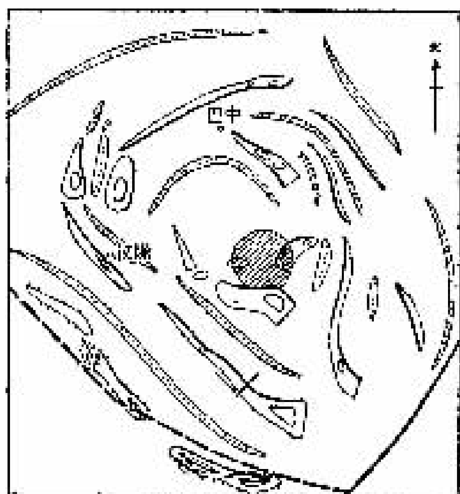
【菲律宾入字型构造】 Philippine λ – type structure　由菲律宾群岛东边北北西向的主干断裂和它西面的北东向压性分支构造，包括巴拉望岛和苏禄群岛等所组成的一个大型入字型构造。它指示菲律宾西南部曾发生相对向南的水平扭动。

【陇西旋扭构造】 Longxi rotational shear structure　又称陇西系构造。它是一个大型的帚状构造体系。组成这个体系的最突出的旋□褶带，就是整个六盘山山脉，包括它向西北方向延长到景泰，以及古浪以南的乌鞘岭部分。此外，还有两条规模相当大的旋□褶带。这些旋扭褶带，和它们之间的中、新生代盆地以及相关的弧形压扭性断裂带，构成了一个旋扭构造体系。按照压扭构造的规律推断，陇西系外旋方向是顺时针的，它的内旋方向则是反时针的。但是也有人根据野外观察，认为是相反方向旋扭的扭动构造体系。

【鲁西旋扭构造】 Western Shandong rotational shear structure　又称鲁西系构造。是一个规模较大的帚状构造体系。分布于山东的西部，自潍县至沂河一线以西的地区。它的主要组成成分是呈弧形展布的断裂带，按照张裂构造的规律和派生入字型构造等推断，鲁西系外旋方向是顺时针的，而它的内旋方向，是反时针的。

【宋梁山旋扭构造】 Songliangshan rotational shear structure　展布于甘肃皋兰县北部，宋梁山和青石山地区的旋扭构造。它东西宽20多公里，南北长约15—16公里。主要由南山变质岩系构成，这一岩系包括变质程度不等的各种岩石及其间的侵入体，环绕着位于它的西南方面的一个主要由火成岩构成的区域而形成半环状排列。这是一个旋轴直立的水平旋扭构造体系，旋□层往东南方面收敛，往西北撒开。

【巴中—仪陇旋扭构造】 BazhongYilong rotational shear structure　展布于四川北部平昌、巴中、仪陇地区侏罗纪和白垩纪红层中出现的大型莲花状旋扭构造。直径约一百公里。它由平缓的弧形褶皱参差不齐地环列组成。环状褶带所环绕的中央部位是一个磁力高，为基底岩层隆起的地区，与旋扭构造的砥柱相当。

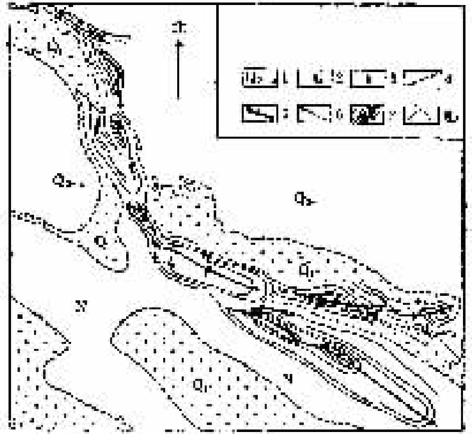




巴中—仪陇旋扭构造
1.不对称背斜；2.向斜；3.断裂；
4.隐伏隆起

【澳洲旋扭构造】 Australian rotational shear structure 是地球上最大的帚状构造，以澳洲为巨大砥柱，由围绕着它的弧形列岛所构成。这些弧形列岛包括西南太平洋的伊里安岛，美拉尼西亚岛弧和密克罗尼西亚岛弧、汤加海堤以及新西兰南北两岛等。这些沿着压扭性构造形成的岛弧体系表明，西太平洋相对澳洲大陆曾发生过大规模的反时针旋扭运动。

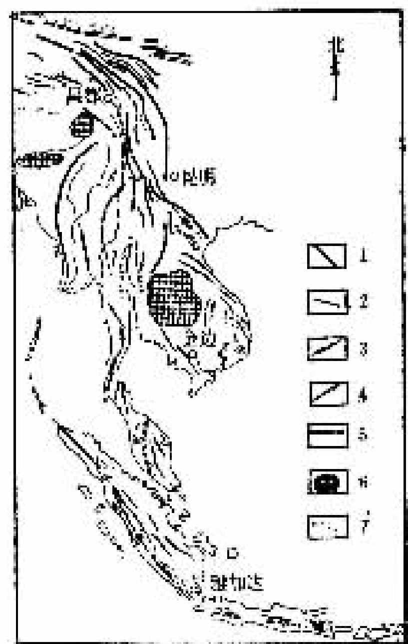
【水鸭子墩反S型构造】 Shuiyazidun reverscd S – shaped structure 孙殿卿等（1956）提出，指柴达木盆地北部的一个反S型构造。整体呈北西方向，延伸达百余公里，由十一个背斜组成。这些背斜呈雁行状排列，中段背斜彼此错开的步调和端部错开的步调相反。这个雁行状背斜群的轴向辗转弯曲，构成了一个形象显著的反S形，显示这个地区曾发生过旋扭运动。所属背斜，从西北到东南有由小至大、由老而新的变化趋势。它们都由新生代地层形成，老第三系、新第三系和老第四系都被卷入，上下构造的位置和形象虽大体相似，但三者之间存在着地层角度不整合和构造不整合，显示这个地区的旋扭运动具有继承性和阶段性的特征。



水鸭子墩反S型构造
1.新第四系；2.老第四系；3.新第三系；4.压性断裂；5.背斜轴；6.压扭性断裂；7.地层圈闭线；8.地层分界线

【青藏滇缅印尼歹字型构造】 Qinghai – Xizang（Tibet） – Yunnan – Burma – Indonesia eta – type structure 李四光（1929）提出，简称青藏歹字型构造、曾称康藏歹字型构造，为分布于我国西南部和东南亚太平洋、印度洋分界地带的歹字型构造。从青海、西藏，经过川西、滇西和缅甸，直到安达曼、尼克巴、马来半岛和印尼群岛，都属于它的范围。它的主要特征为：①规模异常宏伟，构造成分复杂；所属强烈构造带往往由倒转褶带和逆冲断层组成，大都向北倾斜，一个接一个由北向南推覆。②有复杂的构造演化。至少在古生代末期就已具雏形，控制了三叠纪巨厚的海相沉积；三叠纪晚期强烈的印支运动，使整个歹字型构造体系范围内普遍发生区域变质，并沿大型断裂带形成十分宽阔的动力变质带；燕山运动持续强烈活动；新生代全面隆起形成今日巍巍壮观的青藏高原；近代仍有显著的活动性，控制着地震的发生。③自北而南，区域强烈活动带的形成时期依次变新，海浸范围循序退却，地层层位相应升高，构造强度逐渐增强，岩浆活动越趋频繁。④属压扭性构造带，走向断层曾发生显著平移活动。⑤出现于中国大陆西缘，环绕着印度洋刚性地块。⑥头部曲度大，旋扭作用强烈，有许多次一级旋扭构造相伴生；中部近南北走向，头部与尾部近东西延展，它们

分别与经向构造带和纬向构造带相复合；尾部终止于赤道附近，并有形态完美的班达海旋涡状构造伴生。做为一个巨型歹字型构造，虽具有反 S 形形象，但它和反 S 型构造是有区别的。（参见“歹字型构造”）。

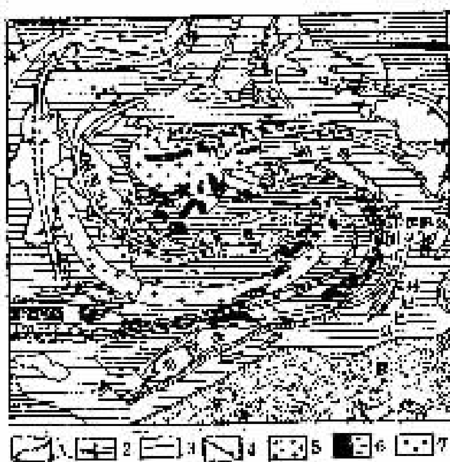


青藏滇缅印尼歹字型构造
1. 压扭性断裂；2. 张扭性断裂；3. 背斜轴；4. 向斜轴；5. 纬向构造；6. 穹隆；7. 火成岩分布地区

【阿拉斯加—科迪勒拉歹字型构造】 Alaskan – Cordilleran eta – type structure 李四光（1929）提出，它的头部由阿拉斯加褶皱带和它北面的褶皱山系所构成；中部以科迪勒拉褶皱带为主体，分为两支：西支为海岸山脉，东支以落基山为代表；尾部经墨西哥、危地马拉和洪都拉斯等地后，进入加勒比海。这个歹字型特点：①规模异常巨大，构造成分复杂；②具有复杂的构造演化，白垩纪末期有强烈构造运动，直到观在仍保持着活动性，近代强烈地震常沿这一构造带发生；③属压扭性构造带，走向断层曾发生巨大平移活动；④出观在北美大陆西缘，环绕着太平洋刚性地块；⑤中部走向北北西，尾部近东西；尾部终止于赤道附近，并有形态完美的加勒比海旋涡状构造伴生。作为一个巨型歹字型构造，虽具有反 S 形形象，但它和反 S 型构造是有区别的。参见“歹字型构造”。

【白云山庄莲花状构造】 Baiyunshanzhuang lotus – form structure 李四光（1957）提出，位于大连市西部马兰桥东南白云山庄附近，是一个相当典型的莲花状构造。围绕白云山庄的东南山地，有几道新月形和环形的沟谷，把附近的山地切成重重叠叠的环形低缓山岭，每一条环形沟谷都是沿垂直的环形横冲断面形成的。那些环形断裂面的两旁，往往有分支断裂、拖曳观象或帚状构造，指示环形断裂面的两边发生过显著的水平错动。这一个构造体系全部都发育在震旦纪石英岩中，直径约一公里多。根据这些环形扭裂面的收敛、撒开方向，显示这个地区曾发生过外旋方向顺时针旋扭运动（图见 230 页）。

【班达海旋涡状构造】 Banda sea whirl structure **分布于印度尼西亚。围绕着班达海出现几串弧形列岛、弧形山脉和弧形深海槽；构成了一个颇为完整、极为壮观的旋涡状构造。班达海做为旋扭运动中心的旋涡，凹陷很深，达七公里以上。这个旋涡状构造自第三纪以来形成，反映了东南亚南部相对澳洲大陆发生过一场强烈的反时针水平扭动；它出现在青藏滇缅印尼歹字型构造的尾端，其形成也和青藏滇缅印尼歹字型的存在密切相关。**



班达海旋涡状构造
1. 陆棚边缘；2. 隆起带；3. 断层；4. 沪断界；5. 重力异常带；6. 重力负异常带；7. 新生代火山

【加勒比海旋涡状构造】 Caribbean Sea whirl structure **南北美大陆之间，由一大群弧形列岛组成的一个大型旋涡状构造。这些弧形列岛包括巴哈马群岛、大小安的列斯群岛和南美北岸附近的许多岛屿。东加勒比海做为旋涡，形成了一个内陆深海槽。这个旋涡状构造反映了外旋反时针扭动，是由古巴岛南面和南美洲北面存在的巨型平移断裂的相对水平位错派生的；它出现在阿拉斯加—科迪勒拉歹字型构造的尾端，其形成也和阿拉斯加—科迪勒拉歹字型的出现有关。**

【大义山式断裂】 faults of Dayishan trend **李四光、吴磊伯（**1948**）提出，指我国东部普遍发育的一系列中生代形成的北北西向断裂，其力学性质开始为扭性，并常转化为扭性兼张性，它与北东东方向的泰山式断裂相共轭构成** X **断裂，属于新华夏系的伴生构造。因湖南大义山而得名，那里沿这个方向断裂有花岗岩分布。**

【泰山式断裂】 faults of Taishan trend **李四光提出，指我国东部广泛存在的一系列中生代产生的北东东向断裂，其力学性质开始为扭性，并常转化为扭性兼压性。它与北北西方向的大义山式断裂相共轭构成** X **断裂，属于新华夏系的伴生构造。因泰山而**

得名，但后来工作表明那里的北东东向断裂并不属泰山式。

【杭州棋盘格式构造】 Hangzhou chess－board structure 吴磊伯提出（1941），在杭州地区发育有两组扭性断裂，一组走向北北西（北10°—20°西），另一组走向北东东（北70°—80°东），两组断裂经常伴生。前者延续较短，后者较长，它们组成棋盘格式构造。

杭州棋盘格式构造

【福州棋盘格式构造】 Fuzhou chess—boardstructure 福州盆地由北东东向和北北西向两组共轭断裂组成的一个中等规模的棋盘格式构造。其中北东东向断裂属扭压性，北北西向断裂系扭张性，实际与泰山式构造和大义山式构造分别相当，都属于新华夏系的伴生断裂系统。它们控制着中生代末期至新生代早期的中酸性—中基性脉岩带、动力变质带和福州盆地的高温热异常带，并制约了基岩起伏以及第四纪沉积岩相和厚度变化。此外，由它们所造成的地貌景观和地质现象，还为福州城市建设奠定了基础。福州市整齐的街道网络主要是沿棋盘格式构造两个方向延展的。

【非洲棋盘格式构造】 African chess－board strueture 非洲巨大稳定地块上广泛发育着由北北东—南南西和北北西—南南东两组断裂组成的棋盘格式构造。前者称为昌巴尔（cham－balian）向，后者叫做哥达瓦里（godauarian）向。它们不仅严格控制了内陆盆地和大型裂谷的形态及河流、湖泊的分布，还决定着大陆的基本轮廓。它反映着长期以来，这个地区曾间断地或连续地受到东西方向的引张作用或南北方向的强烈挤压作用。

【智利中部棋盘格式构造】 Central Chile chess－board strueture 在智利中部，构成悬崖峭壁的四组扭性断裂面，双双组成两套棋盘格式构造。北东60°和北西30°的棋盘格式构造，反映了本区曾受到北西西—南东东方向的挤压；北东10°和北西90°棋盘格式构造，是北西—南东挤压作用的结果。两个棋盘格式构造是不同时期形成的，它们彼此重叠在一起，反映了地质历史时期构造应力场的变迁。

智利中部棋盘格式构造的一部分

构造级别、序次

【构造等级】 tectonico rder，strucrural order 又称构造级别，简称等级或级别。系指地质构造的规模大小。结构要素、构造地块和构造体系都有等级之分。构造等级按规模的相对大小，划分为一级、二级、三级……等，或分为巨型、大型、中型和小型等。一般在一个地区占主导地位的构造，列为一级构造，规模稍小的作为二级构造，依此类推。构造等级和构造序次的概念不同。一般说来，构造等级的级数不能和构造序次同等的次数依次对比。构造等级的划分，在矿产资源勘探、水文地质和工程地质等工作中，有一定的实际意义。

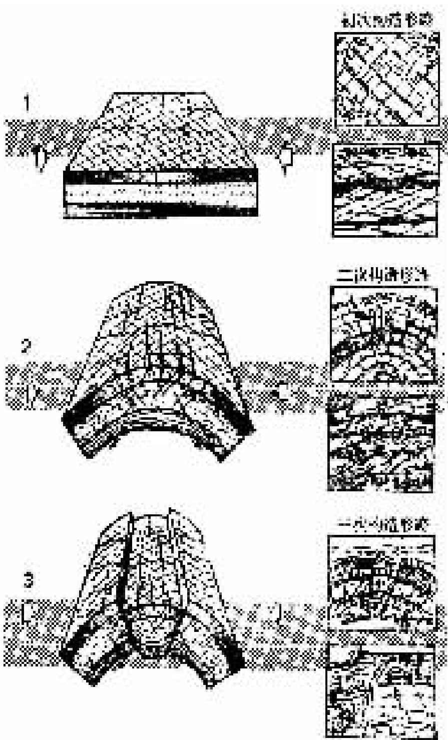
【构造级别】 tectonic order，strutrural order 即“构造等级”。

【高级构造】 highel order structure 按地质构造相对规模划分构造等级时，一般将一级构造、有时连同二级构造称为高级构造。一级构造指一个地区占主导地位的构造；规模稍小的列为二级构造，依此类推。结构要素、构造地块和构造体系，都有高级构造和低级构造之分。

【低级构造】 lower order structure 按地质构造相对规模划分构造等级时，规模小于二级的构造成分，统称为低级构造。结构要素、构造地块和构造体系，都有低级构造和高级构造之分。

【构造序次】 tectonic generation，structural generation 简称序次，曾称为世代、世序；李四光提出，表示在一场地壳运动中，同一动力作用方式持续作用下，构造形迹形成的世代关系。地壳岩石中每一点的应力状态是和它的边界条件密切相关的。当形变过程中局部边界条件发生了变化的时候，它内部一定范围内各点的应力作用方式，也必然跟着变更。所以，尽管构造运动方式不变，反映这种应力状态变化相继产生的各项构造形迹的力学性质和排列方位，也必然有所不同，并分别属于不同的构造世代。换言之，在同一运动方式作用下所产生的各种构造形迹，是一连串的现象，它们有主有从。习惯上把那些局部应力状态变化前产生的第一世代的构造，称为初次构造，由初次构造派生的构造，称做二次构造，依此类推。例如，在一个地区内，如果一个剪切断裂属于初次构造，由剪切断裂平移扭动产生的分支构造，就是二次构造。又如，一个地区在持续单向挤压作用下，褶皱以前产生的两组扭裂面，包括褶皱轴面本身，都属于初次构造；继之，随着背斜的拱曲，在它的顶部出现的纵张断裂，属于二次构造；如果进一步发展，轴部地块就会沿这些纵张断裂陷落，致使纵张裂面附近产生褶曲或分支断裂，它们都是三次构造。每一构造序次都代表一定方式的局部应力状态。和结构要素一样，构造地块

和构造体系也有构造序次之分。构造序次与“构造顺序”、“形成次序”等含义不同，它不是一个准确表达构造形成先后的概念；同一序次的构造不一定同时形成，再次构造也不一定晚于其他初次构造发生。构造序次和构造等级是两个不同的概念；不能按同等的级数和同等的次数相互对比。因为一级构造虽然大都属于初次构造，但不限于初次构造；反过来说，再次构造大都是低级构造，但也不限于低级构造。



构造序次的一种发展过程示意图

【构造世代】 tectonic generation，structural generation 即“构造序次”。

【构造世序】 tectonic generation，stractural generation 即“构造序次”。

【初次构造】 primary structural elements 在同一动力方式持续作用下，由于形变致使局部边界条件和局部应力状态发生改变之前所产生的第一世代构造，称为初次构造。初次构造一般是区内的主导性构造，又称主干构造，往往由它们构成区内构造骨架；再次构造是由它们派生的。例如水平岩层受到水平方向的挤压，开始形成的背斜和伴生的走向冲断层、横向张断层和斜向扭断层等，都属于初次构造。

【再次构造】 secondary structural elements 在同一动力方式持续作用下，由于形变引起局部边界条件改变，导致局部应力状态改变而产生的二次以上的构造成分，统称为再次构造。再次构造是由初次构造派生的，也可以叫做派生构造。再次构造分为新生的再次构造和转化的再次构造两类。例如，单向压力持续作用于平行岩层层面的方向，开始产生背斜形的挠曲，背斜轴面及其伴生的走向冲断层、横向张断层和斜向扭断层等，都属初次构造。当背斜发展到一定阶段，由于地层弯曲，它的顶部可能出现与背斜轴向相平行的纵张断裂，属于二次构造。如果进一步发展，在两个纵张断裂之间的地块，由于重力作用而陷落，致使陷落地块在纵张断裂面附近，产生局部的挤压面或分支断裂，都属于三次构造。上述的二次构造和三次构造，都是新生的再次构造。又如，由区域扭动作用形成的棋盘格式断裂，是两组扭性结构面，它们属于初次构造。当扭动作用持续进行时，其中一组，即和扭动方向角距较小的那一组，逐渐成为兼具张性的扭裂面；而另一组，即和扭动方向角距较大的那一组，就逐渐变成兼具压性的扭裂面。这两组结构面都是由旧的结构面经力学性质转化而成的再次构造。

【派生构造】 derivative structures 即“再次构造”。

【伴生构造】 associated structures 同一地质时期、同一动力方式作用下，地质构造现象是成群出现的，不论其形态和性质，不论其规模和序次，这些相伴出现的各种构造形迹，彼此统称为伴生构造。和“派生构造”一词含义不同，它不仅涉及不同序次（包括派生构造）之间的关系，也泛指同一序次各种构造成分之间的关系。

【构造序幕】 tectonic episode 李四光（1962）提出。简称序幕。同一场构造运动中有不同的发展阶段，构造形变等各种地质现象和各种地质作用也一幕接一幕地发生，每一阶段称为一个构造序幕。构造序幕与构造序次的含义不同；构造序幕的幕数与构造序次的次数，通常并不相当。构造序幕是个时间概念；构造序次则反映同一外力作用方式下，随地应力状态逐步变化所产生的不同地质构造的世代关系，不具有绝对的时间涵义。一般说来，同一序次构造大多为同一构造序幕产物；但是同一构造序幕却可以形成众多的不同序次的构造。

【结构面力学性质转变】 change of mechanicalproperties of astructural plane 同一结构面力学性质先后发生变化的现象。一个构造体系在它形成过程中和形成以后，都经历了复杂的演化，致使结构面力学性质常常发生变化。结构面力学性质变化有两种情形：①同一方式外力作用下，同一构造体系不同序次中，结构面力学性质发生变化。这种现象很常见。例如，在区域扭动作用下形成的两组共轭断裂都是扭性结构面，当扭动作用持续进行时，和扭动方向夹角较小的一组，逐渐变为扭性兼张性结构面，另一组逐渐变为扭性兼压性结构面。有人将这种现象称为结构面力学性质转化。②不同地质时期、不同方式外力作用下，结构面力学性质发生变化的现象。例如，我国豫西地区的东西向断裂，燕山运动以前主要表现为压性，是纬向构造带的成分；自燕山运动以来，一些东西向断裂变化为明显张性，归并入新华夏系构造。这两个概念彼此是有区别的。

【构造体系等级】 order of structu ral system 构造体系的规模大小。参见“构造等级”。

【构造体系序次】 generations of structural system 表示一场地壳运动中，同一动力方式持续作用下形成的构造体系之间的世代关系。一个区域占主导的构造体系，往往派生出一系列第二世代、第三世代的构造体系；前者是初次构造体系，后者为二次或三次构造体系，统称再次构造体系。

构造复合

【构造复合】 compounding of structures，tectonic syntaxis ❶构造体系复合的同义词（参见“构造体系复合”）。❷一切地质构造现象彼此之间的各种关系，即包括结构要素的复合和联合、构造地块的复合和构造体系的复合和联合等。

【构造体系复合】 compounding of structural systems，tectonic systems syntaxis 这个概念由李四光（1945）提出，当时称为构造系统联合。它们与后来所称构造体系联合的含义有所不同。❶同一地区，不同或相同构造体系、相同或不同构造成分间相互重叠、穿插或干扰的现象。最初包括重接、斜接、反接和截接，1962 年又重新厘定为归并、交接（包括重接、斜接、反接和截接）、包容和重叠四类。互相复合的构造大都各自基本保持其固有特征；它们所涉及的范围大多不一致，形成的时期大都不相同。❷构造体系及其所属构造成分之间所有重叠、穿插、干扰和联合的现象，既包括上述狭义的构造体系复合，又囊括构造体系联合。互相复合的构造涉及的范围一般是不一致的，也可以是大体相同的；形成的时期可以不同，也可以是同时代的。❸专指构造体系之间的复合，即不包括结构要素复合和构造地块复合。此外，有时又将构造体系复合分为“系内复合”（同一构造体系各种构造成分间的复合）和“系间复合”（不同构造体系构造成分间的复合）。构造体系复合的研究，对了解相互复合构造的时空关系、区域构造体系的形成过程，乃至划分构造体系都是重要的；对探索矿产分布规律和区域构造稳定性等课题，也有现实意义。

【归并】 incorporation 构造复合现象的一种类型。较老构造体系的部分或所有成分，没有或仅经过轻微改变而并入另一个较新构造体系；或者同一体系中前一构造序幕的成分并入后一构造序幕的成分，都称为归并。“追踪断层”是最常见的一种归并现象，它是追踪两组扭性破裂形成的一种锯齿状张性断层。

【追踪断层】 trailing of faults 一部分较早出现的两组扭性断裂，一段一段地被较晚出现的张断裂所利用，而形成的一种锯齿状断裂。追踪断层属归并复合关系的一种类型；是同一方式的构造运动过程中，同一序次构造成分间的归并。



追踪断层

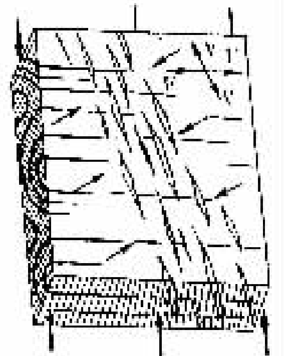
【交接】 conjoin 构造复合现象的一种类型。两个不同时期的或同时发展的构造体系的主要构造成分，互相重叠、穿插和干扰的关系，都称为交接关系。根据两个构造体系的压性构造成分，特别是褶皱、冲断层或挤压带等的空间方位和彼此影响的情况，李四光把交接复合分为重接、斜接、反接和截接四种。此外，还有一种限

制关系也属于交接复合。研究交接关系可以查明所属构造成分的时间早晚和空间分布特征。

【重接】 superimposition 交接复合的一种。两个不同时期构造体系的主要构造成分，主要是褶皱、冲断层或挤压带等，走向彼此一致地重合在一起，并且都不发生构造面貌和构造方位的改变，称为重接。

【斜接】 juxtaposition 交接复合的一种；两个不同时期构造体系的主要构造成分，主要是褶皱、冲断层或挤压带等，走向彼此稍微不同，并且都不发生构造面貌和构造方位的改变，称为斜接。

【反接】 transposition 交接复合的一种。两个不同时期构造体系的主要构造成分，主要是褶皱、冲断层或挤压带等，走向彼此显著交叉，并且都不发生构造面貌和构造方位的改变，称为反接。例如，一组冲断层横切另一线冲断层，或横跨褶皱，都属于反接复合现象。



反接之一例
FF，岩层走向，VV，小型岩脉和劈面走向

【截接】 interposition 交接复合的一种。不同时期反覆活动或同时发展的两个构造体系的主要构造成分，主要是冲断层或挤压带等，互相切断或互相干扰，致每一段落或多或少地改变其构造面貌和构造方位，称为截接。

【限制】 restraint，restriction 构造体系复合的一种。两个不同时期的构造成份，走向彼此显著不同，较晚构造终止于较早构造的复合现象；这种现象因系受较早构造界面的“限制”所致，故名。较晚构造称为被限制构造，较早构造叫做限制构造。限制构造可以是次生构造或原生构造，被限制构造大都是次生构造。最常见的限制关系出现于灰岩与白云岩互层中，质地较坚的白云岩中的张裂隙，常终止于层面构造，这种复合现象也见于脉状矿床中。根据限制关系可以判断复合构造成分的相对时期。

【横跨褶皱】 cross – folds 又称重褶曲，两个不同方向的褶皱或褶皱束互相叠加的现象。相互横跨的褶皱，大都是不同时期产生的，但也有同时代或大体同时代形成的。它们的规模大小悬殊。由于褶皱叠加作用，正向构造和负向构造（如构造穹隆、背斜高点和构造拗陷、沉降盆地等）交错出现，致使受它们影响的地层呈复杂而有规律地分布。

【包容】 conltainment 构造复合现象的一种类型。一个构造体系内含其他构造体系全部或部分构造成分的现象，称为包容。被包容的如果是完整的构造体系，其形态必与包容它的构造体系□然不同；其时代比包容它的构造体系可能较老，也可能较新。被包容的若是构造体系的一部分（如一部分结构要素、褶皱或所夹地块等），其结构必和

包容它的构造体系格格不入；其时代一定比包容它的构造体系为老。严格地说，派生构造体系与产生它们的构造体系之间，不属于包容复合关系。

【重叠】　overlaying　构造复合类型之一。一个相对隆起与沉降作用显著的较新构造体系，全部或部分叠加在一个较老的构造体系之上的现象，叫做重叠。在隆起上升的地区原来构造体系的构造成分似乎显得加强了，在相对沉降的地区原来构造体系的构造成分似乎被削弱了，但实际上原来的构造体系并没有加强或削弱。

【构造联合】　conjunction of struc – tures. tectonic syntaxis　❶构造体系联合的同义词（参见“构造体系联合”)。❷同一地区两种（或两种以正）不同方式构造运动叠加形成各种构造的现象，即包括结构要素联合和构造体系联合等。

【构造体系联合】　conjunction of structural systems　李四光（1945）提出，当时称为构造系统联合（tectonic syntaxis)。❶原指构造体系及其所属构造成分彼此重叠、穿插、干扰等现象，最初分为重接、斜接、反接和截接，1962 年又重新厘定为归并、交接（包括重接、斜接、反接、截接)、包容和重叠四类。因与后来所称的狭义构造体系复合含义相当，已被其取代。❷同一地区两种（或两种以上）不同方式构造运动叠加形成构造体系的现象。例如，中国东部的若干联合弧，就是新华夏系与纬向构造带的两种运动方式联合形成的。联合产生的构造体系，其规模可大可小，其结构或简单或复杂；但是一定或多或少显示出原来两个（或两个以上）构造体系的固有特征，又和它们有若干明显差异，并以具有折衷构造形象为其突出特色。因此，它所属的结构要素可以是直线的，也可以是弧形的，甚至是不规则或扭曲的。产生构造体系联合现象有两种情形：①两种不同方式的力作用于相邻地区，其毗邻地段却同时受到两种方式作用的影响；②两种方式的力分别作用于范围不等的同一地区，即一种方式的作用范围仅限于另一方式所作用的局部地区，使这个局部地区同时受到两种方式作用的影响。无论那种情形，在出现联合构造的周缘地区，都必定存在与联合构造密切相关的、非联合成因的、正常构造形迹。研究构造体系联合，有助于理解它们的产生过程和形成方式。

【联合构造体系】　conjunct tectonic systems　由构造联合作用形成的构造体系。联合构造体系的结构可以很简单，也可以较复杂；形态可以是直线的，也可以是弧形甚至是扭曲的。例如新华夏系和经向带联合产生的介于两者之间的轴向构造，是简单直线形的；新华夏系与纬向带联合产生的联合弧，是曲线状的。它们的规模悬殊，有的很小，有的则很宏伟；青藏滇缅印尼歹字型其实就是巨型的联合构造体系。

【联合弧】 conjunct arc 是构造联合现象的一种类型。李四光（1945）提出。指同一地区，由形成两个构造体系的不同方式的构造运动叠加而产生的弧形构造。如出现在亚洲大陆东部边缘的一系列岛弧，蒙古高原东南缘、山西陆台东南缘、贵州高原东南缘的弧形构造等，至少一部分是由造成新华夏系和纬向构造带的两种构造运动方式联合形成的。

【限制弧】 restriction（constraint） arc 又称牵制弧。由于边界条件限制，致使构造形变在边界附近适应其边界状态而产生的弧形构造。限制弧规模有大有小，我国东部一系列新华夏系隆起带，在巨型纬向带附近弯曲成弧的现象，有人认为，它们中一部分可能是受到巨型纬向带限制而产生的大型限制弧。

【牵引弧】 drag arc 由断裂牵引作用而形成的弧形构造。牵引弧的规模可大可小。以往多注意中小型牵引弧。随着地球表层巨大平移断裂系研究日亦深入大型牵引弧也有发现。例如，在我国巨大的阿尔金平移断裂系的南缘，就有一系列颇具规模的牵引弧，成为这个地区的一个显著构造特征。又如，也有人认为燕辽弧和宁镇弧等就是郯城—庐江断裂的大型牵引弧。在许多地区都可以见到：沿断裂带由一系列牵引弧形成构造线和地区体的线性扭曲带，它们实际就是巨大平移断裂系的一种显著标志。牵引弧的研究，对探讨断裂带的运动方式，确定半隐伏断裂带的存在，都很重要。

【构造整合】 structure conformity 不同时期岩层的构造形变彼此协调同步的现象；即不仅构造方位相同，而且褶皱形态一致，中间又不存在“构造脱顶”或上下构造不符合现象。它表明这些不同时期岩层的形变是同期的，同属于一个构造体系的构造成分。构造整合与地层整合的概念不尽相同，它是从构造形变而不是地层接触关系的角度出发的。一般说来，新老岩层构造整合时未必地层整合，也可以表现为地层平行不整合式地理不整合；反之，地层整合时也不一定构造整合，因为后期构造形变中也可以使新老岩层产生上下构造不符合或“构造脱顶”现象。

【构造不整合】 structure unconfor－mitty 新老岩层的形变彼此不协调，上下构造走向不同，褶皱形态不相一致的现象。其形成原因可能为：①新老岩层形变的时期不同，它们的外力作用方式和构造应力场：状态也不一样，各分属不同构造体系的组分；②在后期构造形变中新老岩层间产生的上下构造不符合，即“构造脱顶”现象。构造不整合与地层不整合的概念不同，它是从构造形变而不是地层接触关系的角度出发的。一般说来，上述前一种情形地层不整合往往伴随着构造不整合发生；后一种情况下，尽管构造不正合十分显著，却没有地层不；整合存在。不过，在区域地层不整合广泛出现时，大都存在构造不整合现象。

【构造脱顶】 décollement，decoupling 由于后期构造运动而形成的上下构造形变（主要是褶皱）不一致，或上下构造错位的现象；地球表层构造脱顶现象相当普遍，一

般上层较下层褶皱变形剧烈，表明它们不是垂直升降运动的产物，而只能由水平作用力所形成，是地壳水平运动主导性的证据之一。究其实质并非构造脱顶，而为构造脱底。许多含油气盆地中的储油储气构造与构造脱顶现象有关。

【边缘弧】 marginal arc 大陆边缘的弧形构造带。在亚洲大陆相当发育，有向东南凸出的边缘弧和向西南凸的边缘弧两种；反映着地球表层大陆地块向大洋方面的水平推挤作用。

【向东南突出边缘弧】 southeastfacing lnarginal arc 东亚大陆内部和边缘一系列向东南方向凸出的弧形构造带。常见于大型地块边缘，如一系列岛弧；蒙古高原东南边缘、山西陆台东南边缘和贵州高原东南边缘的弧形构造等。它们总体呈北北东—北东方向延展。其成因有不同认识：①新华夏系和纬向构造联合作用产生的联合弧；②新华夏系构造形成时受纬向构造带限制形成的限制弧；③新华夏系构造径纬向构造显著平移牵引所形成的牵引弧。这些认识的共同点，即它们是新华夏系轴向构造受到纬向构造带的显著影响或强烈干扰的结果。由于纬向构造带彼此有一定间隔，因此它们被等距地分割成若干段落，每一段落各自形成一个完整的弧形，而具有明显规律性。它反映着中国大陆向太平洋方向强烈推挤的运动趋势。这不仅对大陆内部弧形成因，也对有争议的东亚弧形列岛的展布规律和形成机制，作出了新的解释。

【向西南突出边缘弧】 southwest facing marginal arc 亚东亚大陆南部的向西南（主要向西）凸出的弧形构造带。在中南半岛西部相当发育，反映着亚洲大陆东部，尤其是东南部向西南，（主要向西）的推挤作用。

【燕山联合弧】 Yanshan conjunct arc 大兴安岭南端燕山地区的一套向东南凸出的弧形构造。这些构造线自北而南由北北走向逐渐转为东西向。从它自身的构造特征及其与其他构造体系的关系看，其成因大概与新华夏构造体系、阴山纬向构造带有关，是由形成这两个构造体系的外力的联合作用所形成，故名（邵云惠等）。

【普安联合构造体系】 Puan conjunct tectonic system 贵州普安地区的一个由山字型构造应力场和旋扭构造应力场叠加而形成的构造体系。其特征是既不符合于山字型构造的正常形态，也不显示典型旋扭构造的典型形象；同时又具有山字型构造和旋扭构造的特点。当地出露的三叠系以及更老地层都被卷入了这一构造体系，可见它是中生代以来形成的联合构造体系。这种混合类型的构造体系，同时反映着两种不同方式的运动。

普安联合构造体系

岩石力学性质

【岩石力学性质】 mchanical properties of rocks 岩石在应力作用下所表现的弹性、塑性，弹塑性、流变性、脆性、韧性等力学性质。不同性质的岩石，它们的应力应变关系、塑性条件或破裂条件等都是不同的。由于各种岩石的组分和结构不一样，形成的年代不一样，其中还有许多裂隙，所以它们的力学性质相差很大。小块岩石与大块岩石，以及地块和岩块的各点之间，力学性质差别也很大，所以工程部门经常需要在现场上进行大型试验，确定当地岩石的力学性质。此外，岩石力学性质还受时间、温度、湿度、围压、加力的方式和快慢、变形的历史、以及岩石所处的周围介质情况等等因素的影响；这些问题还需要进一步深入研究。地块的变形与岩石的力学性质密切有关，力学性质不相同的岩石，即使在相同的力作用下，它们的变形还是不相同的，反之，变形相同的岩石，如果岩石的力学性质不相同，它们所受的力一定是不相同的。因此在地质学中，无论从已知外力和边界条件去推测地块变形，或者更经常地从地块的变形去推测地块所受的边界条件和外力，都需要了解当时当地的岩石力学性质。

【各向同性】 isotropy 又称“异向同性”，即某一物理性质在地块内某点的各个方向上均相同。地质力学中所说的各向同性，通常是指地块或岩石的力学性质在各个方向上相同。地质学中常把“各向同性体”称为“均质体”，这与连续介质力学中的“均匀”概念不同。在各向同性的物体内主应力方向与主应变方向是重合的，因此各向同性体力学问题的研究处理要比各向异性体方便。对各向异性程度不太大的那些地块或岩石来说，如果问题所要求的精确度允许的话，可以把它们近似地作为各向同性体来处理，否则就须按各向异性体进行研究。

【异向同性】 isotropy 即“各向同性”。

【各向异性】 anisotropy 又称“异向异性”，即某一物理性质在地块内某点的各个方向上不相同。地块的物理性质很多，有力学、热学、电学和磁学性质等等。地质力学中所说的各向异性，通常是指地块或岩石的力学性质。以沉积岩的杨氏模量 E 为例，沿岩层走向或倾向的 E 值一般都大于与层面直交的方向上的 E 值，所以对 E 值来说，沉积岩是各向异性的。试验指出，火成岩也呈现各向异性，但各向异性的程度不大。另外，断裂或褶皱等地质构造要素还往往使地块的各向异性程度增加。在各向异性的地块或岩石内，主应力方向和主应变方向不重合，因此地质学中把应变椭球三个主轴方向当作主应力方向的看法，只对各向同性的地块和岩石来说是正确的，对各向异性的地块或岩石来说是不正确的。

【异向异性】 anisotropy 即“各向异性”。

【理想刚体】 ideally rigid body 受外力作用，在任何机械运动过程中，点与点之间的距离在任何时刻都保持不变，因而其形状、大小都不变的固体。理想刚体内各处的应变等于零，但应力不一定等于零。实际并不存在理想刚体。为了处理某些实际问题的方便，在固体的变形对这些问题的结论无关紧要时，不妨把有关固体当作理想刚体来看待。但在研究地壳变形时，不能把地壳中的岩块和岩体当作理想刚体看待。

【弹性】 elasticity 指物体在外力作用下变形，当外力除去后，能够完全恢复原状的这种性能。弹性分理想弹性和非理想弹性。理想弹性是指这种弹性：在外力作用的同时，物体立即产生相应的全部变形；在外力解除的同时，相应的全部变形立即消失；当外力保持常量时，变形也保持常量。理想弹性变形是可逆过程，在它的应力和应变之间有一个确定的单值关系。根据这个关系的线性和非线性，理想弹性又分为线性弹性和非线性弹性。线性弹性的应力应变关系又称虎克定律。各向同性的弹性材料内主应力方向与主应变方向重合，而且当这种材料服从虎克定律时，它只有两个独立的弹性常数 E 和 υ 其中 E 称为杨氏弹性模量；υ 称为泊松比。实验表明，性质与流体越近似的物质，其泊松比 υ 的数值越接近 1/2。另一个弹性常数 G 称为剪切弹性模量或刚性模量，它与 E，V 的关系是

$$G=\frac{E}{2(1+\upsilon)}$$

非理想弹性是指这种弹性：物体受外力后并不立即产生全部弹性变形，而是随时间的延长逐渐增大弹性变形到应有的值；当外力除去后，它也并不立即恢复原状，而是随时间的延长逐渐恢复原状。这种现象也称为弹性后效。

【弹性体】 elastic body 具有弹性的物体。它的变形称为弹性变形。

【弹性后效】 elastic aftereffect，elastic afterworking 物体的非理想弹性现象。参见“弹性”。

【塑性】 plastic ity 又称范性。地质力学曾称它为柔性。指物体在外力施加的同时立即产生全部变形，但在外力解除后，物体的变形一点儿也不恢复，并且永远不会自行恢复的这种性能。

【塑性体】 plasticbody 具有塑性的物体。它的变形称为塑性变形。地质学把一切永久变形称为塑性变形，把能够产生永久变形的物体称为塑性体。常温常压下比较坚硬的岩石，在地壳深部高温高压下也往往成为塑性体，如图所示，坚硬的薄层石英岩发生显著的塑性形变。

【弹塑性】 elasticoplasticity 物体在外力施加的同时立即产生全部变形，而在外力解除的同时，只有一部分变形立即消失，其余部分变形在外力解除后却永远不会自行消失的这种性能。

【弹塑性体】 elasticoplastic body 具有弹塑性的物体。在弹塑性体的变形中，有一部分是弹性变形，其余部分是塑性变形。在短期承受逐渐增加的外力时，有些固体的变形分两个阶段，在屈服点以前是弹性变形阶段，在屈服点后是塑性变形阶段。地质力学根据在天然界和实验室中的观测所得，认为岩石在长期力作用下可以是弹塑性体，其弹性变形和塑性变形可以不分阶段同时出现。

【弹塑性变形】 elasticoplasti cde - formation 弹塑性体的变形。

【半粘性流动】 quasi - viscous flow 半粘性流体的机械运动称为半粘性流动。地质力学认为，在长期力作用下，岩块或地块的变形过程是一种半粘性流动，例如旋卷构造中的旋涡和山岳斜坡上软弱岩层的叠褶等。

【半粘性流体】 quasi - viscous fluid 粘性流体的一种。粘滞性流体流动时，流体内任一截面上，除了有压应力之外，还出现剪应力。剪应力与速度梯度（即速度随距离的变化率）不成正比的流体，称为半粘性流体。

【蠕变现象】 creep 物体在大小和方向都保持不变的外力作用下，其变形随时间增长而不断增加的现象。固体材料在不变化的外力作用下都会发生蠕变现象，其差别只是在于有的固体材料蠕变很慢，有的蠕变较快。温度对蠕变的快慢影响颇大，温度越高，蠕变越快。例如将一直杆的上端固定，在其下端挂一重物，此杆除了在挂重物时立即发生弹性伸长外，还随着时间的增长而继续伸长，并且温度越高，伸长得越快。岩石的蠕变现象可以从保留至今的古代建筑物中石件的永久变形看出，如石柱和石梁的弯曲；并可用实验证实。岩体和地块也有蠕变，但其具体规律必须从有关问题的现场试验得出。蠕变的宏观规律，有人利用数学中的积分方程来描写；也有人按照弹簧、阻尼器等元件所组成的模型列出微分方程来描写。至于蠕变现象的微观机理，目前还没有完善的解释。

【蠕变过程】 creep 蠕变现象中的长期变形过程。也简称蠕变。有时作为蠕变现象的同义词。参见“ 蠕变现象 ”。

【松弛现象】 relaxation 物体在变形保持一定时，其内部应力随时间增长而减小的现象。温度对松弛有影响，温度越高，松弛越快。例如一直杆的长度比两刚壁之间的固定距离 L 稍长，将直杆强制地装入两刚壁之间，在开始时，直杆与刚壁的接触面之间有相互作用的压力 P，在直杆内任一横截面上也有内压力 P；以后，随着时间的增长，这些压力的数值渐渐减小，而且温度越高时减小得越快。岩石和其它材料一样也会发生松弛现象。实际上，固体材料都会发生松弛现象，差别只在于有的松弛极慢，有的

松弛较快。松弛的宏观规律可以用积分方程来描写，也可以按照弹簧、阻尼器等元件所组合的模型列出微分方程来描写。目前对松弛的微观机理尚缺少完善的、能作出定量解释的理论。



薄层石英岩的塑性形变

【松弛过程】　relaxation　松弛现象中，应力长期减小的过程。也简称松弛。有时作为松弛现象的同义词。参见“松弛现象”。

【松弛时间】　relaxation time　直杆在应变保持常值 ε_0（或 γ_0）的松弛过程中，其应力由初值 σ_0（或 τ_0）逐渐减少到 0.36796_0（或 $0.3679\tau_0$）所需要的时间；精确地说，逐渐减少到$\frac{\sigma_0}{e}\left(\text{或}\frac{\tau_0}{e}\right)$所需要的时间，其中 e 是自然对数的底，$e = 2.71828\cdots$。松弛时间与温度及直杆的材料有关。松弛时间通常是表示材料松弛性能的一个特征量。

【流变性】　rheological behaviour　物体所具有的变形和流动的性能。这里所说的变形是指物体在受力作用的瞬间所发生的大小和形状的改变；这里所说的流动是指物体的变形程度随着时间的增长而发生的变化。流变性是物体最一般的力学性能，它把弹性、塑性、粘性流动等等都作为特例包括在内。实验指出，固体在力的长期作用下不但有变形而且在流动，固体和流体两概念之间没有绝对的界限。因此，物体的流变性研究十分必要，它在理论和实用方面都有很重要的意义。

【流变体】　rheological body　具有流变性的物体。弹性体、塑性体、粘性流体等等都是流变体的特例。

【岩石弹性表象】　elastic behaviour of rocks　岩石在自然条件下具有弹性的种种表现和现象。岩石的弹性表象主要有：①煤矿坑道中的岩爆现象，固然一部分与岩层厚度所产生的静压力有关，但是在许多场合，主要不在于岩层的静压力，而是强大近水平应力积累的结果。只有岩石具有高度弹性时，才有可能积累这么大的应力致使岩层发生爆裂。②大陆上不少地区有相当显著的布格重力负异常现象，这就是说那些地区还远没有达到重力均衡的状态，也说明那些地区保持有一定的弹性作用。③地壳岩石经常传播地震横波，特别是高频横波；传播这种高频横波的范围，有时达到三千公里的深度，而只有弹性物质才能传播横波。

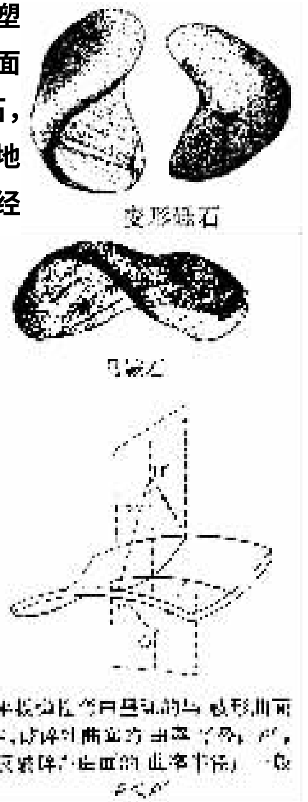
【岩石塑性表象】　plastic behaviour of rocks　岩石在自然条件下具有塑性的种种表现和现象。岩石的塑性表象主要有：①地震发生时，除产生各种高频率弹性波外，还有一种所谓塑性波，其频率较低，传播速度较慢，振幅较大，破坏性较强。这反映即使在极短的时间承受负荷时，岩石除弹性表象外，也同时具有塑性表象。②从全球整体看，大陆和海洋地区相当高的均衡补偿作用。③自然界岩石发生显著的塑性变形，可表现为

剧烈的倒伏褶皱、盘桓褶皱和各种复杂的扭曲等。④自然界中各种形态奇特的镶嵌砾石和变形砾石，如马鞍石、灯盏石和猴面石等。

【固态位移】 solid displacement（migration） 地壳中的固态岩体或矿体，形成以后又发生不同程度移位的现象。这种现象发生的必要条件是：①受到比较强烈的不均衡挤压。②固态岩体、矿体的塑性相当强；或者围岩的流变性十分显著。前者如柔软的煤层，受挤压后常沿裂隙形成宽度变化很大的“煤翅”；后者像坚硬的铬铁矿常离开含矿超基性母岩而孤立出现，形成各种形态奇特的无根岩体或岩块。

【工作硬化作用】 work hardening 物体受力作用后，内部发生变化而引起的脆化或老化的现象。地壳岩石在强大的动力作用下也会发生这种现象，使岩石的力学性质显著改变，从而影响到岩石的变形特征。例如，中生代形成的几套新华夏系构造，自老而新有依次表现为隆起－坳陷型、褶皱－断裂型和断裂的总趋势，显示这个地质阶段中岩石由塑性向脆性转化。

【变形砾石】 deformed pebble 在外力作用下产生高度塑性变形的砾石。变形砾石主要有两种类型：其一，表面呈曲面的砾石、如马鞍石、灯盏石，猴面石等。其二，为镶嵌砾石，变形砾石至少可以在两种地质环境中形成：第一种，较普遍地出现在冰川沉积物（是冰川作用下形成的）；第二种，富含于经历过剧烈构造变动地区的地层，是构造动力作用的产物。李四光首先注意并阐明研究变形砾石的意义，他强调指出：在冰川作用下形成变形砾石，当时的温度很低，从冰川的厚度估算出砾石所承受的压力也不大，每平方厘米一般还不到20公斤，说明低温低压状态下岩石的流变性，即只要作用的时间足够长，岩石也会发生显著的永久形变；进而对岩石是否存在基本强度提出了疑问。这对揭示自然条件下岩石的力学性质具有重要意义。


变形砾石

马鞍石

【马鞍石】 saddle pebble 变形砾石之一种，李四光命名，指一种上下具有两个曲面、形似马鞍状的变形砾石。它的特点是：①砾石凹面（破碎性曲面）弯曲度较大；砾石凸面（反破碎性曲面）弯曲度一般较小。②这两个曲面弯曲的方向相反，它们的对称轴面互相成直角。③砾石凸面弯曲显著的部分，虽是最易遭受碾磨和剥蚀的部分，但它的形状一般都保存良好；砾石凹面弯曲最急的部分，略形肥大，暗示由于弯曲而发生过挤压；弯曲砾石的两个曲面和侧面，受过统一的、均匀的撞击和剥蚀作用。这表明它们并非本来就是弯曲的石头，而是后来

经过冲撞和推挤而成的。马鞍石的出现，证明在冰川作用的低温条件下岩石本身是具有显著弹塑性的，其弯曲程度越显著，弹塑性能也就越强。

【灯盏石】　lamp－dish pebble　变形砾石之一种，李四光命名，指一种上下具有两个同向弯曲曲面、形似灯盏状的扁平变形砾石。它的特点是：①砾石凹面曲度大，砾石凸面曲度一般较小。②上下两个曲面弯曲方向协调一致。③有的灯盏石有裂缝伴生。灯盏石在冰川沉积物中和剧烈构造变动地带常常可以见到，是岩石具有显著塑性的一种表现


灯盏石

【猴面石】　monkey face concave pebble　变形砾石之一种，是一种不规则形状的、具有一个明显凹面、形似猴面状的变形砾石。这种砾石在冰川沉积物中和剧烈构造变动地带常可见到，是岩石具有高度塑性的一种表现。

【镶嵌砾石】　inlaid pebble　变形砾石之一种，是由两颗大小不等的砾石彼此互相顶进（或一颗砾石压入另一颗砾石），而在砾石表面形成凹槽或压坑，并彼此结合在一起形成的砾石组合，称为镶嵌砾石。两粒砾石成份可以是相似的，也可以是完全不同的。这种砾石在冰川沉积物和剧烈构造变动地带都可以找到，表明被嵌入的砾石具有高度塑性。


镶嵌砾石

构造应力场

【外界】　surroundings　参见“边界条件”。

【边界】　boundary　见“边界条件”。

【边界条件】　boundary condition　通常把研究对象以外的其它物体称为外界；把属于研究对象本身且与外界直接接触的那些接触面称为边界。所谓边界条件，是指边界的形状、边界所受的外力、以及外界给予它的位移限制。在地质力学早期文献中曾称为“境界条件”。边界条件的性质与外界及研究对象本身的性质和运动都有关系。地壳运动中，边界条件是控制地块或岩块内的应力作用方式的因素之一，因此，边界条件发生变化，地块或岩块内各点的应力作用方式必然跟着变化；地块本身的运动也导致边界条件发生变化；伴随这些变化，地块产生新的形变或新的构造。根据目前存留的各种构造体系和构造型式，可以推断它们展布地区在它们形成和演变时的边界条件，从而确定那个地区的构造运动方式。

【协调条件】 compatibility eondi－tion 又称变形协调条件或变形连续条件，指保证连续固体变形后仍为连续体的条件。这些条件可用固体内各点的六个应变分量（即在笛卡儿直角坐标系中的三个伸缩应变 ε_x，ε_y，ε_z 和三个剪切应变 γ_{xy}，γ_{yz}，γ_{zx}，所满足的六个二阶偏微分方程：

$$\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2}=\frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \partial y},$$

$$\frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial z^2}+\frac{\partial^2 \varepsilon_z}{\partial y^2}=\frac{\partial^2 \gamma_{yz}}{\partial y \partial z},$$

$$\frac{\partial^2 \varepsilon_z}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial z^2}=\frac{\partial^2 \gamma_{zx}}{\partial z \partial x},$$

$$2\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y \partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left(-\frac{\partial \gamma_{yz}}{\partial x}+\frac{\partial \gamma_{zx}}{\partial y}+\frac{\partial \gamma_{xy}}{\partial z}\right),$$

$$2\frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial z \partial x}=\frac{\partial}{\partial y}\left(-\frac{\partial \gamma_{zx}}{\partial y}+\frac{\partial \gamma_{xy}}{\partial z}+\frac{\partial \gamma_{yz}}{\partial x}\right),$$

$$2\frac{\partial^2 \varepsilon_z}{\partial x \partial y}=\frac{\partial}{\partial z}\left(-\frac{\partial \gamma_{xy}}{\partial_z}+\frac{\partial \gamma_{yz}}{\partial x}+\frac{\partial \gamma_{zx}}{\partial y}\right),$$

表达出来。协调条件可以用来检验岩石变形时何处有破裂或嵌入现象。地质力学把协调条件作为控制地块或岩块中应力作用方式的因素之一，在研究各种构造体系产生过程中的应力活动方式、推断体系展布地区的边界条件时，需要考虑协调条件这个因素。

【变形协调条件】 compatibility condition “协调条件”。

【变形连续条件】 compatibility condition 即“协调条件”。

【位移】 displacement 运动物体内一点自前一时刻所占的位置到后一时刻所占的位置有直线距离和方向。但位移不一定就是这个点在这两个时刻之间运动所循的路线。物体中出现的位移分连续性的和不连续的两类。在地壳中的褶皱，挠褶，以及火成岩的流层和流线等构造形迹都是由于连续性的位移形成的；破裂、断裂和裂隙等构造形迹都是由于不连续的位移形成的。方向与水平面直交的位移称为铅直位移；方向与水平面平行的位移称为水平位移。沉积岩层的脱顶现象；褶皱剧烈地带的远程位移；扭裂面上大批水平或近于水平的擦痕；在近代地震产生的裂隙两旁所显示的相对水平错动的踪迹；以及在地壳上普遍存在的各种扭动构造体系等等都是地壳运动中水平位移的例证。

【形变图象】 deformation pattern 地质力学中又称应变图象，指造成地块变形的那一部分位移的分布状况。设在某一时刻，由于构造运动，地块内每一质点都离开了自己在这次运动以前的原来位置，于是每一点都有一个位移量，它们的大小和方向不一定相同，呈现某种分布状况。这样的位移分布状况包含着两种位移：一种是造成地块整体的移动和转动；另一种造成地块形状和大小的改变，这种改变就形成了地块上各种构造型式的形变图象。

【应变图象】 strain pattern 即“应变场”。地质力学把它作为“形变图象”的同义词。

【应变场】 strainfield 应变状态的空间函数，也即应变状态随空间点的变化。物体受外力或其它因素影响时，它内部的应变呈现某种分布状况。为了表明物体的这种情况，称物体连同它内部的应变分布状况为应变场。

【地应力】 ground - stress，crustal stress ❶狭义指出现在地壳中的应力。❷广义指地球体内的应力。地应力中一般包含地热、重力、构造运动及其它因素产生的应力。构造地质工作者常把“地应力”作为“构造应力”的同义词。地质力学认为，地壳内的应力活动是以往和今天使地壳克服阻力、不断运动发展的原因；地壳各处发生的一切形变，包括破裂在内，都是地应力作用的反映，因此地壳上任何一种构造形迹都反映出地应力的作用。地应力活动会产生或影响地质构造。剧烈的地应力活动也会引起地震。地应力活动还可影响地壳内岩石矿物的物理性质和化学性质，因此有可能利用这种物理和化学性质的变化来分析地应力的活动情况。

【应力场】 stress field 应力状态的空间函数，也即应力状态随空间点的变化。物体受外力或其它因素影响时，它内部的应力呈现某种分布状况。为了表明物体的这种情况，称物体连同它内部的应力分布状况为应力场。

【地应力场】 stress field in the Earth’s crust ❶狭义指地壳中的应力场。❷广义指地球体内的应力场。也有人用作“构造应力场”的同义词。地应力场一般随时间变化，但在一定地质阶段相对比较稳定。在地质力学中，地应力场分为古地应力场和现今地应力场。地应力场对地质构造研究，对震源、矿藏和地下水分布的研究，以及对工程开挖和地下建筑等均有重要意义。

【构造应力场】 tectonic stress field 与地质构造运动有关的地应力场。通常指导致构造运动的地应力场，或者由于构造运动而产生的地应力场。在构造地质学中，构造应力场是指造成构造组合形态的地应力场；而在地质力学中，是指形成构造体系和构造型式的地应力场，包括构造体系和构造型式所展布的地区，连同它内部在形成这些构造体系和构造型式时的应力分布状况。地质力学把构造应力场的数学力学分析列为鉴定某种构造体系或构造型式的必要步骤之一，并且将构造应力场区分为古构造应力场和现今

构造应力场等等。

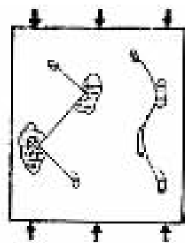
【古地应力场】 paleoerustal stress field 地质力学泛指燕山运动以前的地应力场。有时也特指某一地质时期以前的地应力场。

【古构造应力场】 paleotectonic stress field 地质力学泛指燕山运动以前的构造应力场。有时也特指某一地质时期以前的构造应力场。古构造应力场可以通过当时形成的各项结构要素的力学性质鉴定和构造体系的综合分析反映出来。

【现今地应力场】 present ground stress field 前存在的或正在活动的地应力场。现今地应力场虽然不一定使地壳立即留下构造形迹，但是它对水文地质、工程地质、地震地质和地热地质等的影响却是十分重要的。在现今地应力场作用下，岩石的物理性质会继续发生一定的变化，因此人们应该可以通过精密的仪器装置，用各种物理方法把这种应力场探测出来并记录下来。

【现今构造应力场】 present trectonic stress field 现今正在活动的构造应力场。

【应力集中】 stres sconcentrationi 物体内某一点的应力比相邻部分的应力大得很多的现象。它常出现在受力物体的尺寸形状或力学性质有突然改变的地方。物体在应力集中处容易破坏，因此在工程设计中人们很重视应力集中问题。在地震地质的实践中发现活动断裂带的两端和曲折最突出的部位、以及一条活动断裂带与另一条断裂带交接的地方，地应力容易集中，地块或岩块容易破裂，往往是地震频繁、强烈的地方。


应力集中与断裂拐点的关系

【应力释放】 stress relief 物体内某一点的应力由于释放能量而降低的现象；确切地说是能量释放。应力释放一般有两种情况：其一，在应力集中的部位，如断裂端点和交叉部位等处，由于发生形变或破坏，导致应力释放。其二，并非应力集中的地区，由于岩质相变、岩石力学性质变化或其他原因，致使强度降低，也会发生形变或破坏，造成应力释放。上述两种情况也是岩体失稳的两个主要条件。进行构造稳定性分析，必须注意应力集中区及岩石软弱结构等部位。在地壳中应力释放的方式一般表现为断层突然活动并伴生强烈地震；断层长期缓慢蠕动；受力地块局部地区剧烈变动；不同规模和不同幅度的大地形变等等。上述不同情况的出现，主要由当地的地质条件决定的。在进行地震预报和工程构造稳定性评价时，要分析哪些地区将要发生应力释放以及释放的方式、速度，和可能造成的后果。

【地热应力】 geothermal stress 地球温度所引起的地壳或地球内的应力。地球各处的温度不相同，其表面与深部的温差较大，在热异常地区，温度的差别更大。各种岩石受热后，它们的力学性质将伴随发生变化。它们的膨胀程度也不尽相同，而且每因周围条件的限制，有些岩石不能自由膨胀。这些原因都使地球或地壳产生热应力。地热应

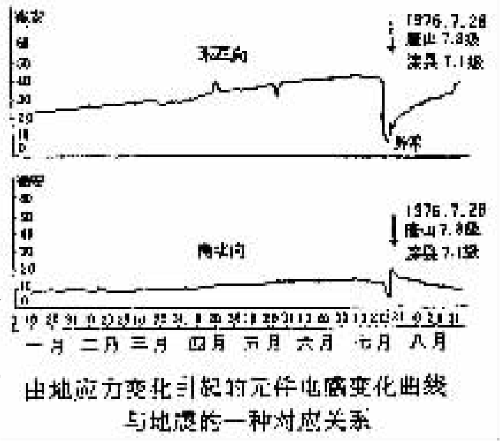
力对地壳构造运动有一定影响。关于它的研究不但对地质力学是重要的，对工程地质，水文地质和地震地质等都很重要。但目前对地热应力的研究尚未广泛开展。

【岩石残余应力】 residual stress inrocks 岩石在无外载荷和温度梯度时，所存在的应力。它可用 X 射线法和应力解除法求得。在岩层钻进中所发现的超过正常弹性的变形，也是岩石中存在残余应力的表现。残余应力是由于材料均匀、应力作用不均匀，或应力作用均匀、材料不均匀，或这两种情况同时存在，使岩石局部屈服产生塑性变形，当卸去外载荷后产生的。如当板弯曲时，如果上下表面附近达到了屈服点而产生塑性变形，在外力去掉后，板中间的弹性部分力图恢复到变形前的状态，而塑性变形部分限制其恢复，这就出现了残余应力。残余应力会影响岩石的强度和变形特性，因此岩石残余应力的研究是重要的。


板内弯曲产生的残余应力

【地应力测量】 mcasurenlent of stresses in theEarth ’ scrust 探明地壳中各点应力状态的实验方法。它的原理，有的利用岩石的应力应变关系，例如应力恢复法、应力解除法和钻孔加深法等；有的利用岩石受应力作用时的物理效应，例如声波法和地电阻率法等。根据测量出来的结果，又可分为绝对地应力测量和相对地应力测量两种。用现有的测量方法测出的地应力中不仅包含构造应力、还包含其它因素，例如重力、地热等引起的非构造应力。地应力测量对地质构造，地震预报和矿山、水利、国防等工程中有关问题的解决具有实际意义。地应力测量是地质力学的重要内容之一；通过地应力解除实验初步证明了地应力的存在和变化，发现最大主应力的方向几乎都是接近水平的。

【相对地应力测量】 relative ground – stress measurolllent 测量某地点先后某两个时刻的地应力状态的变化量（俗称相对地应力）的方法。这种方法往往用于对地应力活动的长期监测，为预报地震或矿井岩爆提供依据。通过相对地应力测量所获得的地应力变化曲线常与强震有着各种对应关系。图示唐山地震之前地应力有明显变化。



由地应力变化引起的元件电感变化曲线与地震的一种对应关系

【绝对地应力测量】 absolute groundstress measureinent 测量某地点某一时刻的地应力大小和方向来确定这个地点此时的地应力状态的方法。应力解除法、钻孔加深法和水压裂法都属这种测量方法。

【应力恢复法】 stiess restoration method 测量岩石应力的一种方法。先在岩块表面上安装不同方向的三个应变计，记录它们的初读数。接着，在岩块上掏槽，使槽长远大于槽宽，并使槽壁与岩块表面直交，再记录应变计的读数。最后，把扁千斤顶固装在槽内，并逐渐增加千斤顶内的油压，使千斤顶逐渐施压于槽壁，直至三个应变计恢复到未掏槽时的初读数为止，此时千斤顶施加于槽壁的压强就等于槽壁平面原有的法向应力。由于扁千斤顶不能对槽壁施加张力和剪力，所以应力恢复法只适用于测量主平面上的主应力。

【应力解除法】 stress – relief method 测量岩石应力的一种方法。测量岩块表面的应力时，先在岩块表面的测点处安装不同方向的三个应变计，记录它们的初读数。然后在距离三个应变计的周围掏槽，使周围的应力解除，再记录三个应变计的读数。从两次读数之差及岩块的弹性常数，算出测点处的两个主应力大小和方向。测量岩块内的应力时，本法与地应力解除相同。参见“地应力解除法”

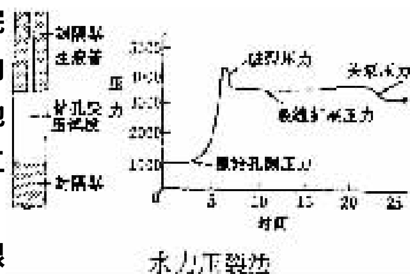
【地应力解除法】 stress – relief method 是目前常用的一种绝对地应力测量方法。它用的测量元件有许多类型，例如电阻片型、钢弦型和压磁电感型等等。其中压磁电感型元件是目前用得较多的测量元件。使用这种元件测量地应力时，先在被测地点钻一个小孔，把三个这种元件放进小孔里，使它们分别与小孔的三个不同方向的直径取向一致；然后在每个元件上预加一定的压力，同时记录这三个元件的电感值；接着用套钻在小孔四周掏挖环形圆槽，使被测点的岩石与其周围岩体分离，此时再记录这三个元件的电感值。根据这两次电感值的差异，按一定的公式，算出垂直于孔轴的那两个主应力的大小和方向。

【地应变解除法】 strain – relief method 即“地应力解除法”

【钻孔加深法】 borehole deepening method for stress measurement 测量地应力的一种方法。在地块测点处钻孔，并逐渐加深此钻孔，此时钻孔各段的直径将随钻孔加深而变化。从钻孔各段孔径的变化量和地块的弹性常数算出地应力的大小和方向。

【水力压裂法】 hydrofracturing method 又称水压致裂法；是一种绝对地应力测量方法。进行水力压裂法应力测量时，首先取一段基岩裸露的钻孔，用封隔器将上下两端密封起来。然后注入液体，加压直到孔壁破裂，并记录下压力随时间的变化。用印模器或井下电视观测破裂方位。根据记录的破裂压力、关泵压力和破裂方位，利用相应的计算公式即可算出原地主应力的大小和方向。水力压裂法地应力测量于五十年代哈伯特（Hubbert）、威利斯（Willis）在理论上进行了论证，六十年代由夏德格（Scheidegger）、

凯利（Kehle）、费尔赫斯特（Fairhurst）等人加以完善，海姆森（Haimson）等人做了大量的野外和室内的实验工作。目前美国已经进行了很多水力压裂法地应力测量，西德、日本和中国等也相继开展了此项工作。这种方法已能在5000米深处进行测量。



水力压裂法

【应力计】 stress gauge 测量地应力的仪器。根据地应力测量中所使用的传感器的刚度不同，可将传感器分为应力计和应变计两种。如果传感器的刚度比所测量地点岩石的刚度大时，就称这种传感器为应力计；如果传感器的刚度小于被测地区岩石的刚度，则称这种传感器为变形计或应变计。应力计因为刚度大，有很大能力反抗岩石变形。它本身所承受的压力主要取决于岩石中的应力，而与岩石的弹性常数关系不大。应力计的刚度愈大，这种效应愈明显。因此，使用应力计进行测量时，不需要精确测定岩石的弹性常数。应变计因为刚度很小，反抗岩石变形的能力小，其变形程度除与岩石中的应力有关外，还和岩石弹性常数有关。因此，使用应变计测地应力时，必须精确测定岩石的弹性模量。应力计的种类很多，有压磁电感应力计、振弦应力计、钢环应力计、电容应力计和光弹应力计等等。一九六二年我国地质力学研究所等单位制造出压磁电感应力计，它的核心是一个以坡莫合金为轴芯的电感线圈。当受到应力时，轴芯的磁导率就发生变化，线圈的电感值也随着相应改变，通过测量不同方向电感值的变化就可以计算出所受地应力状态。这种应力计经过多次改进，精确度较高，目前在我国使用也较广泛。

【应变计】 strain gauge 参见应力计。

【传感器率定】 transducer calibration 在地应力测量中，需要把传感器读数换算成为折算位移，再利用相应的公式计算主应力的大小和方向。建立仪器读数与岩石折算位移之间关系的过程，叫做“率定”。通常是把传感器安装在岩石试件中，对岩石试件施加压力，即可得到传盛器读数与折算位移的关系曲线，即率定曲线。根据这条曲线就可以将地应力测量中所得到的读数换算出岩石应力值。

【围压率定机】 calibrator for transducer – calibrating confining pressures 围压率定机是通过施加均匀围压于空心岩芯上而对安装于岩芯内孔的地应力测量传感器进行现场和室内率定的设备。它的基本原理是将地应力测量过程中所测得的传感器电信号转换为相应的外加均匀围压，将其代入特定关系式即可求得地应力值。围压率定机通常分为三个主要部分，即围压器、支架和油泵。使用围压率定机在现场或室内率定传感器时，只需将安装好传感器的岩芯置入围压器中，启动油泵使围压器在所取各压力值时，同时记录相应被率定的传感器各电信号值。用此设备按特定程序对地应力测量传感器进行率定，不仅方法简便迅速，而且在提高测量精度和经济方面都有显著效果。围压率定机是

地质力学研究所和地震地质大队的地应力测量工作者们发明的。

【主应力交汇法】　method of intersection of principal directions of incremental states of stress　确切的名称是“附加地应力场的主应力交汇法”，又称主应力速率交汇法，是应用地应力测量成果预报未来地震震中位置的一种方法。它根据三个或更多台站所观测到的地应力变化所计算出的附加主应力的方向，自各个台站沿附加主应力方向进行交汇，按照交汇出的三角形地区，推测未来地震的震中区。利用这种方法曾成功地预报了一些强震。不过，使用这种方法是有条件的，不能无限制地延伸交汇来预报震中。这个方法是由地震地质大队和地质力学所的科学工作者提出并证明的。

【断层微量位移测量】　micrometric determination（measurement）of fault displacement　测量断层两盘现代微小相对活动的方法，包括相对的水平位移和垂直升降。测量的方法很多，有铟钢尺基线测量、精密水准测量、高精度三角测量、激光测距、电阻丝钢弦测距，连通管测量、石英伸缩仪和地倾斜测量等。野外测量分为固定观测（站）和流动观测（点）两种。测量之先，需对测点进行审慎选择，一般在活动性断层的关键部位进行；同时横跨断裂在两盘埋设永久性固定标石。测量的结果要计算出误差值，并结合地质构造情况进行分析，注意排除各种非构造因素的影响。1963 年我国科学工作者用电阻应变原理和水管连通器，制作出断层微量位移测量装置，并首先在广东新丰江水库震区进行了实地观测。断旱微量位移测量已逐渐普遍用于断层现代活动性断层的研究，不仅对探索构造体系活动规律具理论意义，而且对监视发震断层活动和工程基地选择都有实践意义。

【断层上盘运动矢量图】　hodograph for the motion of the hanging wail of a fault　表示断层微量位移观测结果，定量反映断层两盘现今三维空间相对运动状况的图件。通常假设断层下盘不动，于是上盘在断层面上运动的轨迹，就是断层上盘运动矢量图。一般规定垂直坐标往上为上升、往下为下降；水平坐标往右为顺扭、往左为反扭。根据断层上盘运动矢量实测曲线，可以得出断层上盘相对运动趋势曲线，它表示不同时间间隔的周期性运动规律和趋势运动方向和活动量。断层两盘相对运动有一定的规律，多数具有年周期变化；孙叶按它们的运动轨迹分为三种类型：①椭圆形运动；②平行波状运动；③“8”字形运动。各类型均有明显的对称性，各拐点也与固定时间相对应，运动过程则呈螺旋式发展。年周期变化之间的趋势活动，主要反映构造活动，而年周期变化本身尚不能完全排除非构造因素的影响。在认识断层的正常运动规律的基础上，可以判别其异常活动。这种异常活动往往与断层附近即将发生的地震关系密切，对地震预报有现实意义。

【构造模拟实验】 experiment of tectonic sirnulation 研究自然界地质构造现象的模拟试验。当实验中模型采用的物质与实物性质不同，模型所进行的运动的性质也和实物的运动性质不同，但联系诸变量的数学方程相同时，这种实验称为模拟实验，又称比拟实验或类比实验。通常利用泥巴、塑料等材料与岩石之间的某些共性，模拟自然界地块所受的主要外力和它所具有的主要边界条件；在选定的泥巴或塑料等实验材料上施加相应的外力和边界条件；同时观察实验材料的形变过程和各阶段的形变图象，或者测量材料内各点的应力状态。由于实验材料上的外力和边界条件可以人为地控制，因此利用模拟实验，还可以研究外力和边界条件的改变对构造形态和构造应力场的影响，借此可以帮助人们探索应力与变形的关系，了解地质构造的展布规律、变化特征及其发展过程的形成方式。同时，它是建立构造型式的必要步骤之一。在我国，李四光最早将模拟实验用于地质构造和地壳运动问题研究。地质力学所进行泥巴实验和光弹性实验等，在认识构造特点和运动规律的过程中确实起了相当重要的启发作用。近代由于高速、大容量的电子计算机的出现和有限单元法等有效数值计算法的发展，许多模拟试验可以用电子计算机上的数学计算来取代。有人把这种取代模拟实验的数学计算称为“数学模拟”。

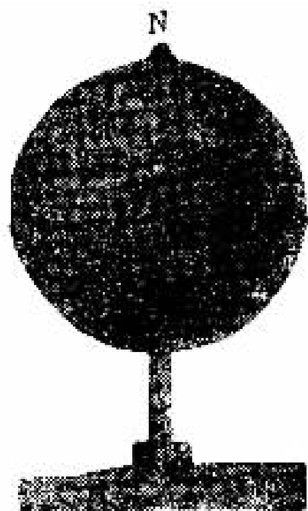
【构造模型实验】 tectonic model experiment 用来模拟研究自然界地质构造现象的试验方法。当实验中模型所采用的物质与实物性质相同，而且模型所进行的运动的性质与实物的运动性质相同，两者又符合相似津时，这种实验称为模型实验。由于地质体性质和地质现象十分复杂，运动过程的变化因素很多，有些因素尚未探明，所以在地质构造方面，目前还很难完全按相似律来进行模型试验。

【泥巴实验】 experiment with clay model 用泥巴材料做的构造模拟实验。实验的方法很多，根据不同的实验目的可以选用不同成分的泥巴和采用不同的方法。例如，将软泥平铺在木板上，铺成一张稍厚的薄泥饼；把泥饼表面抹光滑后，再覆盖一层薄纸；然后在泥饼上施加外力和边界限制，观察泥饼形变过程和形变图象，并与野外所看到的构造型式相比较，可以从形变方面研究各种结构面和构造型式发生与发展的过程和方式。根据地层的实际情况，既可以进行单层模拟实验，也可以进行多层模拟实验。根据地质构造的实际展布范围，既可以在平面上进行模拟实验，也可以在球面上进行模拟实验。

【变形网格法】 strain net method 构造模拟实验中经常采用的一种从应变量换算应力布分的方法。先在模型的表面印划出形态规则的小网格（格子可以是方形、矩形或三角形等），用比长仪或读数显微镜精确量度网格座标的零载荷尺寸。然后，对模型施加载荷，再对网格的座标进行仔细量度，用两次量度之差求出线应变或角应变，并根据相应的应力、应变关系结合杨氏模量和泊松比求出应力分布。如应用弹性的明胶模型等作变形网格实验可采用三向虎克定律计算出各点的应力状态。

【扭裂缝泥巴实验】 experiment with clay on shear fractures 曾称扭裂隙泥浆实验，即棋盘格式构造泥巴实验。我国最早由李四光、陈庆宣、李铭德所进行；当时分别作了压缩实验、拉伸实验和剪切实验，所得的主要认识有：①一对互补扭裂缝间的夹角，不取决于泥的塑性或流动性，而夹角的大小在一定程度上随泥的不同类型和实验的不同方法而变化。②如果发生以后没有显著歪扭的话，一对扭裂缝所夹的锐角等分线位于主压应力方向。③在外力持续作用下，第一阶段产生的一对扭裂面，位于主压应力方向的夹角，逐渐由锐角变为钝角。发展到一定阶段，泥巴可能由于工作硬化作用而显著硬化，又形成第二阶段锐角对主压应力方向的一对扭裂面等。

【旋转球体模拟实验】 model expe—riment with a rotating sphere 在旋转的球体模型上进行的构造模拟试验。它比平面模拟试验能更逼真地模拟巨型构造体系乃至全球性的地质构造形成机制，特别是探讨地球自转与地质构造之间可能存在的因果关系。这种试验由李四光于二十世纪三十年代开始，他将试料敷在空心球体的内壁，模拟山字型构造体系获得成功。近年来，孙殿卿、张国铎将试料（如聚醋酸乙烯乳液与滑石粉混合剂等）敷着于球体表面进行实验，用来模拟质点运动、大陆块运动及纬向构造体系、弧形构造和各种扭动构造体系，也获得初步成果，说明地球自转产生的惯性力可能是发动地壳运动的主要原因。



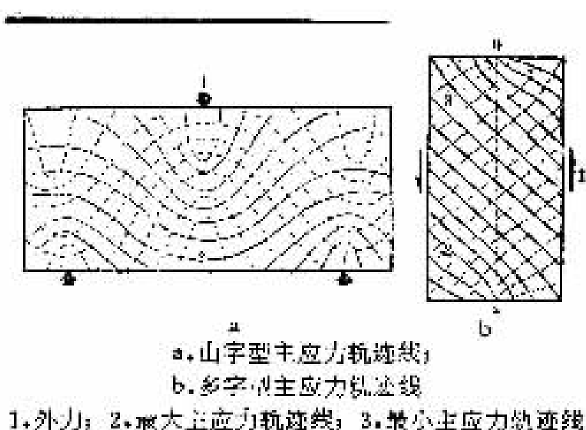
纬向构造体系的旋转球体模拟实验

【横梁弯曲】　bending of heais under transverse loads　称梁的横弯曲，指梁在垂直于其轴的载荷作用下产生的弯曲，是材料力学和弹塑性力学的研究课题之一。地质力学用两端简支的平板梁（梁的形状为长方形平板）的横弯曲来模拟和解释地壳上出现的山字型构造体系的特征和力学成因：简支平板梁横弯曲中，出现挤压区、引张区及中和带三个区，内侧挤压区形成“脊柱”，外侧垂直引张方向产生“前弧”，中部的中和带形变微弱，成为“马蹄形盾地”。还应指出，山字型前弧的弧度并不与平板梁的弯曲幅度相一致；前弧弧顶更不是从脊柱部位经长距离推移到达后来的位置上的。

【光弹性实验】　experiment by photoelastic method　利用板状透明塑料等材料受力时对平面偏振光具有暂时双折射的性能所进行的构造模拟试验。可以用这种塑料板受力后的应力分布来模拟地块中的构造应力场。塑料板内的应力分布是利用偏振光通过塑料板后在屏幕上出现的等色线和等倾线等干涉条纹，再依靠辅助实验和计算确定出来的。光弹性实验，目前大多用板状透明塑料研究地质构造的平面应力场。但是光弹性实验也可以用块状透明塑料，采用冻结切片法，研究地质构造的空间应力场。

【等色线】　isochromatic lines　又称等差线。光弹性实验中，受力的透明材料模型，在偏光域中出现明暗或彩色的图象。它显示模型内部各点的应力大小。一簇彩色条纹代表着主应力差或最大剪应力相等的曲线簇。在模型的光学图案中，等色线对应于条纹级数相同的线，条纹级数为 n 的等色线称为 n 级等色线。等色线是光弹模型实验的基本资料之一，用它可以迅速、准确地寻找出模型中最大应力的位置和数值，分析构造应力场。

【等倾线】　isocline lines　光弹性实验中，透明材料模型在外力作用下处于某种应力状态，当模型内某点的任一主应力方向与偏光镜之主轴重合时，即呈黑暗，此种黑暗的特性间接地指示主应力方向的倾角；当模型内许多点满足此条件时，便形成一条黑色的线条，即黑线上各点的主应力方向具有同样的倾角，这种黑线称等倾线。此主应力方向与座标轴的夹角称为等倾参数，通常以 θ 表示（$0° \leqslant \theta \leqslant 90°$）。等倾线是光弹性模型实验的基本资料之一，它是与等色线伴生的，用它可以得出主应力轨迹线，已应用于构造应力场分析。

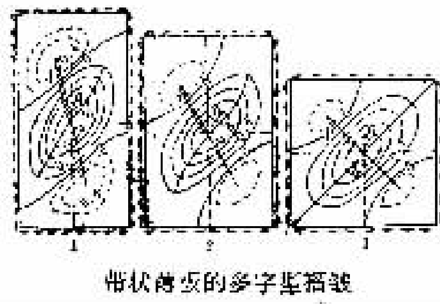


a.山字型主应力轨迹线；b.多字型主应力轨迹线
1.外力；2.最大主应力轨迹线；3.最小主应力轨迹线

【主应力轨迹线】　trajectories ofprincipal stresses　若平面内有一条曲线，除各向同

性点和奇异点之外，其上任何一点的切线方向恒为此点的一个主应力方向，则这条曲线就叫做主应力轨迹线。当其切线方向代表 σ_1 方向时，称为最大主应力轨迹线，用符号 S_1 表示。当其切线方向代表 σ_2 方向时，称为最小主应力轨迹线，用符号 S_2 表示。S_1 和 S_2 形成正交曲线簇。不同类型的构造体系，主应力轨迹线的展布特点不同。在分析构造应力场时，常用主应力轨迹线标示地应力状态。

【多字型褶皱数学模拟】　xi－type folding mathematical model　用数学模拟方法进行的剪切作用下形成多字型褶皱的构造模拟实验。多字形褶皱轴向出现的方位取决于形变物体的长度与宽度之比。这说明，地块长度与宽度尺寸之间的比例关系所表征的边界几何形状，是控制变形状态和应力作用方式的重要因素之一。例如，在同一剪切外力作用下，其变形状态是不同的。长宽比为 1 的地块，其变形参数 $\theta=45°$，$l=0.37\times$宽度（图 3）；长宽比为 1.5 的地地块，其变形参数 $\theta=34°$，$l=0.46\times$宽度（图 2）；长宽比为 2 的地块，其变形参数 $\theta=31°$，$l=0.73\times$宽度（图 1）。（如图）可见，边界形状发生改变，地块或岩块内的形变分布也必然跟着变化；长宽比值越大，其 θ 角越小。据此可以推断多字型。构造体系形成时的几何边界形状和外力扭动方式，探讨其形成机制。



带状剪切的多字型褶皱

【相似条件】　conditions of similarity　模型实验中，模型与实物间必须保持某种关系，即需要满足若干基本条件，才能保证模型与实物的相似，这些基本条件或相互关系称为“相似条件”。相似条件是模型实验的基础。一个物理过程，总有很多的物理量参与变化，如果物理过程不是随机现象，这些量之间就必然存在着相互制约的关系，这种关系可以用数学基本方程（组）表达出来。如果两个现象参与的物理量一一对应并且性质相同，又同时满足同一方程组，它们的两个对应点在对应时间和对应空间位置上，其对应的物理量成比例，在对模型和实物的两个方程做相似变换时（即所有变数都用和它成比例的量代替），每一个方程的各项都可以得到一组相似常数集团和物理量集团。前者称为“相似指标”；后者叫做“相似判据”、“相似不变量”或“相似准则”。若两个现象相似，必须满足一定条件，这些条件称为“相似定律”；①若两个现象相

似，其相似指标等于 1，或对应时间、对应空间及对应物理量组成的相似判据相等，秘；为相似第一定律。②若两个现象相似，无量纲的相似判据方程相等，称为相似第二定律。③模型与实物相似的充分条件是单值量构成的无量纲判据相等。

【相似定律】 law of similarity 参见“相似条件”。

【无伸缩椭圆锥面】 elliptic conical surface with undeformed generat— ricesl 又称不变歪椭圆锥面或无扭面，是变形椭球内那些既不伸长又不缩短的半径所构成的椭圆锥状曲面。变形椭球必须在其长轴为伸长，短轴为缩短、而中间轴或为伸长或为缩短的条件下才有无伸缩椭圆锥面存在。

【不变歪椭圆锥面】 ellifptie conical surface of no distortion “无伸缩椭圆锥面”。

【无扭面】 surface of no distor－tion 即“无伸缩椭圆锥面”。

【等伸缩剖面】 plane of uniform expansion Or contraction 又称均匀变歪剖面，是变形椭球内在一定条件下存在的一种几何特征平面。其特点在于：此剖面内所有线段的长度伸缩率相同，而且等于变形椭球的中间轴的长度伸缩率。变形椭球内存在等伸缩剖面的条件是：其中间轴或为伸长成为缩短。所以等伸缩剖面与无伸缩剖面不能共存于同一变形椭球内。一般认为沿着等伸缩剖面发生的剪切作用最大，但有人证明它既不是剪应变最大的面，也不是剪应力最大的面。

【均匀变歪剖面】 plane ofuniform distortion 即“等伸缩剖面”。

【无伸缩剖面】 plane of no iefor－marion 又称不变歪剖面，是变形椭球内在一定条件下存在的一种几何特征平面。其特点在于：此剖面内的任何线段在变形前后既不伸长也不缩短，如同刚面一样。变形椭球内存在无伸缩剖面的条件是：其中间轴既不伸长也不缩短。一般人认为沿着无伸缩剖面发生的剪切作用最大，但有人证明这种剖面既不是剪应变最大的面也不是剪应力最大的面。

【不变歪剖面】 plane of nodistortion 即“无伸缩剖面”。

【反序法】 地质力学研究地壳运动的工作程序是从构造形变和破裂的结果（各种不同力学性质的构造形迹），通过组合分析来推断形成它们的外力作用方式、边界条件和岩石力学性质等，即从已知结果探求未知条件。这种工作程序被称为反序法，又称反演法。一切反序法都具有不确定性，即“反序工作的多解性”。因为同一结果可以由不同原因和在不同条件下形成，所以运用这种工作方法必须谨慎从事，尽可能地详尽占有各种实际资料，全面加以论证。

地壳运动

【建造】 formation 地壳建造与地壳组成或地壳形成的含义相近，与地壳改造一词相互对应。建造通常是指具有一定组成的建筑地壳的材料，包括各种沉积岩层和岩浆岩类的集合体以及它们发生、发展的过程，因此它不仅是“组成”，也不单是“形成”，而是具有“建造作用过程”的含意。建造又有老有新，老的建造经过毁坏以后，一部分消失，另一部分又转入新的建造，整合或不整合在老的建造之上。建造中这种整合和不整合的关系，对一个地区的地质历史具有重要的意义。这种关系也反映出地壳在发展过程中，建造和改造是相互影响，相互依存在的两个作用过程。一般所称的“岩相建造”或“建造类型”，是指一定类型的岩石组合、岩石特征，连同它们所反映的形成环境，与地质力学的建造概念有别。建造的类型很多，划分原则也不尽一致。探讨地壳建造，将从一个侧面揭示地壳构造运动的过程和方式。不同类型的建造，往往和不同种类的有用矿产密切伴生。如红色陆相碎屑岩建造，常伴生多种重要盐类矿产；火山成因的细碧角斑岩建造类型的铜矿，是铜矿的重要类型之一。

【组成】 composition ①和建造含义相近。②指物质组成。与物质结构一词相对应。

【形成】 formation ①和建造涵义相近。②有时指形成过程。与形变一词相对应。

【改造】 deformation 和结构、形变的涵义相近。与建造一词相对应，常指地壳各部分经过地壳运动而改变它们原来的形态的作用和过程，通常由各种类型的褶皱和不同性质的大、中，小型断裂和动力变质作用，矿物相变乃至晶格位错现象等反映出来。在地壳运动中，改造和建造，既相互联系又相互制约，基底的改造可能提供它表层建造的条件；表层的建造也可能影响基底的改造，但表层的形变，不一定和基底的改造经常一致。有人认为改造还应包括非地壳运动产生的形变，如重力构造等。这属于广义的改造。对地壳改造的研究，不仅对了解地质历史有重要意义，而且可以进一步掌握火成岩活动的范围和各种矿产分布的规律。许多重要的岩浆矿·产经常受控于不同级别的断裂构造，石油和煤则多赋存于相对稳定的沉降地区。

【结构】 texture ①和改造的涵义相近。②用来代表构成地壳的各种物质成分组合的形式，它是建造和改造作用的结果。与组成一词相对应。

【形变】 deformation ①同形成相对应，同改造涵义相近。与形成一词相对应。②泛指物体变形。③物体在体积不变下的形状改变。④作为“应变”的同义词。

【构造成生时期】 time of structure formation 地质构造在不断发展变化着。每一

种构造要素、构造地块、构造体系，其发生，发展的时期虽有长有短，但都须经历一个过程。成生时期一词，用来表示构造的时期，但不局限于构造开始生成的时代，而泛含其整个发展，发展过程的意义；也就是说，既涉及构造的形成时期，又包括它持续的活动时期。

【□近】　neoid　概括性的地壳运动时期的名词。和通常所谓“新构造运动”在时间上的涵义大致相近，一般指第四纪以来（有时自新第三纪以来）地壳运动的时期。在地层记录不全，确定地壳运动确切发生时期有困难的地区，以及在同一地壳运动阶段中，世界各地的地壳运动时期又不是绝对同时的情况下，采用这种表示相对地质时期的概括名词，是很必要的。“□”亦简化为“挽”。

【近古】　eoid　概括性的地壳运动时期的名词。泛指新、老第三纪及其间的地壳运动时期。在地层记录不全、确定地壳运动确切发生时期有困难的地区，以及在同一地壳运动阶段中，世界各地的地壳运动时期又不是绝对同时的情况下，采用这种表示相对地质时期的概括名词，是很必要的。

【中古】　mesoid 概括性的地壳运动时期的名词。泛指从中生代到老第三纪的地壳运动时期。在地层记录不全、确定地壳运动确切发生时期有困难的地区，以及在同一地壳运动阶段中，世界各地的地壳运动时期又不是绝对同时的情况下，采用这种表示相对地质时期的概括名词，是很必要的。

【上古】　palaeoid　概括性的地壳运动时期的名词。泛指古生代晚期的地壳运动时期。在地层记录不全、确定地壳运动确切发生时期有困难的地区，以及在同一地壳运动阶段，世界各地的地壳运动时期又不是绝对同时的情况下，采用这种表示相对地质时期的概括名词，是很必要的。

【太古】　archaeoid　概括性的地壳运动时期的名词。泛指古生代早期和更古老的地壳运动时期。在确定地壳运动确切发生时期有困难的地区，以及在同一地壳运动阶段，世界各地的地壳运动时期又不是绝对同时的情况下，采用这种表示相对地质时期的概括名词，是很必要的。

【地壳运动程式】　process of crustal movement　地壳构造运动过程和地壳构造运动方式。运动过程主要从时间方面探讨地壳构造运动的发生和发展；运动的方式则侧重从空间角度讨论地壳动力作用方式及其构造应力场特征。地质力学的任务在理论方面，就是要查明地壳构造运动的过程和方式，进而探讨地壳构造运动的起源问题。

【地壳运动过程】　processofcrustal movement　地壳构造运动的发生和发展。地质力学认为，地壳构造运动过程具有如下基本特征：①构造运动定时性；②构造运动继承性，③构造运动新生性。在我国境内，前震旦纪出现古老的纬向构造体系和相当古老的经向构造体系，古生代以来形成各种类型的构造体系，尤其是各种扭动构造体系的广泛

分布。这些迹象显示出，愈老的巨型构造体系形式愈趋简单；愈新的构造体系；形式愈趋复杂。它们所反映的地壳构造运动方式，也有由低级向高级发展的趋势。另一方面，不同类型构造体系的相继出现，似乎还表明地壳物质可能经历着由均一向不均一的发展过程，岩石的力学性质（塑性—脆性）也有相应的改变。地壳上许多巨型构造体系，都有悠久的发育历史，有些至少在古生代已经形成，有的至今仍未停息。这些构造体系都有定型性、定向性和定位性的规律。就此看来，现今大陆上的经度和纬度，和古生代时期的经度和纬度大致相近；也就是说，至少三亿多年以来，地轴在地球中的方位，可能变动不大。

【地壳运动时期】 period of crustal movement 地壳激烈运动的时期。它通过强烈的地表形变（包括断裂、褶皱、升降），岩浆活动、变质作用等表现出来。确定地壳运动的方法很多，主要有：①应用某种构造应力矿物的同位素年龄来鉴定；②在地层记录完整的地区，应用不整合关系上下地层的年代和同一不整合所达到的范围来确定；③应用同一构造体系的各个组成部分，大都是一次构造运动的产物这一原则，依据构造体系的展布规律，以这个构造体系中某些已知年代的构造形迹，推断另一部分构造形迹的年代；④其他方法如岩相古地理分析法、岩浆岩接触关系法、构造复合法、构造岩叠加法等等，均可鉴别其相对时期。研究地壳构造运动时期，要重视每次地壳构造运动期间形成的构造型式，这是地质力学工作的重要坷节。

【构造运动定时性】 timingoftec tontc omovement 地壳构造运动在不停地进行着。迄今已获得大量事实证明，至少自早古生代以来，地壳上所发生的几场大的构造运动，都是具有全球性、周期性的，即所谓构造运动定时性的规律。不过，由于许多地区地层记录不全，又有些地区地层接触关系不那么明确，或者世界各地的构造运动有时并不绝对同时，因此定时性的规律并不是那样严格，只能够在广泛的意义上加以接受。

【构造运动继承性】 succession of tetonic movement 较新地壳运动承袭较老地壳构造运动的基本特征。地壳发展过程中，构造运动往往具有明显继承性。这种继承性不仅表现在同一构造体系的继承活动方面；而且反映在一个地区构造运动方式的继承上。前者如巨型纬向构造体系所显示的长期活动性；后者如中国大陆相对太平洋和印度洋（包括印度地块）有长期向赤道运动的趋势。

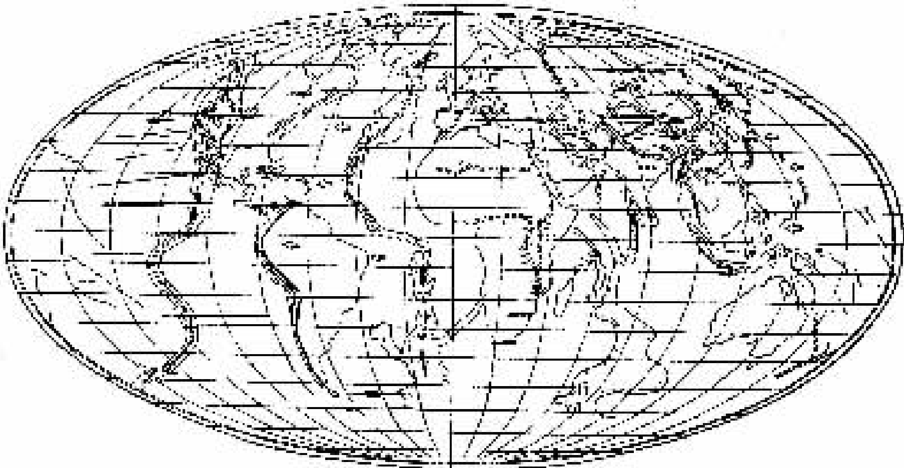
【构造运动新生性】 recurren of tectonic movemetli，rejuvenation of tectonicmovement 较新地壳构造运动，以其新的特点区别于较老地壳构造运动的现象，叫做构造运动的新生性。事实证明，地壳构造运动不仅有继承的一面，又有新生的一面，随着地壳构造运动的发展，既有新的构造体系产生，又有构造性质的转化。前者如我国东部濒太平洋地区，虽然长期以为一直经历着西侧相对向南的继承性扭动作用，但却依次形成了华夏、新华夏系和更新华夏系等不同构造体系；后者如东西复杂构造带由早期的扭性转变

到后期的扭性。此外，即使是继承性活动的构造体系，新老构造特征也往往存在显著差异。

【地壳运动方式】 manner of crustal mlovement 由地壳组成和结构反映出来的运动形式。如升降运动，水平运动，包括挤压、引张、扭动等。

李四光认为地壳运动方式和方向是紧密联系的。研究地壳运动方式问题，可从两方面考虑：①地壳组成方面：主要从各种建造，特别是沉积建造来研究海陆相对运动（隆起和沉降）、基底和盖层等的运动方式；②地壳结构方面：侧重岩石圈形变，即改造，来追索地壳运动的方式和方向。同时李四光还概括出地壳构造运动方式有如下基本特征：①水平运动主导性；②构造运动定向性；③构造运动统一性。从构造体系分布和排列规律来看，尽管表现不同的运动方式，但地壳区域性运动方向和地壳整体运动的大方向是一致的，即不是经向水平错动，就是纬向水平错动（如图）。

【地壳运动方向】 direction of crustal movementn 动力作用的方向。参见“地壳运动方式”。



地壳运动的主要方向示意图
1.扭错；2.海沟；3,4.纬向构造带；5,6.经向构造带；7.海岭、海沟及裂隙；8.褶皱高原界线；9.新华夏隆起带；10.挤压推进方向；11.水平运动方向；12.性质不明构造带

【水平运动主导性】 predomiznance of horiontal movement 地壳构造运动过程中，水平应力作用居于主导地位，叫做水平应力主导性。首先，依据岩石圈形变的事实揭示：（1）沉积岩层中，往往出现上下构造不一致的现象，即所谓“构造脱顶”现象，（2）褶皱一般是地壳上层的现象，到一定的深处，它们便逐渐趋势消失。（3）褶皱剧

烈的地带，往往发生巨型逆掩断层，造成远程构造位移现象。（4）大型扭裂带往往显示巨大的水平错动踪迹，其水平错距时常可以百公里计，甚至更长；比大型断裂带所显示的垂直错距，要大得多。同时，扭裂面无论规模大小和倾角陡缓，往往出现大批水平或近水平擦痕。（5）近代强烈地震所产生的裂隙两旁，往往显示相对错动的迹象，其水平错距多大于垂直错距；现今保持着活动性的断层，经过一次强烈地震以后，也常常发生相对水平错动。此外，一些地区地震机制的研究结果表明，地震机制方向大都是接近水平的。（6）各种类型的构造体系，特别是各种水平扭动构造体系的普遍存在。其次，水圈运动，主要是纬度性海水进退规程的发现，提供了地壳水平运动的主导性的新证据（参阅“海水进退规程”）。再次，从实验和理论计算方面获得的认识：一方面，在一系列简化条件下，求解壳体平衡方程，得到了水平应力值远远超过垂直应力值的结果；另一方面，由自转角速度变更所引起的惯性力场，其水平分量与地壳的水平运动相符合。最后，国内外地应力解除实验的最新成果尽管还不够多，但它不仅直接证实了地应力的存在和变化，而且证明了最大主应力方向，几乎处处都是接近水平的。这些事实，特别是各种类型构造体系的规律性，确切说明了地壳运动中水平应力作用的主导性。

【水平应力主导性】 predominance of horizontal stresscs 参见“水平运动主导性”

【构造运动定向性】 orientation of tectonic movement 事实表明；①纬向和经向构造体系规模相当宏伟。巨型纬向构造体系具全球性；巨型经向构造体系也有大陆级规模；②从全球来看，巨型纬向构造体系都是挤压性的，巨型经向构造体系则有张有压；说明前者是由南北方向的挤压形成的，后者则系东西方向的压缩戎拉伸的结果。③地壳巨型构造体系反映着地壳构造运动有两个基本动向，就陆壳对海壳的相对运动而言，在经向方向上，有自高纬向低纬运动的趋势、就纬向方向说，“亚洲前进了，美洲落后了，非洲分裂了！”④各种类型的构造体系多具有显著的定型性、定位性和定向性特征。这些现象表明，地壳构造运动具有定向性规律，反映着它们和地球自转轴有一定的空间关系，显示其形成或与地球自转运动有关。

【构造运动统一性】 unity of tectonlc movemen 地壳各大型地块（包括大陆块）所属类型不同，时间相近的构造体系，所反映的构造运动方式虽各不相同、但往往是统一的；即大致在同一地质时期，它们所显现的地壳区域性构造运动彼此协调。这种特点称为地壳构造运动的统一性。例如，至少自中生代以来，中国大陆中部有相对向南推移的统一运动趋势；中国南海（包括中国南部）又有相对向西推移的统一运动趋势。

【构造运动全球性】 global scale of tectonic movements 地壳构造运动在不停地进行着。已获得的大量事实表明，至少自早古生代以来，地壳上所发生的几场大的构造运动，在不同地区大都是接近同时发生的，即所谓构造运动全球性的现象。不过，各个地区的构造运动有的并不绝对同时，即定时性的规律并不那么严格。

【构造运动周期性】 periodicity of tectonic movement 地壳构造无时无刻不在运动。至少自早古生代以来，地壳上的强烈构造运动，大都是全球范围周期性发生的，即所谓构造运动周期性的现象。不过，这种周期性的现象有时并不那么十分规律。

【海水进退规程】 canon of trans gressions and regressions，law regarding transgressions and regressions 海水进退运动的规律、过程和方式。地壳表层的水体不是一程不变的。在地质历史中，海水面积时大时小，海浸海退现象频繁发生，地球表面经历着“沧海桑田”的变迁。在本世纪初，奥地利学者徐士（E. Suess）曾在《地球的表面》一书中讨论到各地质时代中海水向大陆侵入或从大陆退出的规程。一九二八年李四光发表《古生代以后大陆上海水进退的规程》，在我国首先提出“海水进退规程”一词。地球表面水圈的运动很复杂，海水进退规程有三种模式；①全球性的，即海面在全球扩大或缩小，陆地相对缩小或扩大。例如：液态海水因气温下降而结成固态水停于陆地，或陆地固态水因气温升高而融冻成液态水返回海洋，造成冰期发生海退，间冰期发生海进。另有人假设，若地球收缩，海水量不增不减，则发生全球性海浸；地球膨胀，海水量不增不减，则发生全球性海退。②纬度性的，根据大陆海相地层分布的范围，可以看出自古生代以来每次大的构造运动之前出现低纬度方面海浸，高纬度方面海退。在构造运动后期，则表现高纬度方面海浸，低纬度方面海退。这种情况，曾给李四光教授很大启发，他认识到这种现象，并认为与地球自转速度变化有密切关系。因为地球自转速度变快而发动地壳运动时，水圈比岩石圈更为灵敏，地球扁度逐渐增加，全球的海面相应变得更扁，就是说两极海面下降产生海退，赤道方面上升就出现海浸现象。随后，由于海水不能长期保持其变形，地壳运动后期海水即由赤道方面向极地方面退却，出现高纬度方面海浸，低纬度方面海退。应用这种认识，不仅可以解释，自新生代以来，北极圈附近的广大地区出现的海退现象和赤道地区出现的海浸现象；而且还促进了地质力学理论的形成与发展。③区域性或地区性的，例如喜马拉雅槽地自古生代末直至三叠纪末，始终都浸没在海水里，现在称之为古地中海东段；待喜马拉雅逐渐升起，海水才逐渐退出，至中更新世演变成今天称之为世界屋脊的青藏高原。所以海水进退运动和陆地升降运动，从区域性来看是互为消长的。根据沉积岩相、厚度和粒度的变化，一般可以判断地壳局部地区的相对升降。但是，还有一些问题需要加以考虑：（1）导致沉积物变化的原因很多，除去地壳相对升降这一重要因素外，还有某些非构造运动原因（如水量的改变等）存在。（2）沉积建造固然大都在一定程度上反映着垂直方向的升降，但不

能显示水平方向的运动。（3）不同地质时期的沉积物，既使它们保存完好，也只能反映各时期的古地理形势；只有当地理与古构造相一致时才能准确地反映地质构造实际。实践表明，海水进退规程的研究是一项繁难工作；到目前为止，仍是地壳运动问题研究中的一个薄弱环节，需要加强。

【纬度性海水进退】 latitudinal transgressions and regressions 参见“海水进退规程”。

【纬度性古生物迁移】 latitudinal migration of biota 原称地壳运动古生物迁移。某些种属的古生物沿南北方向定向或反复迁移的现象。巨型构造体系常是古生物分区的界限。近年有人认为随着地质历史时期地球自转速度的变更，某些古生物种属有时从北向南，有时由南而北迁移，其迁移的步调与海水进退规程大体一致。

【地球自转速度变化】 change of speed of Earth's rotation 地球自转角速率的不定常现象。根据近代天文观测的资料，地球自转的角速率不是定常的，它时快时慢的变化看着它的变化包含了长期变化，季节性变化和不规则变化。从古代日食的观测资料，也可以推算出地球自转的角速度是变化的。至于史前时期漫长的地质年代里地球自转角速度的变化，人们也从珊瑚化石的生长线数目找到了一些证据。珊瑚在白昼阳光下分泌碳酸钙较多，而在夜晚分泌较少，这是珊瑚每天显示一条生长线的原因。珊瑚在冬季和夏季的生长形态有明显差别，因而可以辨认出珊瑚同一年中产生的那些生长线，其总数相当于一年中的天数。据此人们发现，中泥盆纪的珊瑚化石所显示的一年内的天数，比上石炭纪的珊瑚化石所显示的一年内的天数要多一些；上石炭纪的珊瑚化石所显示的一年内的天数，又比现在还在生长珊瑚每年所显示的天数要多一些。这就是说，如果地球公转周期不变（近代天文观测表明改变甚微），那么中泥盆纪和上石炭纪时期的地球自转速率要比今天的快。可见地球自转速度长期变化的趋势，表现为角速率变慢。另外，在地质年代里大陆上许多地区曾经发生过多次纬度性的海浸和海退现象，这也是地球自转角速率时快时慢的旁证。因为在地球自转角速率变化的同时，地球的惯性力也发生变化；当惯性力变化时，大陆和海洋的形态也也必跟随着变化。由于大陆是固体，形状变化小；海洋是液体，形状变化大。于是，在地球的高纬度和低纬度地区海洋相对于大陆发生海浸或海退现象，海面因此也表现为上升或下降。至于地球自转角速率的季节性变化，以及与14个月和19年章动有关的变化都是微小的。此外，它的不规则变化也是值得重视的。引起变化的原因，主要是内因，象潮汐作用那些外因，只有轻微的影响，但什么是主要的内因，现在还很难肯定。在地球绕地轴自转，外力可以忽略不计的条件下，地球的自转，遵守角动量守恒定律，也就是地球内部物质如果集中，它的自转速度就一定要变快，如果扩散，就一定要变慢。地球内部物质有种种方式可以集中，一是地球缩小；二是其中密度较大的物质，逐渐渗入地球的深部，相反，如若地球逐渐膨胀，

地球内部的物质（尤其是较重的物质）向地球上部扩散，地球自转的速度就必然变小。李四光认为地壳运动的主要原因，是在重力控制下地球自转的离心力时而增大，时而减小的作用。当地球自转速度加快到一定程度，离心力就增大到使地球整体的形状不得不变成一个有适当扁度的扁球体，地壳物质的分布，也就随之调整。这时，地壳上层容易发生一定强度的水平运动，以适应地球新形状的要求。引起这种水平运动的力量，是由于地球角速度增加而加大的离心力和重力的作用结合起来而产生的水平分力。这个水平分力可以用来解释水平应力主导性、构造运动定向性等地壳运动基本特征，又可以说明纬向构造体系、经向构造体系和山字型构造的形成和展布规律。

【大陆车阀说】 the continental brake hypothesis 李四光（1926）提出，意指使地球自转速度逐步变慢的控制作用；是地质力学关于地壳运动机制的一种假说。这个假说认为旋转着的地球遵守角动量守恒这条普遍性的自然规律。角动量守恒定律是物体系机械运动过程中在一定条件下所遵循的一条法则；理论力学把这一法则作为牛顿运动定律的推论。在固体绕定轴旋转的情形，角动量守恒定律的表述是这样的：倘若固体上所受的全部外力不具备使固体绕定轴旋转的本领，也即全部外力对定轴之力矩和为零，那未固体绕定轴旋转的角速度 ω 和固体对定轴的转动惯量 I 之乘积（又称为物体对定轴的角动量）保持为常数，即：

$$\omega I = C \text{（常数）}$$

固体对定轴的转动惯量 I 是与固体内质量分布有关的一个物理量，当固体的质量远离转轴时，I 变大；反之，I 变小。根据这条规律，可以用地球内部物质的运移来解释地球自转角速度的变化，提出了地壳运动过程中对地球自转来说存在自动车阀作用这一论点。大规模地壳构造运动的发生，地球深部必然受到这场运动的影响，埋藏在地下较深、密度较大的物质就会沿着裂隙通道向地球表面侵入或喷出；或者地球整体膨胀，都使地球的转动惯量增大，地球自转角速度变小。另一方面，当地球自转加快时，地球表层就有由两极向赤道推挤的运动，以适应地球自转加快时所要求的扁度；同时，如果某些大陆部分与地球深部粘着不大牢固，它们就会落后于地球自转速度增加的要求，或多或少地向西滑动。因此，地壳产生了纬向和经向水平扭错运动，以及与地球深层间的摩擦，使地球自转速度变慢下来，好像起到了自动刹车的作用一样。反之，由于重力分异作用，当地球内较重物质向地球深部集中，较轻物质向地球上部扩散的时候，地球的转动惯量变小，于是它的自转角速度，就相应地加快。如果地球不能整个儿地变成一个有适当辐度的扁球来适应自转加快的要求，它就不能不从改变地壳中物质分布这方面来进行调整。这样，便引起大规模的地壳运动。可见，地球自转加快的进程中，就包含着使它变慢的作用；在地球自转变慢的过程中，又孕育着使它加快的因素。

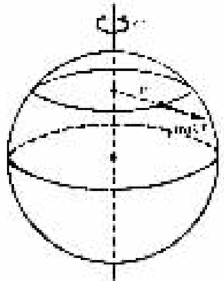
【自动刹车机制】 automatic brakmg of the Earth ' s rotation 即“ 大陆车阀作用 ”。

【地壳运动起源】 origin of crustalmovement 地壳运动起源问题是近代地质学论战中最突出的问题。由于问题的复杂性，争论涉及到很多方面，论争的焦点很多。地壳构造运动起源问题的解决，基于对地壳构造运动时间和空间规律的正确认识。因此。探讨地壳构造运动的过程和方式，就成为追索地壳构造运动的先行步骤。地壳构造运动方式的研究已揭示：①水平运动主导性；②构造运动定向性和③构造运动统一性。地壳构造运动过程的探讨已阐明：④构造运动定时性；⑤构造运动继承性；⑥构造运动新生性。各种类型构造体系，特别是巨型构造体系，反映着长期以来地壳构造运动有两个基本动向，即南北方向的作用（地壳表层物质部分地由高纬向赤道方向挤压）和东西方向的作用（地壳表层物质部分地向西，也有时向东移动)。构造体系的定向性和定位性规律，反映着和地球旋转轴有一定的空间联系。地壳水平运动主导性、地壳构造运动定向性和地壳构造运动定时性等，都可以由此得到较为合理的解释。地壳构造运动不是简单起因于地球的自转，而和地球自转速率变化有密切关系。这是因为地球在其自身发展的几十亿年中，如果匀速转动，为了适应地球自转产生的力场的要求，应该早已达到了平衡状态，而不会导致波及全球的、具有周期性的、大规模地壳构造运动。随着地球自转速率的变更，地球各点离心力也随着改变。地球表面任一点（P） 的离心惯性力（F)，分解出沿地球切线方向的力（f_2） 与地球法线方向的力（f_1)。地表平面上南北方向的作用力（f_2)，导致地壳表层物质由高纬向赤道方向挤压，并形成纬向构造带；同时也是地表水圈纬度性变迁（参见海水进退规程 ”) 的原因。另一方面，地壳的各个部分渐趋不均匀，在地球自转速率变更时，地壳的某些部分随着它的下层亦步亦趋地运动，另一部分则赶不上它下层转动的速度，而不同程度的落后了；正是由于这种东西方向的惯性力，引起了地壳表层物质向西（有时向东） 的移动，并形成了经向的挤压带或张裂带。这一假说不仅可以解释石圈形变的规律，还能说明水圈运动的特点。纬度性的海水进退规程，也是受地球转速度变化过程中，离心力的水平分力（f_2） 所决定。地壳构造运动，是控制地球自转速度变更的自动机制，通常称为“ 自动车阀作用 ”。就是说，地球自转加快，就包含着使它变慢的作用；地球自转减慢，又孕育着使它变快的条件。这是和许多自然现象所显示的一般规律相符合的。那么，在地质历史时期地球自转的角速度究竟是否发生过变化？回答是肯定的。其依据是：(1） 近代天文观测结果；(2） 古代日食记录和现代转速推算结果的矛盾；(3） 古珊瑚生长线反映出地质历史时期一年的天数与现今不同；(4） 纬度性海水进退现象等等。虽然这种变化往往不大，但是没有理由认定在地质时期不会发生更大的转速变化。在地壳构造运动过程中，尽管重力均衡作用十分重要，但它不是发动地壳构造运动的原因。因为这种作用仅能促使地壳各部分趋于均衡；可以设想，如果没有其它力量所驱使，地壳势必早已达到均衡状态，而不

会发生大规模地壳构造运动。事实上，地壳许多部分不仅仍然存在着重力不均衡现象，而且大规模地壳构造运动不断发生。总之，地质力学认为，地球自转速率变更是地壳运动舶主要原因；但也十分注意其他因素（例如地热场和放射场等）对地壳构造运动发动过程的作用和影响。上述基本论点是李四光提出的。

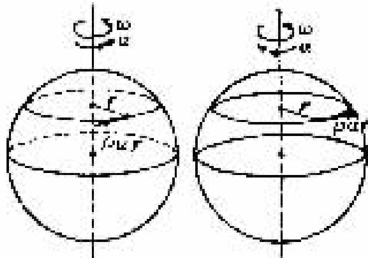
【惯性力】　inertia force　为考虑问题方便而根据加速度人为地引进的一种假想的力。当物体运动时，如果物体的每一点具有加速度，就假想在这个物体内有这样一种体力：它分布在物体的各个点上，与每个点的加速度方向相反；它在每个点的分布强度等于物体在此点的质量密度乘以该点的加速度大小，这种假想力称为惯性力。地球自转时，在地球上运动的地块有三种主要的惯性力：离心惯性力，纬向惯性力和哥氏惯性力。地质力学认为地壳构造运动的动力是：地球自转角速率变更时，地壳内在重力作用控制下的离心惯性力改变量的水平分量和纬向惯性力。前者促成地壳的纬向构造，后者促成经向构造。

【离心惯性力】　centrifugal inertia force　地球自转时的一种惯性力。简称离心力。地球自转时，它每个点都在作圆周运动，圆心在地轴上，圆面与地轴直交，因而每个点都具有指向圆心的加速度 $\omega^2\gamma$；其中 ω 是地球自转角速率，γ 是点到地轴的垂直距离。设地球内各点的质量密度为 ρ。假想地球内有这样一种分布的体力，其分布强度为 $\rho\omega^2\gamma$，其方向与地轴垂直且背离地轴。这种假想的体力称为地球自转时的离心惯性力。不论地球自转角速率 ω 如何变化，离心力的大小虽然随着变化，但离心力的方向总是背离地轴，因而它的水平分量总是指向赤道的。

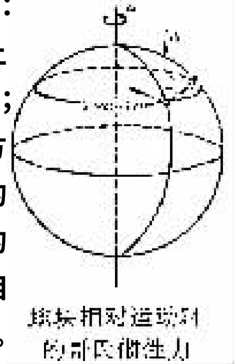

地球自转的离心惯性力

【离心力】　centrifugal force　即离心惯性力。

【纬向惯性力】　latitudinal inertia force　地球变速自转时的一种惯性力。地球变速自转时，它的每个点都沿着纬度圈作变速圆周运动，因而每个点都具有切向加速度 $\gamma\alpha$。其中 α 是地球的角加速度，γ 是点到地轴的垂直距离。设地球内各点的质量密度为 ρ。假想地球内有这样一种分布的体力，其分布强度为 $\rho r\alpha$。其方向与纬度圈相切且指向加速度的相反方向。这种假想的体力称为地球变速自转时的纬向惯性力。地球加速自转时的纬向惯性力朝西，减速自转时的纬向惯性力朝东。


加速时的纬向惯性力　　减速时的纬向惯性力

【哥氏惯性力】 Coriotis inertia force **即科利奥里力，地块相对于地球运动时的一种惯性力。简称哥氏力。此时地块内每个点都具有这样一种加速度：它的大小是** $2\omega v\sin\theta$**，其中** ω **是地球自转速度** ω **的大小，**v **是地块上的点相对于地球的速度** v **的大小，**θ **是** ω **与** v **之间小于** $180°$**的夹角；它的方向与** v **和** ω **的方向都垂直，而且从** ω **方向经过** θ **角转到** v **方向，若按右手螺旋的转动方向，则螺旋前进的方向就是这加速度的指向。设地块内各点的质量密度为** ρ**。假想地块内有这样一种分布的体力：它的分布强度为** $2\rho\omega v\sin\theta$**，它的方向与上述加速度的方向相反。地块相对运动时这种假想的体力的哥氏时的哥氏（惯性）力。**


地块相对运动时的哥氏惯性力

地块相对于地球静止时（$v=0$**），或者** v **与** ω **平行时（**$\theta=0°$**或** $180°$**），哥氏力为零。**

【纬度梯度变化】 latitudinal gradient（variation of the horizontal component of centrifugal force with latitude） **陈庆宣等提出，指地球自转过程中，离心惯性力的水平分力随纬度变化而改变的现象。它在中纬度为极大值，向两极和赤道不断减小，在两极和赤道应为零；同时，在两极和赤道附近随纬度变化的梯度最大。全球纬向构造带的形成和这种变化有密切关系；在高纬度地区的纬向带以张性构造为主，低纬度地区的纬向带则以压性构造为主。**

【协和山脉】 harmonlc mountains **原指大致互相平行走向东西的山脉，后又包括走向南北的山脉。前者例如在我国境内的阴山、天山、秦岭、昆仑和南岭等山脉，后者例如四川西部、云南中部、陕甘宁交界地区、陕西东部、以及太行山东部的褶皱山脉。这两类山脉的成生，前者可以用某种带协和函数，后者可以用某种纵协和函数来论证，因此称为协和山脉。早先，以研究潮汐著名的力学家达尔文曾从理论方面论及地壳表面的协和山脉，但当时并没有从地壳构造方面指出协和山脉的实际存在，直到本世纪二十年代末期，我国地质学家李四光才对具有全球性的强大东西构造带的分布有所认识。到本世纪五十年代末期，李四光又明确指出了广泛分布在我国及世界各地的南北构造带的存在。国外斯托伐斯、卡特尔菲打特、沃洛诺夫、埃根松等学者主要根据地球自转的影响，以二级协和函数为墓础，各自提出了这方面新的论证。地质力学指出，既然东西构造带的产生可以用高级带协和函数来论证，那么就没有理由排除南北向构造带的产生用纵协和函数来论证的可能性。协和山脉的存在，表明它们的形成是和地球自转有某种内在联系的。**

【调和函数】　harimonlc function　满足拉普拉斯方程 $\nabla^2\phi=0$ 的函数。其中 x，y，z 是笛卡儿直角坐标变量，∇ 是偏微分运算子，即：

$$\nabla^2\equiv\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}+\frac{\partial^2}{\partial z^2}.$$

【协和函数】　harmon function　即“调和函数”。

【球体调和函数】　spheroidal har - monic functio　调和函数的一种，即以变数 x，y，z 的齐次多项式表示的调和函数。以 n 次齐次多项式表示的调和函数称为级球体调和函数；当 n＝2 时，称为二级球体调和函数。

【球面调和函数】　sphericalharmouie function　调和函数的一种。当 n 级球体调和函数用球极坐标：r（矢径的大小），θ（余纬度），ψ（经度）表示成：

$$\phi(r，\theta，\psi)=r^nV(\theta，\psi)$$

时，其中函数 V（θ，ψ）称为 n 级球面调和函数或简称 n 级球函数，当 n＝2 时，称为二级球面调和函数或二级球函数。

【球函数】　spherical harmonic functoon　即“球面调和函数”。

【带球函数】　zonal harmonic function　球函数的一种。如果它是 n 级的，那末它在球面上 n 个不同纬度处的值等于零，在球面其余区域，它或者取正值或者取负值，而且正负相间。由于这 n 个不同纬度把球面分成，n＋1 个环带，所以称这种球函数为带球函数。

【带协和函数】　zonal harmonic function　即“带球函数”。

【扇球函数】　sectorial harmonic function　球函数的一种。如果它是 n 级的，那末它在球面上 2^n 条经线处（包括两极）的值等于零，在球面其余区域，它或者取正值，或者取负值，而且正负相间。由于这 2n 条经线把球面分成 2n＋1 个瓜条形区域，所以称这种球函数为扇球函数。

【纵协和函数】　sectorial harmonic function　即“扇球函数”。

【岩内流体】　intrarock fluids　岩石内部所包含的各种流态物质，包括地下冷水和热水、石油和天然气、岩浆和矿液等；岩浆汽化物质和自然条件下产生的异化物质，也属岩内流体范畴。岩内流体种类较多，大都有较大的经济价值。它们的生成环境和运动规律比较复杂，深入研究岩内流体运动规律及其影响因素，有重要理论和实践意义。

【岩内流体运动】 fluid flow in rocks 即岩石内部各种流态物质的运动规律及其影响因素。岩内流体的形成环境和运动规律，相当复杂，影响岩内流体运动的因素比较多。例如，地下热水大多是深循环产物，一般以深断裂为其通道；石油与天然气也有近距和远程运移问题，除去油、气、水等力驱动作用外，还有地应力驱使油气运移、聚集的问题，即“动力驱动”问题；在强烈地震中，地下水常沿地震裂隙上涌，甚至喷出地表，除构造断裂通道以外，也显示了地应力的作用。岩浆和矿液的运移、富集也很复杂。可见岩石流体运动与地质构造和地应力的作用有密切关系；是地质力学研究工作的一个新领域，岩内流体运动规律和机理的研究，对了解地下水运移条件、油气聚散规律、某些重要矿产富集特点，乃至地热分布等生产实践课题，有重要意义。

【应力驱动作用】 stress – driving effect 又称动力驱动机制。岩内流体（诸如地下水、石油和天然气、岩浆和矿液等）在地球内部运移过程中，除去由于重力均衡而存在的驱动力外，还有地应力作用驱动这种更积极的因素；在强烈地壳运动中，这种作用尤为突出。在通常情况下，是由应力高的部位向应力低的部位运移。相对重力均衡产生的静力驱动，地质力学称为应力驱动作用。

【动力驱动机制】 dynamic drivingmechanism 即“应力驱动作用”。

板块构造说

【板块构造说】 plate tectonics theory **一种新的全球构造学说。它认为地球表层是由为数不多的（10—25）大小不等的岩石圈板块拼合起来的。板块的块体很厚，一殳既有大陆地壳，也有大洋地壳，只有个别板块没有大陆地壳。每一个板块都“浮”在地幔的某些粘性层之上，彼此都能独立地运动，并相互挤压、摩擦。板块运动时，许多动力活动常集中在其周边。目前一般认为板块运动的动力来自地幔对流和海底扩张作用。大陆是板块的一部分，而且同板块一齐运动，正如木头冻结在冰块中的运动一样。板块之间常以洋中脊、大陆裂谷、岛弧、海沟以及转换断层等地壳构造特征为其边界，如图所示。**



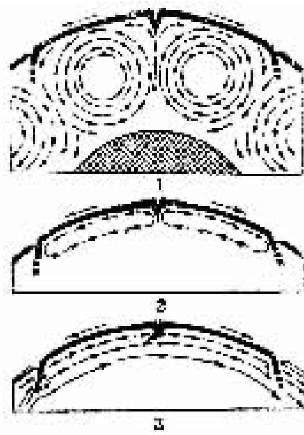
地球板块构造图式

【板块运动】 plate imovement **板块构造说认为地球的岩石圈板块是运动的。板块之间的相对运动可以分为三种类型，即分离运动、会合运动和平移运动（剪切运动）。板块运动的原因各家说法不一，目前归纳起来，大致为：①大板块边缘的增长和板块的分离是地幔物质上升流引起的。地幔物质的上升流可能有不同的形状和形式。它可以是沿延伸很长的裂隙升降的对流，也可以是体积比较大的等轴状地幔底辟（几万和几十万平方公里），或规模较小的喷流。②中、小板块的运动取决于大板块的运动，在大板块的移动控制下可以引起小板块的运动。由于板块是以球形壳体的形式在地球上部运动，它们的运动也会受到地球的旋转极和旋转角速度的制约。**

【板块构造】 plate te ctonics **由于海底的分裂与扩张，板块活动，彼此相互影响、相互作用，因而产生各种地质构造，这些构造被称为板块构造，如洋中脊处产生引张断裂构造；岛弧海沟系处产生挤压性构造。**

【新全球构造】 new global tectonics **以前有人把大陆漂移说的构造称为全球构造，因为它涉及到整个地球，近来又有人把板块构造称为新全球构造，以区别于前者。**

【地幔对流】　mantle convection　地幔物质由于热量的增加，密度减小，形成热流上升，达到地壳下部再向不同方向分别流动，随着温度的下降、又转向地球内部运动的过程。地幔对流的过程是非常缓慢的，上升对流的活动时间可达几千万年甚至几亿年。地幔物质的上升流动可以是不同形态的：有沿延伸很长的裂隙升降对流，有体积巨大的等轴状地幔底辟（几万或几十万平方公里），也有规模较小的喷流。地幔对流的原因，根据格里格斯（D. Griggs1939）的说法，是由于岩石的传导性不良，放射热在地球中聚集，使得地幔下层膨胀、变轻，以致对流。地幔对流的结果是地幔温度的下降，以致逐渐冷却，对流停止，于是地质活动也就停止了，一直到下一次对流的出现。板块构造说认为地幔对流是板块运动的主要驱动机制。



地幔对流的三种假说

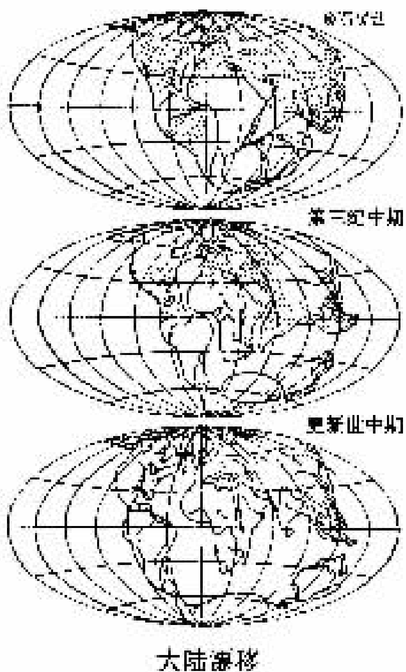
【对流室】　convective cell　又译“对流腔”是地幔物质对流活动的空间，也是地幔物质运动的形式。在对流腔内，由于热量变化，使中心部位的物质向上运动，周边部位则向下运动。

【地柱说】　plume theory 本世纪七十年代初，摩根（J. Morgan）提出的一种板块移动机制的学说。他认为地球深部来源的物质，是由于放射性元素分裂，释放热能，在重力高的地点的火山底下升上来的。在地壳以下延伸约 2900 公里的整个地幔，以每年数厘米速度蠕动着。物质的移动，在海底扩张带上是向上的，到达地壳之下改为水平移动，然后又向下进入地球深部。炽热岩石上升的圆筒状地区称为地柱（plume），也有译为“热柱”、“热缕”或“地幔羽”的。根据人造卫星的重力下倾，估计出每个地拄的直径有 160 公里左右。结合从人造卫星上所得到的数据，对所有已知的火山记录进行了检查后，已确定了约二十个地柱位置。近来也有人估计全球有六十多个地柱。许多地柱是位于两个以上板块的边界上或附近，地柱推动着板块，使它们彼此分离。每个地柱都固定在一个位置上，并且是长期活动的。

【热点】　hot spot　形成地柱的地区，从地表上看，叫作热点。从侧面看就是“地柱”或“热柱”等。

【大陆漂移说】　continental drift（displacement）hypothesis　德国气象学家魏格纳（A. Wegener，1912）在总结前人有关大陆漂移概念的基础上提出的一种大地构造假说。他认为，古生代时全球只有一块庞大陆地，称“泛大陆”（pangea）。于中生代时它开始分裂漂移，逐渐达到现今的位置（见附图）。轻的花岗岩质大陆是在重的玄武岩质地幔上漂移的。他发现有许多现象可以证明这种漂移。如大洋两岸（特别是大西洋两岸）的海岸线形状、地层、构造、岩相、古生物群、古气候、地球物理等具有相似

性和连续性；又如在澳洲、印度、非洲、南美广泛分布的晚古生代羊齿植物群以及这一时期在这些地区发生了一次大冰期等，但于北半球其他地区却未发现可靠的遗迹；所有这些，特别是南半球的晚古生代冰川，说明它们原先是联合在一起的，原本位于极地位置，是以后才发生分裂漂移的。大陆漂移显示有两个明显的方向，即向赤道的离极运动和向西的运动。前者是由地球旋转的离心力引起的，后者则起因于日月对地球的引力所发生的潮汐作用。这个学说认为，美洲西岸的经向山脉，是由于美洲大陆向西移动时受硅镁层抵抗而挤压褶皱起来的；阿尔卑斯—喜马拉雅纬向山脉是由于离极运动形成的；各大陆东边的岛弧是大陆向西漂移时，粘附于硅镁层之上的一些大陆碎片脱离大陆的结果。这个假说当时引起了地质学界及地球物理学界的重视。但是对于大陆漂移的机制和规律有很多人表示怀疑。近年来用古地磁方法确定出古地磁极的位置，发现在地质历史过程中地磁极是移动的，而从北美和欧洲测定的极移路线又各不相同，只有把大西洋东西两个大陆的位置恢复到相互接触的位置时，两条极移路线才能吻合。这样才使地壳固定的概念发生动摇，而大陆漂移说又获得了新生。李春昱等认为从术语上看，有它的缺点，容易引起误会，可能使人认为陆地对海洋是相对移动的。实际上是地壳的漂移，很多情况是洋壳和陆壳一起移动的。大西洋的西部，便和南北美洲联在一起，大西洋的东部，便和欧洲与非洲联在一起。如果把大陆漂移这个术语改成地壳漂移（Crustal drift）也许更为恰当些。



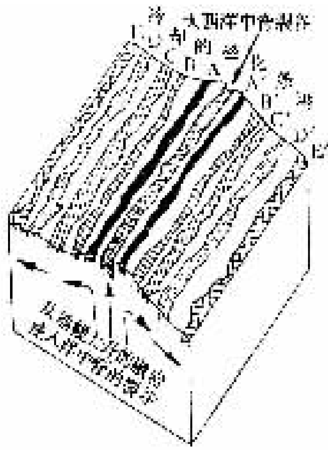
大陆漂移

【泛大陆】 pangea 又称联合古陆，一个假想的超级大陆。许多地质学者设想泛大陆在地质时期的早期曾经存在过，那时它把地壳上的所有大陆都联合在一起，而现在的各个大陆则是来源于泛大陆破裂后的碎片，后又经过大陆漂移而成。在泛大陆演化成现代广泛分布的各大陆以前，有一个时期泛大陆只是分裂成为两片大陆：北边的为劳亚大陆（Laurasia），南边的为冈瓦纳大陆（Gondwana）。围绕泛大陆的原始大洋曾被称为泛大洋。另外一些地质学者，只承认早先存在过劳亚古陆和冈瓦纳古陆，不承认在此以前存在过泛大陆。实际上，在地球的早期历史（古生代或更早）中，大陆的位移情况尚没有弄清楚。


泛大陆和泛大洋

【泛大洋】 panthalassa 围绕泛大陆的原始大洋。

【海底扩张说】 sea floor spreading theory 本世纪六十年代初，赫斯（H. H. Hcss）和迪茨（R. S. Dietz）等人提出的关于海底地壳生长和运动扩张的一种学说，是对大陆漂移说的进一步发展，又为板块构造说打下了基础。这个学说认为，洋中脊和世界裂谷系统是地幔对流物质的出口，新的海底地壳就是由这里产生的。新的海底地壳产生后，它就会逐渐向洋中脊或裂谷两侧扩张。海底地壳到达海沟后，则又重新沉降到地幔中去。海底地壳一面生长，一面消失，不断更新，因而在洋底没有比侏罗纪或晚三叠世更老的岩石。根据地磁反转年代测定的海底扩张速度每年大约为 1—10 厘米。海底扩张的现象有许多观测资料作为证明，其中最突出的证据是地磁异常的条带状排列和地磁场的倒转。凡因（F. J. Vine）和马修斯（D. H. Mafthews）认为，产生条带状地磁异常的地下的北均一磁化，并不是由于磁化的强弱，而是按正、反磁化方向相互排成条带状的结果。把海底扩张说主张的洋中脊产生海底这个概念与数十万年为周期而倒转的地球磁场结合起来，自然就可以形成条带状异常。近年来的海洋钻探资料为海底扩张提供了不少证据。


新生洋壳冷凝时形成的磁化条带

【大陆增长】 continental accretion 又称大陆增生。是丹纳（J. D. Dana）在 19 世纪提出来的一种学说的主要论点。他认为大陆是在大洋盆地中由于逐渐增加的大陆物质围绕着原始的陆核生长起来的，大部分新的物质都积聚在大陆周边的地槽带里面，当老的地槽被造山作用褶皱、变质、固结在陆核的周围，形成围绕陆核的新的陆壳之后，在其外围又会生成新的围绕大陆的同心环带状地槽（即所谓“地槽迁移”），于是新的一轮增长又开始出现。这种大陆增长的典型大陆边缘为北美的滨大西洋边缘，那里的一些新的陆壳（现在是陆地）是在显生宙增长起来的。这个假说当时没有被地质学界普遍接受，但在 60 年代板块学说兴起之后，这个假说又被应用于解释大陆的增长。不同的是，板块构造说认为原已增长到相当大的大陆地块又可以由于地幔对流作用，在岩石圈发生扩散的地方使大陆被撕裂，而当破裂了的陆块漂移离开时，便产生新的洋盆。于是每一个大陆碎块都将成为进一步增长的独立陆核。

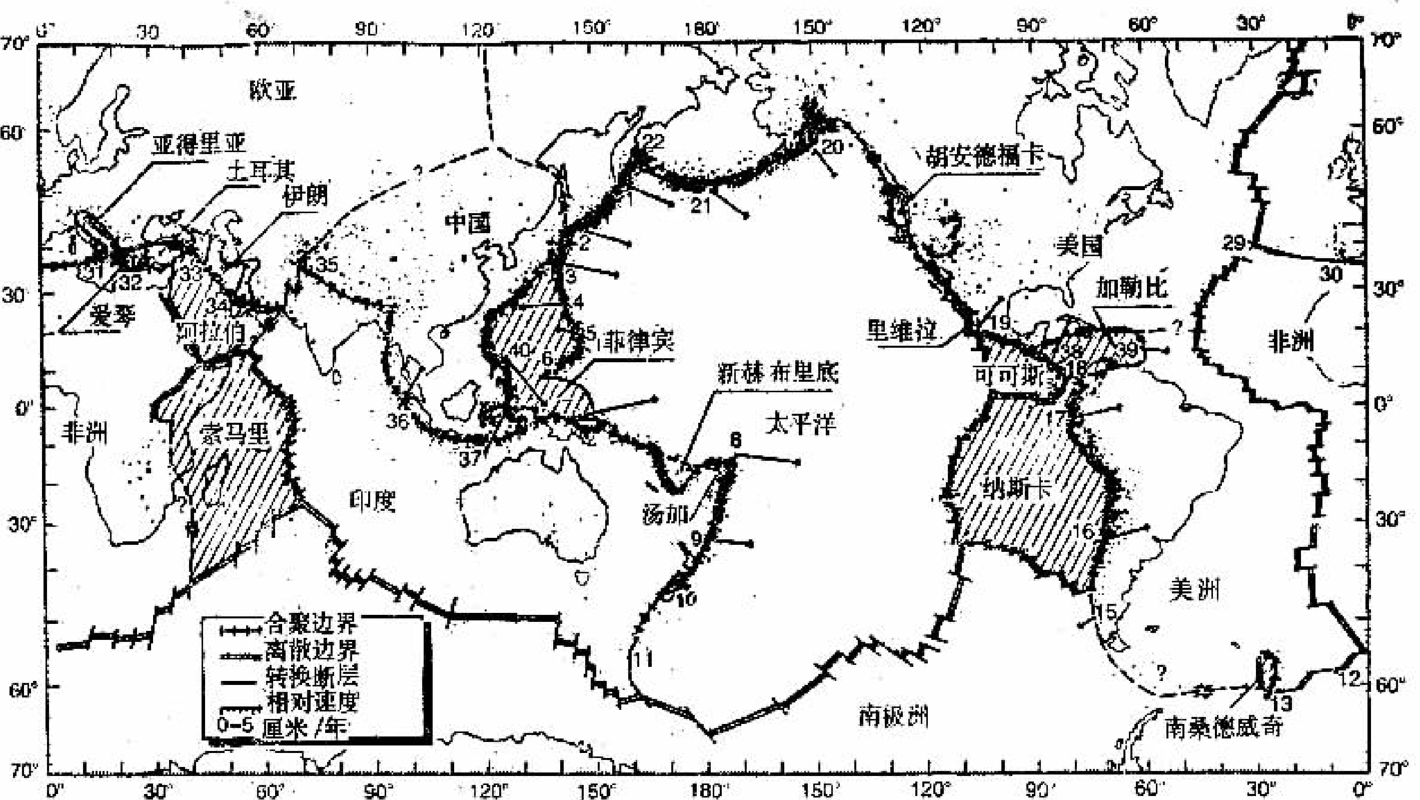
【大陆增生】 continental growth “大陆增长”的同义语。

【等态论】 isostateism 美国学者乌尔夫提出的一个新的大陆内部运动假说，是指由于热量得失的差异所引起的上地幔体积和物态的变化，以及由岩石圈表面沉积和侵蚀所造成的压力变化。为了避免海底扩张学说的缺陷，它假定上地幔是由榴辉岩和上覆玄武岩所组成，由放射性衰变所引起的增温，可以造成地壳的垂直上升。上升的幅度可达地壳厚度的20%。这一假说认为，西藏高原的上升所需的能量，用“等态论”解释，仅有所谓印度板块俯冲所导致的上升所需能量的一小部分。另外一些用板块构造难以解释的现象，也可以用“等态论”加以严格地解释。如太平洋边缘地质的独特性，地震带的带状分布或穹窿状分布，海洋盆地的起源，火山作用以及变质作用等，都可以得到合理地解释。

【板块】 plate 地球的岩石圈层并不是整体一块，而是被一些构造活动带（洋中脊、岛弧海沟系，转换断层）所分割，形成若干个不连续的板状块体。这些板状块体被称为板块。每个板块的厚度由50—60公里到150公里不等。其范围大小也各不相同，有人按其大小划分为大、中、小板块，而有人则划分为巨板块、板块、微板块和亚板块。全球地壳最初分为欧亚、太平洋、印度洋、非洲、美洲和南极洲六大板块（见附图）。后来美洲板块又被分成南美板块和北美板块，后又分出南太平洋、阿拉伯、加勒比海、可可斯、菲律宾等小板块二十个。以后，还可能分得更多些。小板块是位于大、中板块会合之间的板块。板块的下部，即由上地幔上部组成的那一部分，成分比较稳定，相当于橄榄岩成分，而板块的上部、即莫霍面以上的地壳，成分和厚度变化都很大，因为其中的陆壳部分和洋壳部分的成分是不相同的。板块的形态相对于大陆和海洋的分布来说，是没有方向性的，因为一个板块可以既有大陆也有海洋。只有太平洋板块、纳斯卡板块和可可斯板块三者全部为大洋地壳。

【大板块】 megaplates 又称巨板块，即规模巨大的板块，具体是指板块构造学说最早划分出来的六大板块：欧亚板块、美洲板块、非洲板块、太平洋板块、印度—澳大利亚板块和南极洲板块。除了太平洋板块全属洋壳板块以外，其余各大板块都包含有陆壳和洋壳。大板块的运动方向每隔一两亿年或几千万年才发生变化，其边缘上的一些地动力作用的时间也是如此。

【中板块】 mesoplates 是比大板块规模较小的板块，如纳斯卡板块、加勒比板块，菲律宾板块等等。它是大板块破裂后产生的，一般位于大板块的前进边缘和大板块之间。中板块的位移和转动取决于大板块的运动方向。它的运动方向和小板块一样，可以在几千万年或几百万年发生变化。


欧亚
亚得里亚
土耳其
伊朗
中国
爱琴
阿拉伯
非洲
索马里
印度
菲律宾
新赫布里底
太平洋
汤加
胡安德福卡
美国
加勒比
里维拉
可可斯
纳斯卡
美洲
南极洲
南桑德威奇
合聚边界
离散边界
转换断层
相对速度
0-5 厘米/年

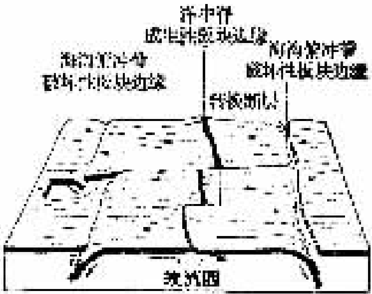
世界板块构造分布图

【小板块】 small plate **面积小于或相当于10万平方公里的板块。这种板块常常出现在大陆和大陆或大陆和岛弧的碰撞带中，其特点是具有较快或较复杂的运动方式。例如位于欧亚板块和非洲—阿拉伯板块之间的土耳其—爱琴板块，亚德里亚板块，伊朗板块；澳洲板块和太平洋板块之间的新赫布里底（New Hebrides）板块和汤加板块等。小板块的运动主要受控于大板块的运动。**

【微板块】 microplates **目前划分板块的最小单元，是板块构造说研究板内构造时提出的。它主要借助于卫星照片、古地磁数据、同位素年龄、地热流的变化及岩石成分等资料，进行微板块发展历史的研究。如对墨西哥微板块聚合问题的研究，取得了较好的成果。**

【古板块构造】 palaeo-plate tectonics，fossil plate tectonic **新生代以前产生的板块构造。板块构造学者试图应用板块构造说解释大陆内地的构造现象，并且把板块边界的种种标志作为寻找古板块构造的线索。许多地质工作者认为世界上一些重要山脉，如：喜马拉雅、阿尔卑斯、乌拉尔、阿巴拉契亚，都是由不同时期的板块构造运动所造成的。**

【板块边缘】 plate margin **板块之间结合的地方，按其不同特点可有三类边界：①洋中脊，为分散的接缝。这里主要是张力作用，是对流发散地区并产生新的大洋型地壳（成生性板块边缘）。地震带狭窄，地震都是浅源的，活动水平较低，地震也较小。②岛弧海沟系：为汇聚的接缝。这里主要是挤压作用，常形成冲断层，构造较复杂，是对流汇聚地区并使俯冲板块消减（破坏性板块边缘），地震带较宽，中深，深震也发生在这里。在岛弧海沟系中，还可能产生成对变质带，混杂堆积等。③转换断层：为剪切的接缝，主要是切向应力作用，常形成复杂的平移断层，在此，板块相互作侧向滑动。地缝合线可以作为古板块的边界。根据板块边界的种种特点，不仅可作为划分板块的依据，而且还可作为寻找古板块活动遗迹的线索。**


板块边缘类型

【成生性板块边缘】 constructure margins **即扩散边界，见于洋中脊。此处板块运动彼此离开，沿着成生性边界产生新的洋壳。**

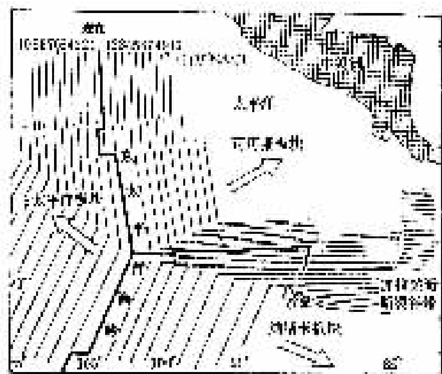
【破坏性板块边缘】 destructure margins **即聚合边界，见于海沟。在这里两个板块相遇，其中一个板块以约45度的角度俯冲到另一板块之下，在那里被加热、最终被地幔所吸收。**

【离散边缘】　divergent boundary　岩石圈板块边界类型之一，即板块运动彼此分离的接触界线。离散边界在大陆上表现为裂谷带，在大洋中表现为大洋中脊。洋壳沿着离散边界形成新的洋壳。

【会聚边缘】　convergent boundary　岩石圈板块边界类型之一，即板块运动彼此会合的边界线。会聚边界表现为深海沟和俯冲消亡带。在这里相遇的板块，其中一个板块“潜入”相邻板块的前导边缘下面。

【转换边缘】　transform（strikeslip）bonndary　岩石圈板块边界类型之一，即转换断层。它是板块沿之相对滑动的边界。

【板块三接合】　triple junctions of plates　又称三向连接构造。D. P. 麦肯齐和W. J. 摩根提出。三接合即三个岩石圈板块会合的一点。对板块构造来说，作为两个板块交界的是海岭、海沟和转换断层三种。当三个板块在一点相接时，这时就有可能象从前的阿拉斯加湾那样，有如下三种组合，即三个海岭成 Y 字型接合，也有三个海沟以及海岭，海沟和转换断层组成三接合的。因此，当考虑它们的球面几何学时，就可知道这三个要素的交点是稳定还是不稳定的了。



太平洋板块、可可斯板块和纳斯卡板块三结合

【三向连接构造】　triple junctions　即“板块三接合”。

【移动板块】　active plate　当两个板块遇合时，其中一个板块是相对地移动的，叫做移动板块。

【静止板块】　inactive plate　当两个板块遇合时，其中之一是移动板块，另一个板块是相对地静止的，叫做静止板块。

【俯冲板块】　subducting plate，descending plate，underthrusting plate　两个板块相遇时，向下俯冲的板块，叫作俯冲板块。俯冲板块一般是洋壳板块，因为它们是硅镁质的，比重较大。

【上冲板块】　overriding plate，overthrusting plate　相对于俯冲板块来说，大陆板块是覆盖于俯冲板块之上的，可称之为上覆板块。

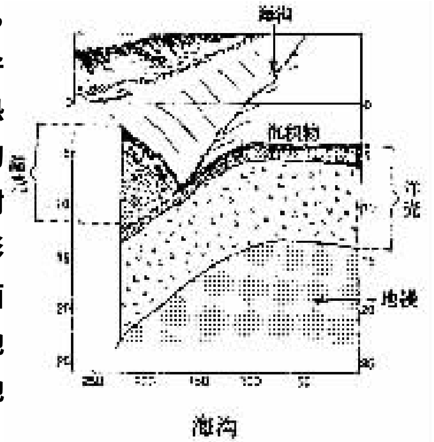
【仰冲板块】　obduction plate　在仰冲带的洋壳板块，叫作仰冲板块。仰冲板块是指仰冲到大陆型地壳和过渡型地壳之上的洋壳板块。这种板块往往是小板块。

【板块碰撞】 plate collision 两个陆壳板块相碰撞的现象。由于陆壳板块的岩石圈密度相同，这时并不发生一个板块俯冲到另一个板块之下的现象。板块碰撞也发生岩石圈的消减以抵消扩张带所增长的岩圈。这种消减是以褶皱作用和压缩作用使岩石圈变成狭窄的、线状的活动带的方式实现的。在板块碰撞的条件下，沉积在大陆边缘的沉积地层（以及沉积在封闭大洋盆地的地层）都被压缩成一系列的紧密的褶皱和逆掩带，大洋地壳的破片可以被推挤到相邻的陆壳岩石之上，形成蛇绿岩带。典型的板块碰撞带的例子被认为是喜马拉雅带。它是中生代时期印度板块和欧亚板块相碰的结果。大陆壳和岛弧也可以发生碰撞。

【碰撞带】 collision zone 两个大陆或大陆与岛弧相碰撞的带。碰撞带也就是一种类型的造山带。开始在两个地壳单元之间可能被大洋隔开，洋壳逐渐消亡，大陆边缘被拖向消亡带。由于陆壳岩石密度低，难以进入地幔，最后被挤压而成造山带。前者如喜马拉雅型碰撞造山带，后者如新几内亚型造山带。

【洋底断裂带】 ocean - floo rfracture zone 发育在洋中脊和洋中隆上的断裂带。它们大致由两个断裂系统所组成：一个是沿洋中脊或洋中隆轴部分布的大断裂谷和正断层，具有地堑或正断层性质，一个是垂直洋中脊或洋中隆分布的一系列断裂带，具有转换断层性质。洋底断裂带的规模很大。

【海沟】 trench 沿着岛弧或大陆海岸山脉延伸的狭长的深海凹地。其中轮廓清楚的深沟称为海渊，规模很大，通常长达数千公里，宽约 100 公里，大部分水深超过 4000 米。最深的马里亚纳海沟，竟达 11000 米以上。大部分海沟具有不对称的 V 字型横剖面。海沟两侧斜面上常有阶梯形阶地。主要发育在环太平洋带上：一是沿太平洋西边岛弧地带分布；一是沿太平洋东岸美洲的海岸山脉分布。海沟地带是地球上地震活动最强烈的地方，几乎所有的大地震，特别是深震，都发生在这个地带上。沿海沟内侧分布的重力负异常带是地球上所发现的最大的重力异常之一。地热值在海沟附近较低。地震波折射的研究表明，海沟底下的地壳是大洋型的，而不是大陆型的。海沟附近明显的重力异常表明，这里不存在均衡平衡，形成海沟的力量必须与重力作用相反，拉着海沟下面的地壳向下运动。因此，板块构造说认为，海沟地带是地幔对流向下运行的地方，即板块俯冲进入地幔的地方，海沟由此形成。



海沟

【岛弧】 island arc 海洋中呈线状分布的弧形列岛。它们大多位于大陆与大洋的交界处。弧的凸面一般都朝向大洋。在大洋一侧有海沟与其平行分布，构成岛弧海沟系。岛弧的海沟一侧为外侧，大陆一侧为内侧。深源地震震源在朝大陆一侧的深处分布。自外侧到内侧的各种现象几乎呈带状分布，即海沟、重力负异常带、热流量负异常带、浅源地震多发带、重力正异常带、岛弧轴、火山带和褶皱带。因此，从地质学观点出发，将岛弧的定义说成是有海沟，活火山以及深源地震三种现象的地带，而且这里是现代地壳最活动的地带。岛弧的形成，按板块构造说，是由于从洋中脊上升的地幔对流在大陆附近碰撞岩石圈，大洋壳向大陆壳下面俯冲，形成海沟。俯冲带的前端在地幔中熔融上升成为侵入岩体或火山，形成岛弧。

【岛弧海沟系】 island arc and trench system 参见“岛弧”。

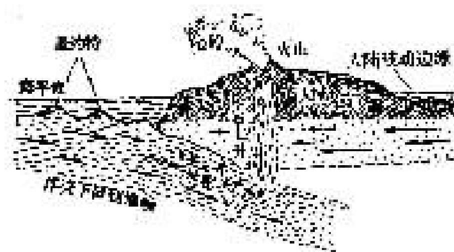
【火山弧】 volc nic arc 即“岛弧”。

【增生棱体】 accretionary prism 大洋板块俯冲时，其上部沉积物被大陆板块刮下来堆积在海沟底部所形成的棱形堆积体。这些沉积物被挤成褶皱，形成一系列逆掩体，使海沟内壁增厚。增生棱体在海沟坡的转折处（在某些岛弧外侧）出露地表。在那里第四纪礁体或浪蚀阶地发生快速的构造隆起，下伏岩石由强烈变形的陡倾的碎屑物组成。碎屑物的成份为玄武岩、超基性岩、碎屑岩和碳酸盐类岩石等。增生棱体变形最强烈部分是海沟坡下部底脚附近。此词有人译为“填加柱”。

【俯冲带】 subduction zone 板块构造说认为，大洋板块向某一方向移动，遇着大陆壳，彼此相撞时，大洋板块由于岩石密度较大，地位也低，便俯冲于大陆壳之下，这一俯冲部分叫作俯冲带。也有人称之为“下降带”或“潜没带”。

【潜没带】 subduction zone 好“俯冲带”。

【贝尼奥夫带】 Benioff zone，Benioff seismic zone 又译作“毕乌夫带”，指岛弧海沟系俯冲带上面反映震源活动的地带。其倾角平均为45°，倾向岛弧和大陆所在的方向，深度可达300—700公里。关于这个带的成因，有人认为它是一个深断裂带，板块构造说则认为它是一个板块的俯冲带。贝尼奥夫带的真正发现者是日本地球物理学者Wadati，但是由于美国地球物理学者贝尼奥夫后来的研究，才使得著称于世、故又称Wadati－Benioff地震带。



贝尼奥夫带

【贝尼奥夫断层面】 Benioff fault plane 即“贝尼奥夫带”。

【毕乌夫带】 Benioff zone 即“贝尼奥夫带”。

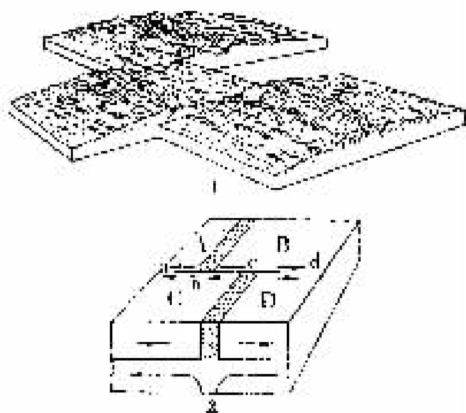
【仰冲带】 obduction zone 洋壳岩片上冲到过渡型地壳和大陆型地壳之上的地区。仰冲带是偏离一般俯冲条件（即密度较大的洋壳俯冲于密度较小的陆壳之下）时产生的。这个术语是科尔曼（R. Kolman）为了解释大陆边缘上的上地幔橄榄岩而提出的。他认为大陆边缘上的上地幔橄榄岩是构造侵位形成的。仰冲岩片一般是洋壳小板块或中板块，例如塞浦路斯、阿曼和巴布亚等地的产状平缓的蛇绿岩组成的巨大逆掩岩体。

【逆冲带】 obduction zone 即“仰冲带”。

【消失带】 consume zone 按照板块构造说，大洋板块在俯冲带进入地幔，到了一定深度时，即由地幔熔融同化，以至消失，所以称之为消失带。但也有的译为“消亡带”或“消减带”，也就是“俯冲带”。

【消亡带】 subduction zone 即“消失带”，也就是“俯冲带”。

【地缝合线】 suture line，geosuture 简称缝合线。两个大陆板块相向移动，它们的前缘碰撞时，受到强烈变形，构成褶皱山脉地带，这就是地缝合线。它是划分板决边界的要素之一，也是寻找古板块构造的重要地区。有人认为，喜马拉雅山脉是欧亚大陆板块与印巴次大陆板块的地缝合线；也有人认为，这个地缝合线位于雅鲁藏布江或其以北地区，而喜马拉雅山脉则属于印度板块的一部分。阿帕拉契亚山脉和乌拉尔山脉也可能是古老的地缝合线。地缝合线一词是德国地质学家克洛斯（H. Cloos）于 1937 年提出，原义是指各岩块之间具有不同力学性质和地质历史的变动带。我国地质学家则有不同的称谓，张文佑等（1974）则称为断块缝合线，指古陆壳和古洋壳之间的接合线，相似于板块构造的消减带。黄汲清等（1977）则称之为板块缝合线，如雅鲁藏布江板块缝合线等。



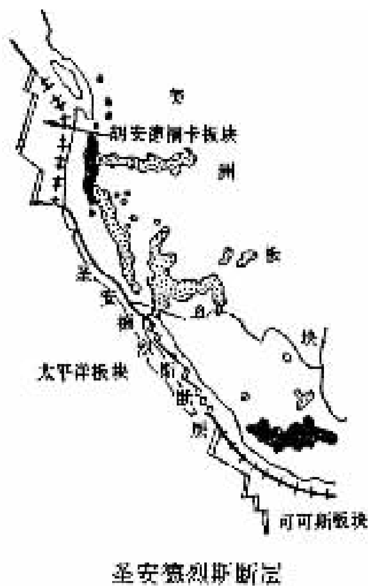
1.转换断层与洋中脊的关系；2.转换断层

【缝合线】 suture line 见“地缝合线”。

【转换断层】 transform fault 威尔逊（J. T. Wilson 1965）提出的一种新型断层。转换断层是板块构造模式中最重要的特点之一。洋中脊并不是连续的，而是为一系列垂直于它的平行断裂所切割，洋中脊沿断裂发生了水平错动，但这种断层并不是简单的平移断层，而是由于海底扩张致使沿着断裂的水平位移转换了性质，所以叫作转换断层。这种断层

的性质有两个特点：一是水平错动仅发生在两段洋中脊顶部之间。在其外侧，断裂带则成为较早期产生断层的不活动的残余部分。从地震的震中仅发生在两段洋中脊顶部之间，在其外侧则很少，也可说明这一点；另一个特点是转换断层的水平位移的方向，与两段洋中脊的不平错开的方向正好相反。近代由震源机制听测定的应力方向是与转换断层的性质符合的。转换断层规模很大，错动的距离常常是数十至数百公里，有时达一千多公里，如东太平洋的门多西诺断裂带。这是近年来通过磁力测量，予以证实了的。按照威尔逊的说法，不但连接两段洋中脊的大断裂是转换断层，连接海沟与海沟或洋中脊与海沟的断裂也是属于转换断层的性质。图示转换断层与洋中脊的关系以及转换断层的运动机理。

【圣安德烈斯断层】 San Andreas fault　这是北美西部太平洋东岸的一个长达一千公里以上的走向滑动大断层。有人认为，这个断层是连结东太平洋洋隆和胡安德富卡海岭之间的一个转换断层。但也有不同的看法。太平洋洋隆自白垩纪以来，在东太平洋区不断地产生新的海底地壳，而且这些海底不断向美国西岸扩张，当它扩张到北美大陆附近的海上时，就形成海沟而沉没下去了。那里第三纪中期还存在海沟，但这些活动已完全停止，北美西部就成为圣安德烈斯转换断层的活动场所了。只能在胡安德富卡和郭达海岭看到太平洋板块的残余碎片。



圣安德烈斯断层

【大陆被动边缘】 passive continental margin　板块构造学说划分的地壳构造单元之一，又称稳定边缘，指的是大西洋型大陆边缘，即从大陆向大洋过渡的一个相当广阔地带，它平行于大陆边缘的轮廓，包括大陆边部、陆架、陆坡和陆基在内。被动边缘的地壳是从洋壳到陆壳的过渡壳，其厚度在萨基区为7—10公里，在大陆边缘为20一30公里。属于大陆被动边缘有北美洲和南美洲的西部边缘、非洲边缘（北部除外）、澳大利亚和印度半岛的南部边缘、欧亚和北美的北部边缘。有人认为北美现代滨大西洋的大陆边缘是最典型的大陆被动边缘。它形成于美洲与非洲分开后的晚三叠世。大陆被动边缘广泛发育在大型岩石圈板块上，在地表占据的面积很大，宽度变化也很大，可由几百公里至一、二十公里，这决定于基底的坡度和岩石圈板块倾伏程度。在此边缘上主要的动力作用是沉积作用（沉积物的堆积、原始成岩作用以及个别地方的原始变形作用）。从区域剖面上看，形成的沉积岩系为透镜体状，朝大陆和深海平原方向尖灭，而在陆坡、陆基，特别是三角洲地段及其水下延

续部分最厚。在受构造—岩浆活动作用以前，不发生任何岩浆活动。沉积建造类似于冒地槽产物的砂质粘土建造、石英岩建造和灰岩建造。这些地质特征可以确定古构造体制。

【稳定边缘】 stable continental margin 即“大陆被动边缘”。

【大陆主动边缘】 active continental margin 板块构造学说划分的地壳单元之一，又称太平洋型大陆边缘。指的是安第斯型大陆边缘。这种大陆边缘活动性较强，有强烈的地震和火山活动。它以一条深海沟为界线，而洋壳板块以很高的角度向这条深海沟区俯冲。安第斯型大陆主动边缘造山带在南美表现得最明显。哈因把大陆主动边缘的基本构造单元划分为：海沟内壁、大陆主动边缘坡、高原（岩浆弧）和山前坳陷。大陆主动边缘坡度较陡，继之为高原，主要由以钙碱性为主的侵入岩和火山岩构成。属于大陆主动边缘的地区有安第斯、苏门答腊、亚平宁半岛、南斯拉夫亚得里亚海岸、克里特岛、爱琴海诸岛等。

【深海大洋盆地】 abyssal oceanic basin 位于大洋中脊与深海沟之间，深度为2—3公里到5—6公里的一大片洋底。它们位于洋壳厚度为7—10公里、结构又相当稳定的板块上，是远洋沉积物，即硅质、钙质软泥、深海粘土等的主要堆积区。还形成深海中特殊的铁-锰结核矿床。深海大洋盆地的洋壳上层为远海沉积物组成，一般距大洋中脊越远厚度越大，在海沟附近厚度可达1公里，下层为大洋中脊形成的拉斑玄武质火山岩所组成。

【边缘海】 marginal sea 较小的大洋盆地，一般位于大陆与火山岛弧之间。边缘海是现代比较常见的构造单元，见于欧亚大陆的整个东部边缘，呈长链状，由北向南展布。加勒比海和斯科舍海也是边缘海。关于边缘海的成因，有人认为是岛弧所在的板块离开大陆时产生的。还有一部分边缘海位于被年轻的岛弧与大洋隔绝的洋壳板块之上。

【欧亚板块】 Eurasian plate 勒皮琼（Le Pichon）1968年创名，其范围包括欧亚大陆和东北大西洋。西部以大西洋海岭同美洲板块相邻，北达北冰洋，东达亚洲东部海沟带，南部分别与菲律宾板块、澳大利亚板块、印度板块，阿拉伯板块，非洲板块接界。始新世中期欧亚板块与印度板块相碰撞，中新世中后期喜马拉雅山脉急剧升起，有人认为这里是两个大陆之间的缝合线，但也有人把喜马拉雅山脉列入南方古陆，而把缝合线的位置放在雅鲁藏布江一线。欧洲与北美洲分裂的时间为白垩纪晚期。

【印度板块】 India plate 勒皮琼（Le Pichon）1968 创名，又称印度—澳大利亚板块，其西部边界为中印度洋海岭，与索马里板块相邻。海岭抵阿拉伯外海向西折入亚丁湾；印度板块以北东走向的欧文断裂带与阿拉伯板块相接，再向东北则与伊朗板块相邻。北部边界为喜马拉雅山脉，在这里与欧亚板块相连。东部则沿着东印度洋海沟带进入太平洋直达新几内亚以北海沟带，与汤加海沟相接，然后转南包括整个澳大利亚洲，与南极板块相连。南部边界为东西走向的东南印度洋海岭。印度板块除澳大利亚洲和印度半岛以外，大部分为大洋地壳。根据大陆漂移说，印度板块与澳洲板块和南极板块原是一个板块，在白垩纪破裂，然后向北运移，在始新世与亚洲板块相撞。澳大利亚则在古新世末期与南极洲分开。

【印度洋板块】 Indian Ocean plate 中印度洋地区（九十度海岭以西），此词较少使用。

【阿拉伯板块】 Arabia plate 以阿拉伯半岛为主的小板块。西部边界为红海裂谷，南为亚丁湾海岭和欧文断裂带，东部为波斯湾东岸的扎哥斯断裂带（Zargos 压碎带），在这里与伊朗板块相邻。阿拉伯板块由于西部和南部边界是海岭相裂谷带，故整个板块有向北运动的趋势。

【土耳其—爱琴海板块】 TurkishAegean Sea plate 包括土耳其和爱琴海在内的板块。北界为安拉托里亚断层，南界为海伦尼克（Helenic）俯冲带。断层呈向北突出的弧形，俯冲带呈向南突出的岛弧状（位于地中海东部），故此板块的南北弧在东、西相交。根据安纳托里亚断层的性质，土耳其—爱琴海板块系由东向西运动，而非洲板块以及两者之间的更小板块如墨西拿（Missina）板块、爱奥尼亚（Ionian）板块、勒旺廷（Levantine）板块都向北俯冲。

【土耳其板块】 Turkey plate 主要是指土耳其的亚洲部分，即小亚细亚半岛。这个板块的北部边界为一条与半岛延伸方向东西向平行的安纳托里亚（Anatolia）断层，差不多和半岛一样长。这条断层是顺时针方向的扭性断层，即欧亚板块沿此断层向东移动，或小亚细亚半岛相对地向西移动，是一条活动断层带，仅从 1938 年以来，至少发生了十三次大地震。有人认为这是由于大西洋扩张使得欧亚板块东移所形成的，相当于北美西部的圣安德列斯断层。

【伊朗板块】 iran plate 是阿拉伯板块与欧亚板块之间的一个小板块。西界为扎哥斯碎裂带（Zargos crush zone）。北部为安纳托里亚断层（Anatolia fault）东界为欧文断层带向北东延伸部分，此断层以东便为印度板块。

【亚得里亚板块】 Adriatic plated 这是一个比较小的板块，以亚德里亚海为主体，包括意大利半岛东部，南斯拉夫和希腊的大部、以及阿尔巴尼亚在内。亚德里亚板块的东边和北边以一条蛇绿岩带为界。蛇绿岩带紧靠南斯拉夫、希腊两国的东部边界延伸，

达到阿尔巴尼亚境内。蛇绿岩带还向北沿着亚平宁山北部延伸。亚平宁山是意大利半岛的中脊，可能是两个古板块的缝合线。

【菲律宾板块】　Philippines plate　日本海沟向南延伸，分为东西两支，东支为马里亚纳深海沟，西支为菲律宾海沟。两支海沟之间便是菲律宾板块。这个板块以深海平原为主，其中分布了大量海底山，中间有一个近南北走向的巴雷塞韦拉海岭。整个板块以洋壳为主。

【中国板块】　China plate　是从欧亚板块中划出的一个板块，其西界为从西北印度洋卡尔斯堡海岭北端的转换断层——欧文断裂带（Owen fault zone）向北东方向引伸的一条推断的断层线。这条断层线向东北直达西伯利亚的阿尔丹地盾，然后向东延入鄂霍次克海，便构成了中国板块的北界。中国板块的东界为与太平洋板块和菲律宾板块相接的日本海沟、琉球海沟、菲律宾海沟、南界则为东印度俯冲带，向西北延伸到喜马拉雅山脉，包括了整个东南亚在内。

【非洲板块】　African plate　勒皮琼（Le Pichon）1968 创名，其范围包括大西洋中脊南段以东，印度洋中脊以西，北至地中海，南抵南极板块，是最早划分的世界六大板块之一。非洲板块在侏罗纪中期（约 1.65 亿年前）同南美板块分离。此时，欧亚板块尚与北美板块联结在一起。在大西洋新生洋壳的推动下，非洲板块相对于欧洲来说向东作反时针方向的运动。亚德里亚微板块，在非洲板块的推动下，与巴尔干相撞，其间的洋壳便被破坏形成蛇绿岩带。以后，从中白垩世到始新世（8—4 千万年以前）由于欧亚板块和北美板块的分离，使得欧洲和非洲板块的运动关系颠倒过来，非洲板块向北推挤，形成欧洲南部的阿尔卑斯山系。目前地震资料表明，非洲板块仍在向欧亚板块俯冲。

【索马里板块】　Somalia plate　西印度洋的一个中板块，东以中印度洋海岭为界，南接西印度洋海岭，西部边界可能是一转换断层，呈南北走向，从西印度洋海岭向北延入东非裂谷带，北为亚丁湾海岭。以洋壳为主，包括马尔加什岛、东非的坦桑尼亚、肯尼亚、索马里以及埃塞俄比亚南部及莫三比给北部等地。其西部的裂谷带正处在形成新的洋壳的初期阶段。

【澳洲板块】　Australian plate　包括澳洲及其周围海域，南部以海岭同南极洲板块分开，东部、北部为太平洋板块，西部与印度板块接界。一般是把澳洲板块和印度板块合并起来，统称印度—澳洲板块或印度板块。

【太平洋板块】　Pacific plate　勒皮琼（Le pichon）1968 创名，太平洋板块是地球表面最大的板块之一，它东以太平洋中隆为界，北、西、西南都为深海沟，与阿留申岛弧、日本岛弧、菲律宾板块和印度板块接界，南部以海岭同南极洲板块接界。太平洋板块全为大洋地壳形成。根据绝对年龄测定，它的运动方式是在东太平洋中隆形成的新洋

壳，逐步向西推移，到达西部海沟带以后便俯冲到亚洲大陆壳之下。故太平洋板块的洋壳，东部海岭附近最新，西部海沟附近最老，最老的年龄也不超过中生代。但是这个模式似乎还太简单，实际情况可能要复杂得多，比如，有人指出阿留申岛弧以南的情况则相反，越近海沟越新，越远离海沟（往南）越老等等。

【新赫布里底板块】 New Hebrides plate 位于澳洲板块东北与太平洋板块之间的一个小板块，是大洋地壳与岛弧相撞所形成的。

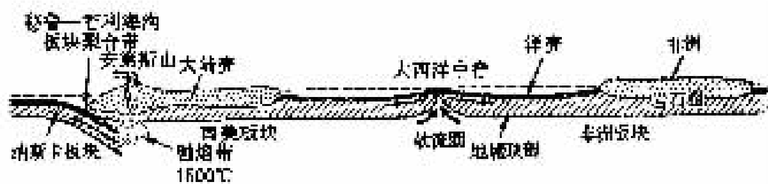
【汤加板块】 Tonga plate 是澳洲板块与太平洋板块之间的小板块，以洋壳为主，位于汤加深海沟以西。这个海沟从走向近于南北忽然折向西，汤加板块便位于这个急拐湾的内部。

【南极洲板块】 Antarctic plate 勒皮琼（Le Pichon）1968 创名，Knopoff 和 Leeds 认为南极板块正好位于地球的南极轴部，对于地球的旋转效应不会很明显。能保持自己的稳定性。南极洲板块完全为扩张海岭所包围，与其他板块呈隔绝状态，故常被用作考察其他板块运动的参数。

【美洲板块】 American plate 勒皮琼（Le Pichon）1968 年创名，它以大西洋中脊为东界，以东太平洋海岭为西界。根据大陆漂移说，美洲板块原与欧亚板块及非洲板块联为一体，在侏罗纪中期（约 1.65 亿年前）非洲和南美洲开始裂开，形成裂谷。裂谷从南向北发展，在中白垩纪到始新世（约 8—4 千万年）北美洲与欧亚板块分离。于是新生的大西洋洋壳将美洲板块向西推移到达目前的位置。美洲板块后来被划分为南美板块和北美板块。

【北美板块】 North American plate 勒皮琼（Le Pichon）创名，它是美洲板块的北段。其东部边界为大西洋中脊的北段，西部边界为北美洲西部的太平洋海岭（它的一部分似乎已被北美板块所超覆）。北美洲板块由于大西洋的扩张而向西运动，使得大陆地壳直接与太平洋洋壳相接触。北美板块同欧亚板块分离的时间晚于南美和非洲的分离时间。它们至白垩纪晚期（距今 1 亿年左右）才开离脱离。第三纪初，中美陆桥开始沉没，到中新世晚期开始抬升到海面以上。北美西部的山脉在更新世开始出现，落基山区则到上新世才是主要的上升期。

【南美板块】 South American plate 勒皮琼（Le Pichon）1968 创名，它包括南美洲和南大西洋的西部。其东以大西洋中脊的南段与非洲板块接界；西界为南美滨太平洋深海沟，北部与加勒比板块接触，南部为南极板块。南美板块同北美板块一起向西运动，在南美洲的西部形成了高耸的安第斯山脉。



南美洲板块—非洲板块剖面图

【加勒比板块】　Caribbean plate　**以加勒比海为主体的一个中板块，约呈东西走向的长条状，其南北边界可能以转换断层的形式与南、北美洲板块相接。北部为巴特莱（Bartlett）断层带，南部为博科诺（Bocono）断层带，东部则以岛弧（小安的列斯岛）与大西洋板块相接（有人认为加勒比板块北边为开曼海沟转换断层，南侧为一复杂的变形带，东西两侧均为消亡带）。过去有人认为加勒比海的海底可能是太平洋洋壳的一部分，而加勒比火山是环太平洋火山带的一部分。这是由于美洲板块向西运动时被中美洲地段跨过的部分洋壳。但是，实际上在加勒比板块西部有一道中美洲深海沟使之与太平洋板块分隔。后来的深海钻探资料表明加勒比海和巴巴多斯岛都存在着大陆地壳，可能是加勒比同美洲一同向西运动时，这里的运转速度较慢而表现出相对的向东运动，以致下沉的地区。根据巴巴多斯岛的钻探资料表明，在过去的四，五千万年，这个岛上升了五千米。**

【库拉板块】　Kula plate　**纳尔孙（**Larson**）和皮特曼（**Pitman**）于**1972**年提出的一个古板块，它位于北太平洋，为洋壳板块。这个板块存在于**1.1**亿年以前，由于后期的太平洋洋底扩张，目前已完全消失了。**

【法拉朗板块】　Farallon plate　**拉尔孙和皮特曼（**Larson and Pitman**）**1972**年提出的一个古板块，这个洋壳古板块位于东太平洋，北美西海岸以西，存在于**1.1**亿年以前。后来由于太平洋海底扩张，法拉朗板块俯冲到北美板块以下，现在只残留两个小板块了：一个是胡安德福卡板块，一个是可可斯板块。**

【胡安德福卡板块】　Juan de Fuca plate **这是北美西海岸附近的一个小板块。美国地质学者认为这个小板块是太平洋板块接近北美板块以后，在太平洋中隆以东的大洋板块被北美板块超覆以后的残留部分。它位于华盛顿州，俄勒冈州，加利福尼亚州北部的西部海岸以外，北部延入加拿大外海，南部以圣安得列斯断层为界。这个板块以胡安德福卡海岭得名。凡因（**Vine**）和威尔逊（**Tuzo Wilson**）就是在这个海岭第一次认识其两侧的古地磁条带而提出洋底扩张的。**Mckenzie **和** Morgan **根据这里的地磁年代，认为这个板块原来是一个很大的板块，叫做法拉朗（**Farallon**）板块，得名于旧金山海岸以外的一个小岛，后来由于俯冲到西海岸原来存在的深海沟，以致差不多完全消失了。**

【果尔达板块】　Gorda plate　**位于北美板块西部的一个小板块，它同胡安德福卡板块以一转换断层为界。南界即圣安德列斯大断层的北端，西部以果尔达海岭（东太**

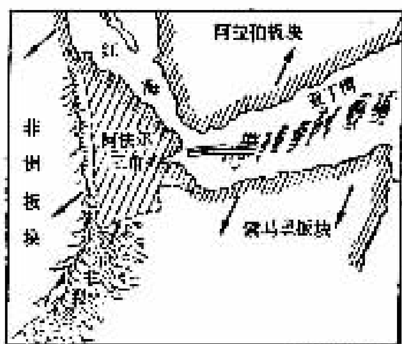
平洋海岭的一部分）与太平洋板块相邻。它同胡安德福卡板块以及可可斯板块都是古法拉朗板块的残留部分。由于太平洋海岭的扩张，使得法拉朗板块向北美板块运移（或者说由于北美板块向西运动，迫使法拉朗板块下降）以致逐渐消亡，在太平洋海岭的东侧只留下这几个小板块了。

【里维拉板块】　Rivera plate　位于可可斯板块的北端，西南部以转换断层与太平洋板块为邻，东界为中美洲西部海沟，西北边界为太平洋海岭。东太平洋海岭自此进入加利福尼亚海湾，向北变为圣安德列斯断层。它也是古法拉朗板块的残留片段。

【可可斯板块】　Cocos plate　位于中美洲以西的太平洋中，为一个小板块。其西界为东太平洋中隆，南接加拉帕哥斯裂谷带，与纳斯卡板块相邻。在太平洋板块与可可斯板块和纳斯卡板块相邻之处，也就是加拉帕哥斯洋隆与东太平洋中隆衔接之处，是典型的板块三接合点，摩尔根（Morgan）和麦肯齐（Mckenzie）认为这个三接合点是一个地幔热柱所在地。由于太平洋中隆在可可斯板块是向东扩张的，而加拉帕哥斯洋隆又是向北扩张的，而且向东扩散的速度较快，故使得可可斯板块在两者的合力下向东北方向运移，插入中美洲西部海沟，把中美洲抬出了海平面。东太平洋中隆的地貌平缓，加拉帕哥斯洋隆则地貌崎岖，并有断块裂谷等发育，也间接说明了它受到向东的推挤。

【纳斯卡板块】　Nazca（Nasca）plate　位于南美西部，太平洋中隆以东的一个中型板块，其北部以加拉帕哥斯裂谷带与可可斯板块接界，南部以智利海岭和转换断层与南极板块相接。纳斯卡板块从东太平洋中隆扩散，向东运移，下降到南美洲板块之下，其运移的速度非常慢，约每年 10 公分，海底山不发育，由于纳斯卡板块的向东俯冲，达到足够生成熔岩的深度，于是沿着安第斯山脉形成了许多火山，其中 Ecuador 的 Cotopaxi 火山高出海平面 5943 米，是世界活火山中最高的一座。

【斯科舍板块】　Scotia plate　位于南美板块的南端，为一小型板块，东部边界为向东突出的岛弧系，西部边界为一海岭，南与南极洲板块相邻。它是由于南美板块和南极洲板块向西运动时被拖曳而成的，与加勒比板块形成方式相同。



阿法尔三角地区

【阿法尔三角】　Afar triangle　位于非洲的东部，正对亚丁湾的地区。亚丁湾裂谷从东延入非洲大陆，与红海裂谷的南延部分在这里相交。而且这里又是东非裂谷系的北端所在地。有人认为阿法尔原为红海的一部分，在几万年以前本区北部还在海水覆盖之下。这个地区目前虽已成为陆地，但是具有大洋地壳的特性。如果把阿拉伯半岛向西运移，使红海闭合起来，阿拉伯的西南角便会与这里重叠起来。这说明由于红海的扩张，阿拉伯半岛作逆时针运动，表明这里是当

时形成的洋底。这里的地面是崎岖不平的荒漠，有低于海平面的沙漠，高耸的峭壁，地裂缝火山以及火山口等。这里是板块构造学者在陆地研究大陆漂移和大洋生长的典型地区。

【洋隆】　rise　又称海岭，为大洋底部的一条宽阔的、延伸很长的、坡度平缓的隆起带。如东太平洋洋隆，又称东太平洋海岭。

【大洋中脊】　mid – oceanic ridges　又称中央海岭，简称洋中脊。在地貌上，是大体沿着大洋中线延伸的海底山脉。各大洋中都有发育，规模巨大。例如大西洋洋中脊北起北极海，经大西洋正中，绕过非洲南部好望角而到达印度洋和南太平洋，总长度达70000公里以上。大西洋中脊高达3000米，宽度超过2000公里，面积几乎占了大西洋的三分之一。其规模超过了陆地上的阿尔卑斯山脉或喜马拉雅山脉。在地质上，大洋中脊是一种巨型构造地带，断裂特别发育；洋中脊顶部的地壳热流量相当大，是地热的排泄口，并有火山活动，熔岩溢出；地震也很活跃，海洋区的震源都集中于此，形成沿轴部的浅源地震带。有些人认为，大洋中脊是大洋型地壳覆盖在不稳定的上地幔之上的构造活动带。板块构造说则认为，洋中脊是地幔对流上升形成的，是板块分裂的开始部位，也是新地壳开始生长的地方。洋中脊在地球表面所占面积约相当于地球表面陆地所占的面积。

大西洋中脊形成机制
1.沉积物或沉积岩；2.玄武岩和火山碎屑岩；3.辉长岩

【中央海岭】　mid – oceanic ridge　即“大洋中脊”。

【大洋中隆】　oceanic rise　又称洋中隆，简称洋隆。它与洋中脊的区别是：其两翼斜坡比洋中脊平缓得多，多呈丘陵地形，在其轴部也没有大洋中谷发育。如太平洋东南部的东太平洋洋隆。

【大洋中谷】　mid – oceanic rift　又称大洋中脊裂谷、中央裂谷。是沿洋中脊轴部延伸的巨大的断裂谷。其特点是沿着大洋中谷有浅源地震带和高热流值带的分布。例如大西洋洋中脊上的洋中谷，其两侧山脉顶部水深在1100—2200米之间，谷深达1800米，宽为13—48公里，长达几百公里。

大洋中脊裂谷

【中央裂谷】 mid－oceanicrift 即“大洋中谷”。

【大西洋中脊】 mid—Atlantic ridge 位于大西洋中部，呈南北走向延伸，北起北冰洋，称 Nansen 海岭，沿着格陵兰东部南延，经过冰岛，称雷克雅未克海岭，然后顺着大西洋的走向，向南伸展，直达大西洋南端，与西南印度洋海岭相接。大西洋中脊被许多与其走向垂直的转换断层所截割，这些断层都具有横推性质，位于赤道部分的查因（Chain）和罗曼奇（Romanche）断层带最为明显，并具有左旋性质，前者把大西洋中脊平错了 300 公里，后者平错了 500 公里。大西洋中脊宽 2000 公里以上，约占大西洋宽度的三分之一，中脊最高处比洋盆高 3000 米，个别部分以火山形式升出海面。在冰岛中部出露的大西洋中脊是地球上惟一的洋脊露头。沿着中脊的轴部，有一条中央裂谷，宽 30—50 公里，平均深度为 2 公里。

【印度洋中脊】 Central lndian ridge 大西洋中脊绕过南非大陆进入印度洋，形成印度洋中脊。它在靠近印度洋的中部分叉，形成一个近似倒置的“Y”字形。其东南支——东南印度洋中脊向东南延伸进入太平洋，在新西兰与南极洲之间与东太平洋海岭相联。向北延伸的印度洋中脊一直进入亚丁湾，在这里它与红海断裂和东非大裂谷相连。印度洋除了这个巨大的倒置“Y”字型中脊以外，在东部还有一条走向南北的海岭，叫做九十度东海岭，直插孟加拉湾。

【九十度东海岭】 Ninet yeast ridge 位于印度洋东部东经 90°的一条走向南北的海岭，详见“印度洋中脊”。

【太平洋中隆】 mid－Pacific rise 太平洋中部从马里亚纳向东延伸到智利的隆起带。它由一条很长的、宽度不大的、地震不活跃的海岭所组成，海岭上被许多海底平顶山（盖约特）所覆盖。海底平顶山的顶部一般在海平面以下一英里到半英里。这一地区目前已接近均衡状态，它可能以往曾经上升过，现在已经下降了。有人认为它是一条已经停止活动了的洋中脊。

【东太平洋海岭】 East Pacific ridge 全球洋中脊的一部分，位于太平洋东部，它没有像大西洋中脊那样规模的中央裂谷，但有许多平行于峰顶的低脊和槽谷，表现为磁力异常。东太平洋海岭高出深洋底 2—3 公里，宽达数千公里，侧坡比大西洋中脊较为平缓，坡度只有 0.001% 到 0.002%。东太平洋海岭的侧翼上有很多火山，其顶部很少沉积物质。这个海岭在太平洋西南部新西兰和南极洲之间与印度洋中脊相连，向东北方向延伸，经过澳洲与南美之间的太平洋，直达北美西南部的加利福尼亚湾消失不见。在海湾入口处，新的海底以每年 6 厘米的速度增生，约等于其南段海岭的平均扩张值，比大西洋中央海脊的扩张值耍大得多。有人认为东太平洋海岭进入加利福利亚海湾以后，继续北延，与圣安德列斯相连，成为转换断层。然后在断层最后离开大陆的果尔达角（俄勒冈州西部）又重新出现扩张带，这就是果尔达海岭和胡安德福卡海岭。圣安德列

斯断层每年平移（右旋）的速度也是 6 厘米。

【裂谷】 rift，rift valley　由于地壳断裂作用所产生的地形洼地，也有人称为地堑，但裂谷主要是指与火山活动和地震活动有关的断陷带。裂谷一词首先为格雷戈里（Gergory，1894）提出，应用于典型的东非裂谷。但近年来，常从大地构造含义上来使用裂谷一词，主要指有火山活动和地震活动的全球裂谷系和大洋中脊系（参见裂谷系）。因此有人认为，一般地堑的规模较裂谷小，而且地堑主要发生在造山作用晚期或后期，而裂谷则与造山作用无关，主要是由地壳拉张作用产生的活动带。裂谷在地貌上的主要特征是具有中央深陷的谷地，两侧为大致平行的正断层所限，显示有沿倾向的滑动。但有些裂谷边缘为平移断层，也呈现一定的走向滑动，后来由于重力作用而下陷，如死海裂谷。现代大陆裂谷带常堆积巨厚的新生代沉积，可达几千米，早期主要为陆相碎屑沉积，后期可以出现蒸发岩相沉积，甚至海相沉积。裂谷带火山活动频繁，一般早期以玄武岩类为主，晚期以粗面岩类为主。裂谷带一般显现负布格重力异常和负磁异常。有时在轴部可以出现正布格重力异常峰值，这时相应地出现有强正磁异常。裂谷带地震活动频繁，是世界上主要的浅源地震带。地震资料表明，裂谷带的地壳明显减薄，其下为上隆的“地幔枕”。在大洋中脊裂谷系具有高热流异常带，大陆裂谷带也有高热流值，一般高出两侧非裂谷区 2—3 倍。目前一般认为裂谷是由于地幔上涌、地壳减薄和水平拉张作用产生的。

【裂谷系】 rift system　有一定成生联系的裂谷组合。根据其在地球上的分布特点可以分为三类：大洋裂谷系、大陆裂谷系和陆间裂谷系，世界上一些主要裂谷系常常相互联系而构成全球裂谷系。不同类型的裂谷系代表不同的裂谷发育阶段，地壳分裂最初阶段发育大陆裂谷系，以后出现陆间裂谷系，最终形成大洋裂谷系。

【大陆裂谷系】 continental rift system　分布于陆壳上的裂谷系，如东非裂谷系、贝加尔裂谷系。它是裂谷发育的初期阶段。

【陆间裂谷系】 intercontinental rift system　分布于过渡型地壳上的裂谷系，如红海、亚丁湾裂谷系，它是裂谷发育的中间阶段。

【大洋裂谷系】 oceanic rift system　分布于洋壳上的大洋裂谷系，如大西洋中脊裂谷系，它是裂谷发育的最后阶段。

【大陆裂谷带】 rift belt，rift zone　又称大陆裂谷系。一般指大陆型地壳断裂作用，在地壳和上地幔范围内形成的延伸很长的狭长断陷带，为具有全球规模的构造带。是岩石圈板块开始断裂和彼此分离的初期，由大陆以及大陆毗邻地区，产生的大大小小裂谷带所组成。其断裂性质几乎全为正断层，在轴部形成一系列阶梯状地堑。目前已知地表上的大陆裂谷带总长为 9000—10000 公里。包括非洲—阿拉伯大裂谷带，贝加尔、莱因、加利福尼亚等小裂谷带。它们一般呈串珠状，雁列状或互相平行地分布，有的也

以不同的角度相交。有人认为大陆裂谷带的形成可划分为三个阶段：①早期阶段，地壳发生穹状隆起，次碱性火山活动强烈，形成火山裂谷；(2）中期阶段，已开裂的陆壳板块开始移动形成湖泊；(3）晚期阶段，裂谷向大洋发展，形成大洋地壳，以浅源地震居多，热流也偏高。裂谷带在地貌上最显著的特征是中央深陷成低洼的谷地或盆地，其中常被新生代的巨厚沉积物所充填，厚度一般为 2000—3000 多米。多数裂谷在其演化过程中，自始自终伴随有复杂的多期岩浆喷发活动，成为大陆上的主要火山带。

【堑沟】 aulacogen 沙茨基（Schatsky）提出的一个术语，系指以断层为边界的克拉通内部的槽地或地堑。它们为尚未发育成熟的裂谷带，但具有活化的趋势。有人认为西非几内亚湾的贝努埃地堑，东非裂谷带南端的卢安瓜、下赞比西和林波波地堑等都是这种堑沟裂谷的例子。世界上许多著名的大河，如密西西比河、亚马孙河、尼日尔河等等都可能与堑沟构造有关。堑沟在发育的早期，有巨厚的陆源沉积岩系堆积，可通过对河流三角洲沉积岩系楔状体厚度的分析，确定大河注入古海洋的地段和堑沟的所在地点。

【非洲一阿拉伯大裂谷带】 great rift zone of Africa - Arab 是目前世界上最大的裂谷带，约占现代地表上大陆裂谷带总延伸长度的三分之二。南起赞比西河口，北至土耳其南部的托罗斯山脉的阿尔卑斯褶皱山系。这个大陆裂谷带包括西支尼亚萨—坦噶尼喀小裂谷带和东支肯尼亚—埃塞俄比亚小裂谷带和北支红海—西阿拉伯的一段。三支合并组成东非裂谷系，在这个大裂谷带中有规模较大的湖泊，从南到北有尼亚萨湖（长 600 里，深 700 多米)、鲁夸湖、坦噶尼喀湖（长 600 公里以上，深达 1435 米)、基伍湖、爱德华湖、阿伯特湖（长度超过 1200 公里)。板块学说认为这些湖泊标志着裂谷已发展到扩展阶段。

【东非裂谷系】 East African rift system 为非洲—阿拉伯大裂谷带的组成部分。包括尼亚萨—坦噶尼喀裂谷带和肯尼亚一埃塞俄比亚裂谷带，共长 2900 公里。一般宽 40—60 公里，有的文献把从红海到约旦河谷的 2000 公里也包括在东非裂谷之内。总长度大于地球圆周的六分之一。裂谷的形成表明非洲大陆已经向上拱曲并开始扩张，使得索马里板块与非洲板块分离。裂谷系即将形成象红海那样的窄长海域。裂谷的边缘陡峭，有些深达千米以下。在新生代，整个东非裂谷系都发生了火山活动，在裂谷的外侧分布有乞力马扎罗山、肯尼亚山和埃尔冈山等著名火山，在裂谷中有许多小火山，排列不成系统，且与断层作用不完全一致。许多学者认为，裂谷系统是古老克拉通的拉伸现象。近代裂谷是志留纪之前的活动带再次活动，活动受地幔作用控制。但东非裂谷之下没有出现伴随地幔物质上升的巨大扩张，其火山属于大陆型，并且大部分局限于裂谷系统的东北部。

【红海裂谷带】　Redsea rift zone　非洲—阿拉伯大裂谷带的北支，长 2000 公里，宽约 240 公里。它是现代地表上惟一能反映出大陆裂谷演化为大洋裂谷作用过程的构造，反映了大洋张开初始阶段的构造现象。而有的学者又称它为现代大陆间隙谷。红海的中心是一条深裂谷，南部有较高的地磁异常，但没有发现海岭顶部和对称排列的地磁条带。除与亚丁湾相邻海域以外，海岭没有延伸到红海以内。地震资料表明，地壳不是大陆型的，地幔超过正常高度，已经到近地表。红海裂谷的走向与扩张方向的交角几乎近于直角。其西部边缘在北部与海岸一致，在南部则伸进大陆。红海北端变窄形成苏伊士湾，然后，向北延伸，变成向地中海东部延伸的莱万特（Levant）大断层带，它的活动方式既有拉伸又有左旋的走向滑动，与阿拉伯半岛的北东向运动相一致。

【莱茵地堑系】　Rhine graben system　位于西欧海西山脉内，时代为新生代，延伸长度约 600 公里，宽约 40 公里，南起前阿尔卑斯坳陷，北至北海和德国北部盆地。地堑形成于始新世到渐新世末，在莱茵地块南端上莱茵地堑分为两支，一支为下莱茵地堑；另一支为黑森地堑，形成了典型的三向连接构造。在此处莱茵地堑被一个橄榄—玄武质火山岩组成的艾菲尔弧所切割。火山岩绝对年龄为 26—18 百万年至 1 万年，说明自上新世以来一直有火山活动。上莱茵地堑和下莱茵地堑分支在形态上比较明显，黑森地堑则发育较差，在德国北部低地中消失。



莱茵地堑

【黑森地堑】　Black Forest graben　为莱茵地堑系的一个分支，此分支发育不完全，在德国北部低地中消失。详见“莱茵地堑系”。

【贝加尔裂谷带】　Baikalr ift zone　位于西伯利亚地台东南的元古代褶皱区，长 2500 公里，南起蒙古西北部，穿过东西伯利亚山系，北达南雅库特，呈北东走向向东南突出的弧线。裂谷带中有很多湖泊和山间盆地，它们沿走向呈雁列状分布。其中贝加尔湖长 700 公里，深 1740 米，它蓄集了全世界淡水湖泊总水量的十五分之一。裂谷盆地的横剖面不对称，北缘和西北缘很陡，盆地内充填着渐新世—第四纪陆相沉积物和褐煤。它们和粗面玄武岩成互层，总厚度达 5000—6000 米。贝加尔裂谷带地震活动明显，震源深度为 5—45 公里，以 20—25 公里居多，约占 47%。根据地震资料贝加尔裂谷带未发现康腊面，地壳厚度约 42 公里。其绝对年龄有人认为为一千万年。

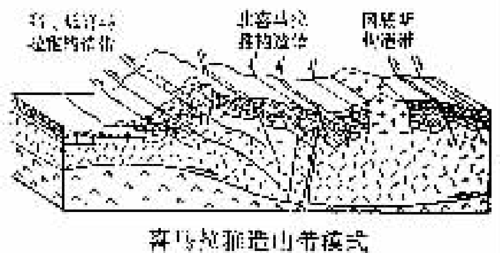
【造山带】　orogenic belt　❶在造山旋回中遭受过褶皱和其它构造变形的地带。详见大地构造学中的造山带。❷板块构造说认为造山带就是岩石圈板块或地壳岩片的会聚、俯冲和碰撞的地带，是地球岩石圈中结构最复杂的基本构造单元。其中的地动力作用，特别是大规模的水平和倾斜的构造位移十分强烈，表现的形式是地壳和岩石圈的面积缩小和厚度增大。典型的造山带有科迪勒拉、喜马拉雅、安第斯和阿帕拉契亚造山带等。

【科迪勒拉型造山带】 orogenic zone of Cordilleran type **属大陆主动边缘造山带，是 J・杜威和 J. 伯德 1974 提出来的，认为它是在大西洋型大陆边缘转变为主动边缘时产生的褶皱系列。这种转变是在岩石圈板块的运动方向改变时发生的。此时，在冒地槽型沉积层一巨厚的陆源—碳酸盐岩非火山岩沉积的被动边缘附近产生了新的俯冲消亡带，在一定的条件下表现为新海沟。这种转变过程是：洋壳和上地幔楔状体朝大洋方向移动，复理式沉积物的堆积厚度增加，蓝片岩混杂岩的形成，在俯冲板块达到 100 多公里深度时，产生火山前锋并发生火山喷发，然后形成山脊，发生变质作用，典型的科迪勒拉型造山带，有北美的阿帕拉契亚山脉的西北部和科迪勒拉山脉。**



科迪勒拉型造山带横剖面

【喜马拉雅型造山带】 orogenic zo ne of Himalayas type **属大陆与大陆碰撞型造山带。其特点是大陆被动边缘的外围为大陆基和部分深海大洋盆地。它是印度板块与欧亚板块碰撞的造山带碰撞，是以其凸出部分开始的。这些凸出部分就成为发生强烈应力和逆掩作用的地点，即缝合线发育的地点。蛇绿岩沿着缝合线被推挤出来形成蛇绿岩推覆体。陆壳在推挤带厚度增大，形成推覆辗掩构造和双倍的陆壳厚度地带。它在形态上表现为最高的山链和大高原。下图代表某种观点的喜马拉雅造山带形成模式。**



喜马拉雅造山带模式

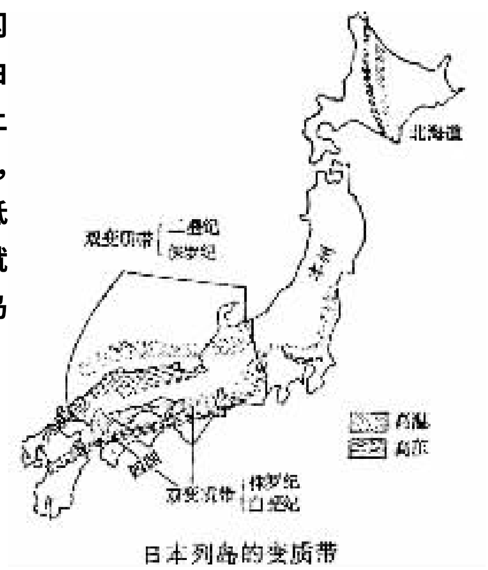
【安第斯型造山带】 orogenic zone of Andes type **属大陆主动边缘造山带，其特点与岛弧相同，是两个岩石圈板块会合时形成的，其中俯冲的板块为洋壳，陆壳比较厚，俯冲的速度比较快，意味俯冲带的倾斜较缓。典型的安第斯型造山带在南美西部表现得最明显，从秘鲁—智利深海沟到安第斯高山之间的高差达 15 公里。这类造山带地壳的基本构造单元可划分出以下的构造—建造带（从海沟轴部算起）：海沟内壁，大陆主动边缘坡，高原（岩浆弧）和山前坳陷。山链最高的地段由晚新生代一现代的喷发熔岩和酸性与次碱性火山碎屑岩的火山锥组成。这些火山建造高出准平原化大高原 1. 5—2 公里，火山离深海沟 200—350 公里。**

【高加索型造山带】 orogenic zone of Caucasus type 属大陆与大陆碰撞型造山带，这种造山带的两个大陆碰撞的边缘都是主动边缘，碰撞时在每一个主动边缘之下都产生一个俯冲消亡带，从而使属于闭合大洋的洋壳板块消亡。洋壳消亡之后，在“浮性”较大的板块（或规模较大的上冲板块）之下，就只剩下一个推挤消亡带，并继续活动一个时期。高加索的中生代和新生代的构造运动可能就是这样发展的。

【混杂堆积】 melange 又译为“混杂岩”。指在某一地层中有很多大大小小外来岩块（岩块最大可达数公里），成分截然不同、时代也不同，而又相距很远的沉积岩、岩浆岩、变质岩，堆积混杂在一起的一大套堆积体。板块构造说认为，板块相向移动，彼此前缘相碰时，俯冲板块上边的沉积物被刮下来，堆积在接触线上，同时，上冲板块上也有破碎的岩块滑落在堆积物中，形成杂乱无章的混杂堆积。也有人认为俯冲板块向下俯冲时，由于对方的阻力，致使下部地层翻转上来，混杂于上部较新地层之中，从而形成在较新地层中混杂有许多外来老地层岩块的混杂堆积。

【混杂岩】 melange 参见“混杂堆积”。

【双变质带】 paired metamorphic belts 又称成对变质带。板块构造说认为，在板块聚合地带的两边常有一个高压低温变质带和一个低压高温变质带，构成一对，称为成对变质带。在两个板块相向移动，互相撞击的地方，在俯冲一侧的上面和上冲一侧的下面，由于挤压力很大，并且由于俯冲一侧带着表面上的冷岩石向下俯冲，常可生成高压低温变质带，其特征矿物是蓝闪石，构成蓝闪石片岩，又称蓝片岩。在上冲板块的一侧，由于俯冲带的熔化消失，引起挥发物和岩浆的上升，因而在这里常有火山发生。在地壳表层，也常形成侵入岩，在侵入岩的接触带上生成低压高温变质带。发现有成对变质带的地方，就表明那里曾经是板块聚合的地方。在日本列岛上就有三对成对变质带。



日本列岛的变质带

【成对变质带】 paired metamor phic belts 即“双变质带”。

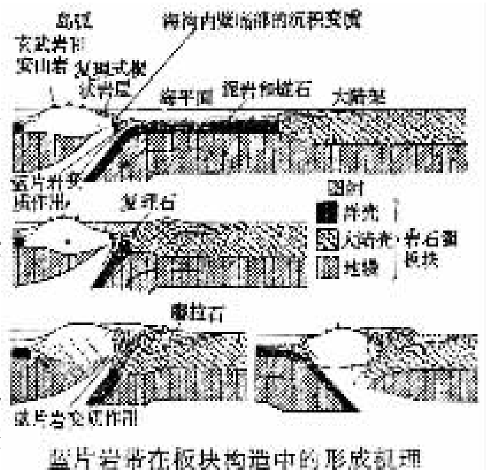
【接触变质带】 contact metamorphic belt 在板块上冲的一侧，常有低压高温变质带，一般称为接触变质带。它与蓝片岩带二者合起来，构成成对变质带。

【蛇绿岩建造】 ophiolite formarion 被特殊的远海沉积覆盖的、按一定顺序产出的一套特殊的超基性和基性火山岩。蛇绿岩建造是大洋中脊和深海大洋盆地产出的特殊岩石，它出现在岩石圈板块发生大规模的水平移动和互相碰撞时的过渡壳和陆壳岩块的地表。蛇绿岩建造的完整剖面（自下而上）为：①底部橄榄岩，以斜辉辉橄岩为主；②辉长岩侵入体，有的地方转变为辉绿岩岩墙群；③玄武岩状熔岩；④远海沉积物，其中在4000米或更深的地方，以放射虫岩最为典型。

【蛇绿岩套】 ophiolite sutke 过去曾音译奥菲里建造，系包括超基性岩类以及辉长岩岩墙群，枕状熔岩和燧石这样一整套的复杂岩体。蛇绿岩套多在深断裂带附近出现。关于它的成因，目前辽有争论，有的认为它是侵入岩体，另外则认为是构造作用推挤上来的古海底（即大洋型地壳）。通过近几年的深海钻探，人们认识到，大陆壳上的蛇绿岩套和大洋壳岩石剖面是很相似的。板块构造说认为，有蛇绿岩套的地方，标志着这里曾经是古板块边缘上地幔物质上升的地方。例如，中国西藏沿雅鲁藏布江谷地出露的超基性岩带，东西向延伸达数百公里，有人认为它是由蛇绿岩套所组成的蛇绿岩带，因此，许多地质工作者认为这个地带是古板块的地缝合线。

【奥菲里建造】 （Ophiolitic formation，即“蛇绿岩套”。

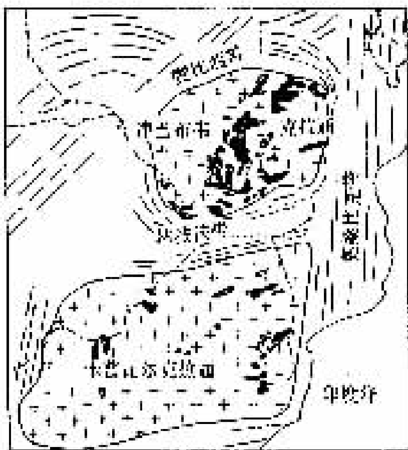
【蓝片岩带】 blue schist belt 沿板块接触带，于俯冲的一侧，常有高压低温变质带，以蓝闪石岩为主要特征，所以称为蓝片岩带，或蓝闪石片岩（glaucop – bane schist）带。



蓝片岩带在板块构造中的形成机理

【太古代绿岩带】 Archean greenstone belt 发育在太古宙克拉通范围内的变质火山岩和沉积岩的特殊组合。它是地球历史早期阶段的特有产物，也是地壳最早的火山活动和沉积作用产物；太古宙地块内的绝大多数矿产均产在其中。它与太古宙花岗岩或花岗片麻岩共同构成地盾中的最古老的稳定核心，所以它又是地壳最古老的岩石之一。太古代绿岩带平面形态呈长条状或树枝状，剖面形态一般呈向斜状，规模不等。一般长几十公里，宽几公里，大者断续延伸达700公里以上。地层由独特的三位一体的岩石组合构成：下部超基性岩群，中部钙碱性火山岩群，上部沉积岩群。变质作用通常以绿片岩相为主，少数可达角闪岩相，甚至麻粒岩相。变质作用属静压型和

动力型。变形强烈和复杂，并具有多期变形的复杂叠加构造格式。褶皱构造多数为向斜，中间往往没有共轭的背形构造存在，下部超基性岩群往往产有一个特殊的超基性火山熔岩—科马提岩。绿岩带周围的花岗岩类岩体形成于绿岩带之间的隆起部位或背斜部位，并往往构成大型花岗片麻岩穹隆。



南部非洲太古代绿岩带
1.克拉通；2.绿岩带；3.活动带

【科马提岩】 komafiite 科马提岩又译镁绿岩，包含两类岩石：①类似蛇绿岩、拉班玄武岩，包括钙、碱性和碱性系列的一套火山岩，以出现超基性熔岩而与之相区别；②超基性熔岩。1969 年 Viljoeh 等人把基性和超基性熔岩称为科马提岩。1977 年 Arndt 等人又把它扩大到包括与基性、超基性熔岩共生的岩石。现在科马提岩的概念应该是包括“成分上由橄榄岩（近 30% 的 MgO，44% 的 SiO_2）到玄武岩（8% 的 MgO，52% 的 SiO_2）或安山岩（12% 的 MgO，56% 的 SiO_2）的非堆积岩和从橄榄岩（MgO 达到 40%）到镁质辉长岩（近 12% 的 MgO）范围的堆积岩”。熔岩通常具鬣刺构造。这个系列的所有岩石的 Ti、FeO/（FeO + MgO）值均低而 MgO、Ni、Cr 均比较高。科马提一名来自南部非洲横穿 Barberton 山地的科马提河。

【镁绿岩】 komatiite 即“科马提岩”。

【野复理石】 wild flysch 复理石相的类型之一。最早是 Kaufmam（1886 年）在阿尔卑斯工作时提出的一个名词，指由于地质构造作用破碎成巨大的、不规则的岩石块体和砾石。它可以在地质图上反映出来。野复理石因重力作用导致的崩陷和滑动使得其层理混乱不清，扭曲弯转等形态甚为发育。其岩石成分一般为页岩、泥岩、粗砂砾岩等。

【安山岩线】 andesite line 大西洋系列玄武岩与太平洋系列安山岩（主要的）之间的岩相地理界限。此界线在太平洋西部的位置是从阿拉斯加到新西兰和查塔姆（Chatham）岛的东部，中间经过日本、马里亚纳、帛琉群岛、俾斯麦群岛、斐济和汤加群岛。在太平洋东部界线不是那么清楚，可能是沿着北美和南美的西海岸线；在太平洋南部没有进行详细了解。又称马歇尔线（Marshall line）。

【地槽类型转化】 changes in type of geosynclines 各类型地槽在新的条件下，可以转化。如岛弧型（日本海型）地槽，在板块停止了相对移动，海盆地内沉积很快，填满了海盆地，并且淹覆了岛弧，继续向海洋方向扩展沉积，就转化成为大西洋型地槽。北美洲东岸就可能是这样的例子。如果沿大西洋型地槽发生板块俯冲，则大西洋型地槽可以转化为岛弧型（日本海型）地槽。阿留申可能属于这一类型的例子。如果大西洋型地槽紧靠大陆边缘，发生板块俯冲，一方面生成海沟，一方面在大陆岸上生成陡峻弧形山脉，则转化为安第斯型地槽。这样的例子如伊里安岛。

【现代地槽】 modern geosyneline 现代正在发育的地槽，欧美地质学家多以印度尼西亚群岛和墨西哥湾的海岸平原作为标准的例子。由于深海槽地具有地槽期发生阶段和它的大部分发展阶段的特征，而沉积物的厚层堆集和强烈的褶皱则是较晚时期的特征，所以许多地质学家认为大陆边缘是现代地槽。米切尔和雷丁（1969）提出的现代地槽分类是与三种类犁的大陆边缘相联系的，即大西洋型 安第斯型、岛弧型（日本海型）。地槽沉积就是发育在这三种类型的大陆边缘上面。

【大西洋型地槽】 At lantic type geosyncline 是发育在缺少海沟的大陆边缘上的地槽。大西洋西部和美洲东岸是同一板块，大西洋东部和欧洲、非洲西岸是同一板块；海洋与大陆之间没有相对移动，没有俯冲带，也没有火山和地震带。在这样的大陆边缘沉积了相当厚的地层，可以称为大西洋型冒地槽。属于这一类的例子，如北美洲的东岸，南美洲的巴西、阿根廷海岸、非洲的东西两岸，以及印度海岸。从大陆边缘向海洋方向延伸，洋壳活动性增强，那里有来自火山岛的拉斑玄武岩或侵入岩，沉积中夹有大量火山岩物质，可称为大西洋型优地槽。

【安第斯型地槽】 Andes type geosyncline 发育在一个以海沟为界的造山带的大陆边缘上。在海沟及海岸上有浊流沉积。来自安第斯山脉的物质多钙碱质火成岩碎屑，由于来源很近，碎屑磨蚀都不厉害，多为粗粒的砾石。板块构造说认为，海沟及大陆边缘受到海洋板块俯冲的影响，发生变形。这里无紧闭的褶皱与低角度逆掩断层，可能多是块断断层。这里的沉积不厚。沿古海沟可能有混杂沉积。

【岛弧型地槽】 island arc type geo syncline 发育在岛弧的海棚上的地槽。不管成带状的岛弧距大陆很远或较近，其沉积的岩石性质都相似。由于岛弧的海棚不宽，故沉积多为粗粒，有火山碎屑，海下岩流，远海沉积，有时有造礁的碳酸岩。由于新火山的转移或改变位置，又生成新岛弧。这里的沉积夹有岩流；钙碱性火山岩，以及侵入岩，所以可称为岛弧型优地槽。板块构造说认为，这种类型地槽是发育在离大陆边缘一定距离处岩石圈局部下降的地方。

【日本海型地槽】 Japan Sea type geosynclines 发育在大陆与岛弧之间的海盆地（如日本海、安达曼、鄂霍次克海、阿留申盆地等）中的地槽。这里有浅海三角洲沉积、浊流及远海沉积，碎屑物磨蚀较强。也可以有岛弧喷出的火山灰夹层。

【地中海型地槽】 Mediterranean type geosynclines 发育在大陆板块之间或大陆内部的地槽，如地中海与黑海。其沉积物类似日本海型地槽，但不属于大陆边缘。板块构造说认为，这些盆地可能是大陆板块闭合的残余。

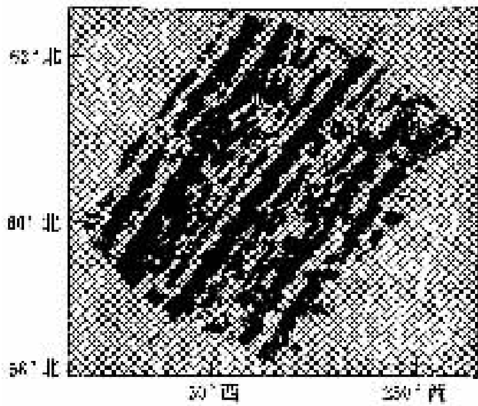
【古地磁】 paleomagnetism 各个地质时代的岩石中，常常有一定的磁性，指示岩石生成时期的磁极方向，这叫作古地磁或自然剩磁。在岩浆岩中带磁性矿物所表示的磁性，称为热剩磁。在沉积岩中带磁性物质所表示的磁性，称为沉积剩磁或化学剩磁。利用古地磁可以测定一个板块上的地极游移，以及一个地区的磁极倒向，并用以对比岩石形成的时代。



地极游移

【地极游移】 polar wandering 在一个板块上，不同的地质时期，其古地磁所指示的地磁极位置是不相同的。这种地磁极的位置可以绘成曲线，叫做地极游移曲线。从地极游移曲线，可以推测带磁岩石所在板块在不同地质时期的移动方位。

【地磁倒转】 magnetic reversals 一个地区的古地磁，在经过一段历史时期之后，常常倒转180°，恰恰指示相反的方向，这种现象称之为地磁倒向。据在大西洋、太平洋及印度洋地区的洋底岩石古地磁测算，在大约八千万年以来的时期，地磁倒向已达170多次，可用以对比地质时代。图示大洋中脊两侧古地磁倒转条带。



地磁异常条带

新构造学

【新构造学】 neotectonics 研究地壳鞔近期构造及其历史的科学。它所研究的时期为中新世晚期以后的晚第三纪和第四纪，虽然有些地壳变形甚至造山运动形成于这个时期，但是新构造的特征主要表现为垂直升降的造陆运动。苏联的地质学者和地貌学者对新构造研究得较早也较多，对其它各国的研究影响也较大。由于新构造运动的结果直接影响现代地貌的发育过程和形态特征，影响现代地壳的稳定性与活动性，所以和工农业建设活动关系极密切。

【新构造】 neotectonics 由新构造运动产生的地质构造。新构造最主要的特点是：它不仅可能表现于岩石（层）的变动，而且可能直接表现于地貌形态上。不同学者对新构造，使用过各种术浯。如新构造的构造、形态构造、形状构造、形状构造单元、地貌构造和地形大形态等。

【新大地构造学】 neotectonics 即新构造学。苏联学者奥布鲁切夫首先提出了“新构造”一词，经过数十年的发展，形成了一门新兴的学科。它是研究地壳的近代构造及其构造历史的学科，其时代限于中新世以后的第三纪晚期到第四纪。虽然有些构造变形甚至造山构造形成于这个时期，但是，绝大部分地区的新构造特征是造陆运动，其成因是垂直的上升和下降运动。研究地壳近代和现代的构造运动对农田水利、工程建筑以及地震等都有重要的意义。

【新构造运动】 neotectonic movement 舒尔茨指造成现代地势基本特点的构造作用。尼可拉也夫认为这个运动的特点具有普遍性和节奏性，它最普通的表现形式是振荡，即造陆运动。关于新构造运动出现的时间，是一个分歧较大的问题。归纳起来，有下列几种意见：①晚第三纪到第四纪初；②第四纪时期；③晚第三纪到现代；④时间不应给予限制，只要造成现代地形基本特征的构造作用就是新构造运动。新构造运动出现最剧烈的时间是在晚第三纪末或第四纪初期。我国喜马拉雅地槽在中新世末期已全部□返。台湾地槽从上新世末到更新世初期也基本结束了地槽的发育历史。天山、祁连山、秦岭等已趋于稳定的地区，在新第三纪到第四纪初期又重新活动，垂直差异运动表现得十分强烈。分布于我国东部及中部的早第三纪红色盆地，在新第三纪以后，大部分都转变为上升的遭受剥蚀的山岳或丘陵。新第三纪以来，我国东部产生了一些新断陷及上叠坳陷盆地，如渭河地堑与黄河、淮河平原等。自中新世与上新世以来，我国东部还发生了大规模的基性岩浆喷发。因而有必要将这一时期的构造运动从阿尔卑斯构造旋□或喜

马拉雅构造旋□中单独划分出来。在新第三纪以前，我国大陆地形的基本面貌是广阔的夷平地形，新第三纪开始到第四纪的构造运动使这些地形抬高，遭受破坏，形成了我国中部具有夷平面的山地和高原（内蒙、华北、鄂湘黔等地），以及西部的山脉及深陷的山间盆地（天山等地）。

【□近地壳运动】 neoid crustmovement 1955 年由李四光提出的名词。他（1958）认为“在地质记录不完全的地区，要确定构造运动发生的时期及其持续的时间，往往有很大的困难。任意作主观的断定，难免不铸成错误，引起混乱。因此，概括地标示时期的名词，是有一定效用的。□近一词，和苏联学者所倡导的新构造运动，在时间的含义上，大致相等”。从以上这段论述看来，□近地壳运动的含义可能和新构造运动的含义大致近似，但并不完全一样。因为“□近”是相对概念，在地质研究程度较高的。地层鉴定清楚的地区，则应使用更确切的名词。

【新构造运动普遍性】 neotectonic generality 新构造期中，不管在地球上的那一部分，无论是活动地带，还是稳定地区，都发生了类型不同、强度不等的地壳运动。即使在所谓稳定的地台区，新构造运动也是相当明显的。例如在东欧和北欧，其垂直运动速率据测定为每年 ±0.3 厘米。

【新构造运动继承性】 neotectonic inneritance 新构造运动往往与老构造运动具有一定的相似性，老构造对新构造起着显著控制作用。例如，我国西部在新构造期中，地槽系之间的塔里木地块表现为差异运动微弱的地块隆起，而各地槽部分则形成受深大断裂控制的大幅度的强烈差异性断块构造。

【新构造运动间隙性】 neotectonic intermittency 又称波动性，或振荡性。新构造运动的活动不是连续不断的或直线式的。一个地区运动的速度可能时快时慢，或者时而运动时而停滞。这种性质称为间隙性。由于间隙性升降运动的影响，在地貌上往往形成各种类型的多层地貌，同时还使相关沉积物的岩相发生韵律式演变。地理、地质工作者，常常利用新构造运动的间隙性，作为划分和对比第四系地层、判断地貌的相对时代的一种重要依据。我国地文期的划分和对比，亦是以此为理论基础。

【新构造运动波动性】 neotectonic fluctuation 见“新构造运动间隙性”。

【新构造运动振荡性】 neotectonic oscillation 见“新构造运动间隙性”。

【新构造的构造】 neotectonic struc - tures 由苏联学者奥勃鲁契夫（В. А. ОσруμеВ）于 1947 年创名。见“新构造”条。

【形状构造】 由苏联学者格拉西莫夫（И. П. Герасимов）1946 年创名。见“新构造”条。

【形状构造单元】 由苏联学者李奇柯夫于 1952 年创名。详见“新构造”。

【地貌构造】 geomorphological structure 由法国学者 J·特里卡尔（1952 年）及苏联学者舒金于 1952 年创名。参见“新构造”。

【形态构造】 由苏联学者格里戈里耶夫于 1935 年创名。参见“新构造”。

【地形大形态】 MeraφopMa peπb一eφa 由苏联学者哈因（B. E. XaHH）和米朗诺夫斯基于 1956 年创名。参见“新构造”。

【新构造单元】 neotectonic elemernts 对新构造运动性质的一种认识。从大地构造学“地槽一地台”的观点出发，在研究新构造时，发现在新生代末期，地壳的活动带（老的地槽区）重新活动，而它的运动性质与典型地槽及地台均不相同。以天山及亚洲山带为例，认为是一种新的大地构造单元，即不同于地槽也不同于地台的另一种新的大地构造型式。尼古拉耶夫称之为后地台。其它不同学者也给予了不同名称，如“褶皱—块状山地”（B. A. 奥勃鲁契夫），块状地带（T. Φ. 米尔钦科），阶梯状隆起（C. A. 奥勃鲁契夫），造山带（и. П. 格拉西莫夫），拱曲区（E. B. 巴甫洛夫斯基），再生地槽（B. E. 哈因），日尔曼型山地（史蒂勒）等。

【新构造差异性】 diffrentia of neo tectonic 新构造的差异性，主要表现于新构造运动的速度、幅度、动态、运动类型及其结果等方面的差异。新构造的差异性在不同的新构造单元中表现是不同的。由于新构造运动与大地构造单元的关系在多数情况下表现为构造的继承性，新构造的性质受大地构造单元的控制，因此，新构造的差异性首先表现在不同大地构造单元之间。例如在地槽区和地台区，新构造无论是运动的速度、幅度、类型……等，都有显著的差异。另一方面新构造具有新生性，而新生的构造常可以划分为独立的新构造单元，其运动速度、幅度、类型及其结果，都有独特的表现，也显示出新构造的差异性。

【新构造期】 neotectonic period 新构造运动出现的地质时期，称为新构造期。关于新构造期的起始时间，不同学者的见解有分歧。这些分歧意见归纳起来有三种：（1）认为新构造运动就是第四纪的运动；（2）认为是新第三纪一第四纪的构造运动；（3）认为是造成现代地形基本轮廓的构造作用，这个意见实质上对新构造期未予时间限制。其实，不同地区的新构造运动出现的时期，是略有先后的。在我国大部分地区，新构造期始于新第三纪中新世。新构造期中地壳运动也有活跃和宁静时期的变化。我国广大地区可将新构造期分为如下几个阶段：①中新世一上新世，新构造运动开始阶段；②上新世一更新世初，构造运动强烈阶段；③更新世一全新世，间歇性升降运动阶段；④数百年前一现在，现代地壳运动阶段。

【现代地质时期】 recent geological period 苏联学者李奇柯夫1941年创名。他把决定现代山地高度及现代盆地深度的剧烈地壳垂直运动出现的时期，称为现代地质时期。这一时期是冰期的一部分。实际上，决定现代地形起伏的时期可推至冰期之前，并非全属冰期。

【全新世地壳运动】 Holocenic crust movement 最近一万年左右发生的地壳运动。把这段时间的地壳运动从新构造期中单独列出来，是因为它们有如下特点：①这段时间的地壳构造运动，是在冰川消融，海面回升，如冰盖“卸载”导致陆地均衡上升这样错综复杂的背景下进行的；②这段时间的地壳运动，与威胁人类生活的地震活动关系非常密切，对它的研究有助于认识地震活动的规律性。③可以用历史考古法，仪器测量法进行研究。

【现代地壳运动】 modern crust movement 最近几百年至几十年，或目前正在发生的地壳运动。在这个阶段，地壳运动与人类经济活动的关系非常密切，现代地壳运动表现之一，就是构造地震。即使缓慢的现代运动，对大型水工工程、厂矿、交通建设等，都有巨大的威胁性和破坏性。而在另一方面，人类经济技术活动，又可能激发或抑制现代地壳运动的进程。从运动的方向而言，现代地壳运动可分为现代垂直运动和现代水平运动；而从运动的速度，又可分为现代地壳快速运动和现代地壳缓慢运动；按运动影响范围，又可分为现代区域性运动或局部性运动等。现代地壳运动的特性与地质构造有关，这表现在：①在构造活动区和相对稳定区，现代地壳运动的强度有差异，甚至相反；②许多地区，现代运动的分布与地球物理场（重力场，应力场等）的位置和特性有对应性；③许多情况下，现代运动与地震及火山活动，存在紧密的时间和空间联系。研究方法方面，现代地壳运动（无论缓慢的或快速的运动，垂直的或水平的运动）均可用精密仪器准确测定，并用文字或其它现代手段详细记录，因而能够定性定量地研究现代运动的一切特征。在现代地壳运动研究中，地质一地貌法也有一定的适用性。对于现代地壳运动的时限，存在着不同的看法，有些学者把全新世以来的地壳运动视为现代地壳运动。

【近代地壳运动】 recent crustmovement 从英文译名而来，不同学者对这个名词的时间尺度有不同的理解。一部分人认为，“近代地壳运动”是与“新构造运动”大致相当的一个术语。即在时间上指新第三纪以来的地壳运动；另一部分则认为应与“现代地壳运动”的时间尺度相当；还有一些人认为“近代”系指大约与“全新世”相当的时间。

【世纪运动】 century movemlent 近百年来，以重复水准测量获得的可用准确数字标示的地壳垂直升降运动。

【定向垂直运动】 direction－sensevertical ovement 简称定向运动，指在一定地区新

构造运动长期表现的运动趋向（正向运动或负向运动）。这是新构造运动较共同的特点。

【现代地壳垂直运动】 recent vertical crtast mlovement 垂直运动是现代地壳运动的表现形式之一。由于垂直运动易被入们察觉和用仪器测定，对它的研究比较详细。有—部分学者甚至认为垂直运动是地壳现代的主要运动方式。把现代运动划分为垂直运动和水平运动，并不意味运动完全是沿垂直或水平方向进行。在自然界，这两种运动往往相伴出现。这样划分，目的仅在于研究和观察的方便。事实上实际工作中很难确定位移的完整向量，只能根据位移向量的主要方向进行划分，并采用简化的、所谓“基本垂直”和“基本水平”的概念。现代垂直运动和地质构造单元之间有相当明显的一致性。现代垂直运动亦可分为快速运动和缓慢运动。缓慢的现代垂直运动，上升或下降的速度值，一般为几个毫米/年，最大达几个厘米/年，甚至二、三十厘米/年。快速垂直运动，往往沿断层进行。活动断层的一次垂直位移量，可达数百厘米，如1957年蒙古博格多断层活动，其垂直位移达到300厘米；新西兰怀拉拉帕断层，1955年一次垂直位移也达275厘米。活动断层的垂直位移，往往伴随水平位移出现，垂直位移数值也逊色于水平位移量。根据目前所得到的资料，在水平运动的断层中，不论是一次运动或是长期连续运动，其水下运动幅度都要比垂直运动幅度大2–10倍。现代垂直运动最有效的研究方法是重复水堆则量、海面水位测量等。这些方法可以获取单位时间内海、陆或陆地与另一部分陆地之间的相对垂直运动。求得的数据在测量准确的前提下是相当可靠的。但是应当指出，其中包含了各种非构造因素引致的相对垂直运动，要摒除这些因素的影响。计算单位时间内，单纯的现代地壳垂直运动，则是十分困难的。至今为止，人们搜集的现代地壳垂直运动的大量资料，基本上是属于地台区的，如东欧地台、北美地台等。近年来也出现了一些现代造山区域（如阿尔卑斯、天山、喜马拉雅山的珠穆朗玛峰和希夏邦马峰、科迪勒拉、日本）等地区垂直运动的资料。

【现代垂直运动】 recent vertical movemeht 参见“现代地壳垂直运动”。

【现代地壳水平运动】 recent crust horizontal movement 根据古地磁及地球物理方法提供的资料，及近年来对海底地貌研究的结果，证明海洋底部和大陆之间都在进行着长距离的水平位移。和其它地质时期的运动一样，水平运动是现代地壳运动的主要形式。现代地壳水平运动的速度较悬殊，据研究，日本各岛目前正以每年18厘米的速度向亚洲靠近，圣安德列斯断层，自第三纪以来一直进行右旋水平位移，目前每年移动几毫米至几厘米。快速运动的数值则大得多，如1976年7月28日唐山地震，其水平位移达一米多；同年2月4日危地马拉地震，也使这个国家的北部向西推移一米以上（最大移动量达3.25米）。在垂直运动中提到的蒙古博格多断层1957年一次活动，其水平位移量，达到885厘米（左旋）；新西兰怀拉拉帕断层1955年活动的水平位移量，更高

达1220厘米（右旋）；我国台湾省大壁断层，1906年一次活动，水平位移量也达240厘米。现代地壳水平运动，除快速运动外，只能用精密仪器方法才能测定。目前使用较广的方法有：天文观察、重复三角测量，远程测量（激光测远）和蠕变测量计，精度约达1毫米/公里，能保证单个断裂或宽约20—30公里的断裂带位移数据的可靠性。目前搜集的现代地壳水平运动的资料，多侧重于各个断裂带或其局部地段。无论观测的范围，观测时间的长久性和精确度，现代地壳水平运动的研究均逊色于垂直运动。不过有一些地区所积累的水平运动数据资料，结合地震和地质资料，已经可以进行综合和对比。大区域的现代地壳水平运动是地壳板块活动造成的。

【现代水平运动】　recent horizontalmovement　参见“现代地壳水平运动”。

【现代内生运动】　recent endogenic movement　就是现代地壳运动，是由于地球内动力作用造成的，具有构造性质的运动。但是，内生和外生的划分具有相对性。因为地壳运动远非均由完全的内生成因所造成。例如冰川覆盖可以引起地壳在整个厚度内发生运动。

【现代外生运动】　recent exogenetic movement　相对于现代内生运动，由于地表外动力原因造成的地壳运动。又称地表运动。如冰川负载与卸载造成的地壳均衡补偿运动；水库及大型水盆的负载所激发的地壳构造运动；地下水、油、气开采及回灌，注水；矿山采空及地下核爆炸激发的地壳运动都是外生运动。区别运动的内生成因和外生成因是个复杂问题。如盐丘构造，一般认为与重力挤压有关，但在褶皱造山运动活跃的地区，盐丘的形成可被确实的内部成因，如侧压力、断层和裂隙、构造运动的活化等所加强。这样就具有了内外因素相结合的特征。

【现代区域性运动】　recent tegional movement　根据运动所控制的范围的大小，现代地壳运动可分为全球性的、区域性的、地带性的和局部性的几类。区域性运动的特征是：①区域的直径或长度可达几百到几千公里；②可包括地块或地盾，台向斜和台背斜，活动带的大复背斜和大复向斜。

【现代局部性运动】　recent local movelrlent　局部性运动是发生在宽度小于100公里的地区内的运动。它们与深部的或盖层内部的褶皱和断裂带有关。假如这种地带延伸很长就属于地带性运动。详见“现代区域性运动”。

【第四纪海面升降运动】　Quaternary eustatic movement　海面升降（eusracy）一词，由E. 休斯于19世纪末叶引入地质学。引起海面变动的因素很多，如：①由于构造运动引起海盆容量的变化；②由于陆源堆积物的泻入，引起海盆容量变化；③海水温度的变化引致海面升降（据推算，海水温度如变化1℃，将引起海面变化1—2米）；④海水负荷变化引起海盆地壳补偿性升降；⑤地球自转轴的变化引起海面变化；⑥大陆冰盖，冰川（包括山谷冰川）的停积、消融，引起海面变化。第四纪海面升降运动的主

导因素是冰川发育和地壳构造运动。地壳变动导致的海面相对升降，称为地动型海面变化，地动型变化往往具有区域性。由于第四纪冰期与间冰期的出现，使地壳水圈的分配发生变化，冰期时海面下降，间冰期时海面抬降运动目前仍在继续进行。但这个变化在短期内很难直接由人们察觉，只能依据长期的水位观测、历史地理资料的分析以及地貌观测等方法才能确定。更新世时期及早、中全新世海面变化，则只能依靠地质地貌方法。在大陆架、内海以及大陆滨岸地带海相升，这种海面变化往往具有全球的规模，一般称为水动型。C. 马克拉雷在 1842 年首先认识到冰川进退影响海面高度的问题。据他估计，更新世冰期中，海面高度变化达 107 米到 203 米。最近，泰勒（A. Taylor，1972 年）估计这个数值为 180 米。我国地质地貌及古生物工作者，近年来详细研究了我国东部更新世以来的海面变化，认为在华北平原更新世以来共有 7—8 次海进。冰后期海面变化与人类经济活动关系最密切，资料的可靠性也比较高。总的说来，冰后期海面有逐渐升高的趋势，但其变化历程，不同作者发表的数值略有出入（见表）。海面升地层及其所含的生物化石，以及地貌学方面，往往留下标志海面升降的痕迹。

最近 10000 年间海面变化表（以现代海面为 0）

海面升降值（米） / 距今（年） / 资料来源	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
费尔布里奇（1961）	+1	-2	-3	+2	+3	0	-6	-16	-14	-32
吉尔吉斯玛（1961）	-1	-2	-3	-4	-5	-7	-10	-19	-35	
夏伯尔德（1963）	-0.5	-1	-2	-3	-4	-7	-10	-16	-22	-31
斯乔费尔德（1964）	+1	+2	+3	+5	-2	-0.5	-4	-19	-33	-36
土　　莱（1974）	+1	+0.5	0	-1.5	-1	-3	-5	-14	-21	

【黑海—北极式海侵颤动】　Black Sea - Arctic transgressive oscillation　海侵、海退频繁，称为海侵颤动。从研究黑海沿岸及北极地区海面升降而得名。是新构造运动震荡性的表现。

【大陆冰川均衡过程】 continental glacier isostatic process 冰川负载与卸载导致地壳的均衡补偿过程，早在 1882 年詹姆孙 T. F. Jameson 就提出：由于成片的厚冰停积，消融，地壳应产生均衡变形。冰川发育时，厚冰覆盖区，地壳因负载而下沉，冰川退缩，地壳卸载而隆起。斯堪的纳维亚、北美和大不列颠群岛等地，都经历着大陆冰川均衡过程。其中斯堪的纳维亚地区最显明。据报导，波希米亚的基尔伏北部，由这个过程引起的上升量高达每年 9 毫米，斯德哥尔摩每年也达 4 毫米，而哥本哈根则较稳定。由于陆地均衡隆起，每百年大约有 1000 平方公里的“新生”领土并入芬兰国境。大陆冰川均衡过程是第四纪冰川覆盖区地壳运动的影响因素之一。

【大陆冰川地壳均衡过程】 crustal isostatie process of continental glaciers 参见“大陆冰川均衡过程”条。

【现代构造运动】 modern tectonic movement 哈因（B. E. XaHH1954）首先提出的一个概念。指人类历史时期所发生的或正在发生的地壳运动。它对人类经济活动有较大的影响。除用地貌研究法等以外，通过人类文化遗迹的研究，以及对历史上地震记载的研究，往往能得出几千年、几百年构造运动的概念。此外，还可以用各种方法和仪器进行观测，得出现代构造的速度和方向。

【现代造山运动】 recent orogenesis “新构造运动”的概念尚未提出和完备之前，对地壳运动发展所提出的一种概念。这种概念认为在特提斯带，狭义的阿尔卑斯旋□结束于晚第三纪末期；第四纪时的海退，大陆沉积的大量堆积是新的大地构造旋□的开始；而这个旋□的造山运动尚未出现，有待于遥远的未来地质时期。这个新的旋□称为“现代造山运动”。后来“新构造运动”概念，逐渐取代了“现代造山运动”的概念。

【现代非构造运动】 recent nontectonic movement 由水热作用、水文气象作用、水文地质（流体动力）作用、成岩作用等引起的现代地壳运动，其影响范围为沉积圈或仅仅其上部。上述这些因素有的是短期的或季节性的，如土层的冻、融，飓风的通过，雨水的降落，泥石流活动等；也可以是多年的和长期的，如永冻土的发育，冰盖—冰川的发育，大气水热平衡，成岩过程，滑坡作用等。因此，由它们引起的现代非构造运动，也具有季节性或周期性特征。

【现代地表运动】 recent earth surface movement 研究现代运动，必须把地表运动和地壳运动区分开来。这是查明构造运动，或者确定其性质和分类的一个重要问题。现代地表运动，是一种只用仪器方法确定的现代运动。仪器测定只能在地表进行，在矿山工程中进行的某些测量，虽已不在地表，但所及深度（几百米一千余米）非常之浅，与地壳厚度（30—70 公里）相比，仍然未脱离地表的范畴。况且，矿山工程中仪器测量的详细程度，至今还很不够。没有可靠的地质一地貌标志、地球物理标志以及用来确

定地史上地壳运动和现代地壳运动的其它种种标志相互配合，单纯依据地表仪器，测定的数据不一定能反映地壳运动的真正数据。

【现代地壳快速运动】 recent crust quick movement 瞬时一短时间地壳相对大幅度位移的现代运动。一般均沿断裂发育，多表现为地震。其一次位移幅度可达数十厘米，甚至数米。运动往往留下地裂缝或新断层，凭肉眼即可识别。

【现代地壳缓慢运动】 recent crust slow movement 缓慢运动又称“蠕动”，是地壳表层缓慢而长期的运动过程，其速度以年计算不过几毫米，少数地区几厘米、几十厘米。缓慢运动只有用精密仪器直接测定；但据地质地貌标志也可予以间接推算。

【地壳运动速度反常】 paradox of rate of recent crust movement 指现代地壳运动速度和速度梯度数值的数量级与地质时代中的同类数值不相适应的现象。M. B. 格佐夫斯基和 D. A. 麦舍里亚科夫曾总结出下述规则：速度和梯度平均值与计算此平均值的时间长度相关。当计算平均值的时间范围增长 10 倍时，平均值将缩小到二分之一。所研究的运动愈是古老和用来计算平均值的时间愈长，则反常程度就愈大。这问题由施蒂勒（1957）所指出。施氏认为构造运动强化期的存在，是产生这种现象的原因。另外有些地质学家认为是由于运动有振荡性的符号交替特点，不同的周期和不同的振幅等原因。A. A 尼科诺夫认为反常是由于最近几百万年内存在非构造性质的高频振动和时间相当短（约几十万年）的构造活跃期。新生代晚期（30—15 百万年来）平均速度与其先前时代的平均速度相比明显有剧烈增长，就是反映了最新活跃时期实际构造活动的加强。总之，速度反常可简要解释为长周期的数字反映了不同符号的运动的总效果。

【构造蠕动】 structural（tectonic）creep 相对缓慢运动的构造变动。包括活褶曲及大范围的缓慢的地壳形变和断层蠕动等形式。近年来，对断层蠕动的研究引起人们的广泛注意，详见“断层蠕动”。

【断层蠕动】 fault creep 相对缓慢运动的构造变动形式之一。断层蠕动是相对于急剧破裂位移活动的另一种断层活动方式，即稳定滑动方式。对断层蠕动的研究，近年来已采用仪器观测，如设置蠕变仪网等。并在近一、二十年内有了较深刻的认识。断层蠕动可以反映断层构造活动的增强或减弱，它是抑制弹性应变积累的一个因素。大地震是在断层的蠕动小或无蠕动的地段发生的，所以断层蠕动停止的地段可能是大震前弹性应变能积累的显示。沿圣安德列斯断层的蠕动观测，曾记录到地震前蠕动变化所反映的前兆现象。实验理论研究表明，在高压、低温、低孔隙度或含白云石、蛇纹石、方解石等软弱矿物的条件下，易于产生蠕动。在高温和熔化条件下，也可发生蠕变。我国有人提出了断层的震前蠕变滑动对于研究地震前兆有重要意义。

【人为激发运动】 technogenous movement 人类活动激发的地壳运动。它不仅在

地表，在沉积圈，甚而整个地壳都有表现。人类技术活动对地面、沉积圈和某些地质作用的影响越来越大，甚至可能改变现代地壳运动的自然进程。人为激发运动的形成因素有下列几种：①流体（水、油、气）的提取和灌入引致深处水文动力条件和水文静力条件的变化；②各种地下大量岩石的采掘和挖空；③地表静压负荷的重新分配；④动压负荷的产生和变化。人为运动一般表现为缓慢运动，也可表现为快速运动，例如人为激发地震。人类活动引起的现代运动，其水平范围可达几公里到几十公望，某些情况下可达百余公里，完全可与局部性构造运动相比拟。其振幅、速度和速度梯度等数值大部分超过现代地壳运动的自然数值。激发运动和应力的影响深度可达几公里到几十公里。在人为作用下，地表和土石发生几米到 20 一 30 米深的移动，不属此类。

【动压负荷运动】 一种由人为动压力引起的地壳运动。从运动的特征及规模而言，特别应当注意的是地下核爆炸所引起的运动。美国内华达试验场，有八次相当于震级 5—6 级的核爆炸，都导致当地原有断裂活化（重新活动）。激发的断裂位移，在垂直方向可达数十厘米，沿断层走向有数厘米。1968 年底，在 1400 米深处上新世凝灰岩中，进行过一次 1. 1 兆吨级的核爆炸。爆炸结果，除在半径为 450 米的范围内造成大量小裂隙外，沿已知垂直断层还“感应”产生了许多断裂，断裂的延伸可远达 5. 6 公里。有一些断层，近 700 万年来没有移动过，而被这次爆炸活化了。此次爆炸激发的地震（共几万次，M = 1. 3—4. 2）持续了好几个月，它们限于几个已知的平行断裂带内，距爆炸地点 13 公里，深度达 6 公里。核爆炸激发的断层位移，往往发生于爆炸后几秒至几分钟或几小时内。人为的爆炸激发了爆炸前积累的自然构造应力，也就是说爆炸起了按扭作用。

【静压负荷运动】 一种在地表形成的，与采掘岩石（造成巨大采石场和基坑）及建造大型工程、城市建设、水库充水等所造成补充负荷有关的运动。许多历史悠久的城市，其地面沉降现象，可部分地解释为地下水位的降低和在建筑物重压下疏松岩石的压固作用所致，其深度可达 30—50 米；但在建设实践中发现，补加的地表重荷对下伏岩石，甚至地壳上部的运动和应力都有影响。下面举二个例子。莫斯科郊区的运动是一个较好的例子。水准测量测出在城下陷洼地周围有一个相对隆起的环形带，宽 10—40 公里，再往外又逐渐下降。地下水水位降落漏斗在已知抽水区内与下陷等值线相交，而在隆起圈部分，则虽有巨大地下引水地段而无地表下陷标志。并且，下陷洼地的范围随建筑区扩大而扩大。可见围绕莫斯科的相对隆起环是补偿性隆起。在非洲前寒武纪地盾范围内建了世界最大的卡利巴水库（深 120 米，范围 250 × 30 公里，蓄水量 1500 亿吨）。水库充水前后的水准测量结果，表明水库岸相对于 60 公里以外的地点下降了 12. 7 厘米。水体重荷也引起地震活动，所有强的（7 次地震，震级 5—5. 8）和许多弱的地震

(1400 多次，在 1959—1968 年间）都发生在最大下降区，小部分发生在距水库较远的断裂区边缘。根据统计材料，最大下陷区总体上与水库最探区一致，这个事实反映大水库的重荷正是地表和地壳局部性坳陷的原因。

【流体地质动力运动】 fluidal geo dynamm movement 一种非构造运动。是沉积圈中与水文地质（流体地质动力）作用有关的现代运动。沉积圈不是一个固体，而是一个复杂的固相和流体（水、气、油）的结合体。流体贯穿整个沉积圈，而且是其最活动的组成部分。地下水（特别是承压的渗透水）的动态和压力对沉积圈的现代运动有影响。根据地下水弹性动态理论，作用于含水层顶板的地质静压力，由作用于岩石骨架的压力和层内小孔的压力（水静压力）所组成。在层压力减小的情况下，作用于骨架的压力增大，孔洞体积随之缩小，因而，含水层上部之沉积圈和地表发生下沉；当层压力提高时，产生相反的现象，地表拱起或抬升。这类性质的现象特别常见于反常高层压地段和水动力异常区。这种地区主要与年青的填满泥质地层的坳陷和具有强烈新构造运动的地区有关，如前高加索坳陷，意大利波河河谷坳陷，前喜马拉雅坳陷，加里福尼亚海岸山脉和大河谷等。地下水动态存在周期性，地下水、油和气有垂直的集聚性和分散性迁移现象。流体压力和水位的变化都与沉积圈现代运动相关联。地下水（流体）水位（层压力）变化的人工实验证实了这种关系。在加里福尼亚，某次实验的资料表明地下水水位下降 0.6 米可导致地表下沉 3 厘米，在莫斯科地下水水位下降 3 米可使地表下沉 3 毫米。可见地下水位和层压力的变化引起现代地表垂直运动。地下流体的弹性动态可以直接影响沿断层发生的位移。尽管层间承压水的分布和动态取决于构造特点和构造发展，但这一运动类型不属于构造运动。

【地壳微脉动】 earth micropulsation 利用短周期重复水准测量和水位测量得到的符号反复的运动。B. B. 拉马金认为：地壳微脉动大约经过 8—9 年发生一次运动符号的变换，脉幅不过 3—4 厘米。关于地壳微脉动的成因，他的解释是：固体地球受月亮—太阳涨潮作用的影响所致。在库达林测线上重复水准测量（每年都进行）结果，表明一些水准基点每年都改变符号，另一些则隔几年，再一些则具有稳定的变化趋势。看来这种复杂情形是多种因素综合和叠加影响的结果。值得注意的是，强烈地震与地壳运动符号或强度之间，即与地壳微脉动之间可能有一定联系。

【大面积升降运动】 extensive vettical displacement 新构造运动的一种基本类型。一般是没有差异性或差异性很小的地壳隆起或下降运动，其影响范围，常达几十一几百平方公里。根据作用力的差异及运动产生的地壳形态特征，又可分为对称型（大规模拱形隆起及非对称型）掀斜，挠曲……等次级类型。经受大面积升降运动的地区，在地貌上分别表现为高原、山原、平原和盆地。如我国的陕北、陇西及南岭地区，在新构造期中都属于大面积上升地区，华北平原、江汉平原等则属大面积沉降区。

【拱曲运动】 arcogeny（arcogenesis） 巴甫洛夫斯基（E. B. Павловский，1948 年）创名。原文为 аркогенезис，亦译为“拱曲作用”或“地穹运动”。指地台区在地貌上有明显表现的长期褶曲过程。其特点是缓慢的圆形上升运动，形成直径达数百公里的大面积的隆起或背斜；在背斜之间往往有长条形的凹陷；背斜轴部及边缘往往伴有断裂及火山活动。巴甫洛夫斯基所指的拱曲运动典型地区是外贝加尔。他认为拱曲运动与地裂运动结合，是从地台到褶皱带的过渡地区的标准运动。1956 年黄汲清引用“拱曲运动”这一术语，描述范围较小的，直径为数十公里的拱形隆起。并认为拱曲运动在准噶尔界山最为典型，克拉玛依和什托洛盖、布伦托海一带也有由拱曲运动造成的隆起及凹陷。“东满地块”上的拱曲运动还伴随有岩浆活动。他又称拱曲运动为半硬化地带的褶皱运动，是基底褶皱的一个重要类型。

【地穹运动】 arcogeny（arcogenesis） 拱曲运动的异译，见“拱曲运动”。由于易与大地构造上所称的“地穹”在名词概念上混淆，故不常用此译名。

【地裂运动】 tafrogeny（tafrogenesis） 克陵凯尔研究东非大裂谷时创名，指形成地壳最新的巨大裂谷的构造运动。巴甫洛夫斯基在创立拱曲运动同时（1948），把贝加尔型盆地（大地堑）的形成也称为地裂运动。按照板块学说，大裂谷是大陆板块的接合部位。

【回春性山地】 rejuvenated miyn tain 1956 年苏联学者哈因和米兰诺夫斯基研究新构造对大地地形关系时提出的名词。指活动性地台区新构造造成的地形。最新隆起比沉降占优势。上升幅度从数百公尺至二，三千公尺。与再生型山区比较，其新构造运动的强度及幅度小得多。回春性山地可进一步划分为回春性背斜高地、回春性穹状山带、回春性断块山及回春性断块状地块和盆地等。

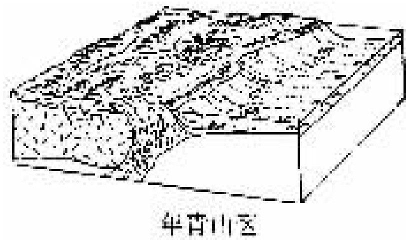
【山岳穹状隆起】 quaquaversal upwarping of mountain 对于山岳受新构造运动的影响而产生隆起变形，形成高耸的山系，存在着两种不同的观点。一种观点强调山岳的隆起是以褶皱变形为主，称为山岳的穹状隆起；另一种观点强调断裂变形在山岳隆起中的控制作用，称为块状运动。穹状隆起是苏联学者甫洛林索夫（1937）提出的。他认为山岳的隆起，是地壳褶皱及震荡运动造成的，山系可视为新构造期形成的巨型分支的褶皱。穹状隆起的陡峭山脉，相当于背斜部分；山间盆地相当于向斜部分。甫洛林索夫

认为外贝加尔山地及天山山脉都是穹状隆起形成的。这一观点受到后来学者的批评，认为天山的形成应视为块状运动的产物。

【穹状一断块山系】 quaquaversalblock mountain system 亦称东非型或贝加尔型山区。是由于拱曲运动及地裂运动形成的。是巨大的地块隆起与巨大的深陷的断裂盆地（地堑）相伴生。详见“拱曲运动”、“地裂运动”。

【再生型山区】 rejuvenated mounrainland 亦称天山型山区。奥勃鲁契夫首先用于天山及阿尔泰类型山区。指古生代褶皱区（主要指海西期褶皱区），在经历了长时期的构造运动微弱的时期后，在新构造期出现了构造运动复苏，形成巨大的穹窿及坳陷体系，形成新的造山运动。在构造上，又常常继承了古生代的构造。在地形上，形成线状延伸的山脉，山间凹地及山前平原。在分永岭地区，常保存了广泛发育的准平原面的残迹。这是新第三纪以前地壳运动长期处于稳定状况时形成的。假如新构造运动不是以穹状隆起及坳陷为主，而是以年青的断块运动为主，则称为再生型断块状山区。

【年青山区】 youthful mountain land 亦称高加索型山区，指新第三纪产生在阿尔卑斯地槽区，激烈上升的复背斜构造带上的山脉及山系。世界最高的山系，如喜马拉雅、喀拉昆仑、帕米尔、安第斯、厄尔布鲁士、阿尔卑斯等山系或山区属于此类。新构造运动的形变，表现在地形上为一系列与背斜平行的山脉、纵谷、山间凹地。古夷平面不发育，仅见零星的山麓平原或河谷谷底形成的小片剥蚀面，并遭受倾斜或阶梯状地抬升。山区的边缘常为新第三纪一第四纪的巨大坳陷。它们构成山前海盆或山前洼地或倾斜山前平原。



年青山区

【块状运动】 massive movement 苏联学者奥勃鲁契夫提出。强调山区的新构造主要是沿断裂的垂直运动，这种运动称为块状运动。这种运动促使各个地块彼此相对移动到不同的高度，形成起伏的山岭。块状运动可以沿着不同地质时期的断裂活动。这些古断裂在新构造期复苏，成为继承性的活动断裂。另外，还出现了新的断裂，沿着新断裂，会发生不平衡的阶梯状隆起。然而在许多情况下，发现了穹状隆起与块状运动两种类型形成很复杂的相互结合关系。

【大面积拱形构造】　extensive arched structure　由运动梯度很小的垂直运动形成的、范围广袤的隆起和坳陷。其面积常达数千一数万平方公里，运动幅度通常核部较大，向四周逐渐减小，有时也可能是不均一的，以致呈波状起伏的形态。在多数情况下，这种构造的边缘常伴生断裂构造。我国黄土高原、鄂尔多斯高原就是由这种新构造形成的。

【差异性断块构造】　differential block structure　一种广大范围内为众多断裂分割，各断块间产生错动的新构造。断块错动绝大部分继承了古老的断裂，特别是长期发育的深断裂。这一类型新构造在我国可以划分为两个大的亚类：一为大幅度强烈差异性断块构造；一为破裂构造。前者通常受深大断裂控制，断块间运动梯度很大，在地貌上形成高耸的断块山和深陷的断陷盆地。我国西北的天山、祁连山等皆属于此类构造。后者断裂活动的深度较大，有大规模基性熔岩溢出，现代火山活动及温泉也很发育，但构造运动梯度较小，地形上常成低山丘陵。这类构造在我国东部沿海地区比较发育，以胶东半岛最为典型。

【大幅度差异性断块构造】　strcng differential block structure　参见“差异性断块构造”。

【破裂构造】　fractural structure　参见“差异性断块构造”。

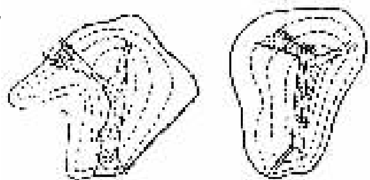
【单斜断块隆起】　uniclinal biook　upwarping　又称翘起构造或掀斜构造。它是大面积拱形构造的一种特殊类型。系两侧上升幅度不等，一侧伴有断裂的拱形构造。这种构造在邻近断裂一侧上升幅度较大，致使隆起发生倾斜。如嵩箕地区、中秦岭，贺兰山，大青山等皆属此类构造。


嵩山—箕山构造剖面

【翘起构造】　tiltedstructure　即“单斜断块隆起”。

【掀斜构造】　tilted structure　即“单斜断块隆起”。

【补偿性地堑】　well－fed graken 发生在拱形隆起核部或翼部的地堑构造。它是由地壳隆起所派生的水平引张应力形成的。一般认为，我国著名的汾河地堑、河套地堑、银川地堑、渭河地堑，都是属于补偿性地堑。


补偿性地堑

【地块隆起】　block upwaring　大面积拱形构造的一种特殊类型。系古老地块，在周围山岳地区剧烈隆起的同时发生的、内部差异性很小的大面积块状隆起。如我国西部的塔里木和阿拉善一马鬃山。我国西部地块隆起的上升幅度，一般约 1000 米，

但也有达4000—5000米的（羌塘），后者可称为活动地块隆起。

【活动地块隆起】　activity bloc k upwarping　参见“地块隆起”。

【地□】　tumor　又称地凸、哈尔曼（Er. Haarmann）提出。由地壳的垂直运动形成的褶皱一穹隆。为区别于地壳水平运动形成的褶皱，故称为“地□”。与之相对应的坳陷则称为“地凹”。哈尔曼认为地形起伏是由于垂直运动造成的，即现代地形起伏主要是“地□”与“地凹”形成的。

【地凹】　geodepression　与地□相应的坳陷。参见“地□”条。

【第四纪褶皱】　Quaternary fold　由第四纪构造运动形成的褶皱构造。发育于第四纪地层，由水平挤压或下伏岩层断块升降，使第四系松散地层或其它岩层形成或缓或急的背斜、向斜、复背斜、复向斜。第四纪褶皱构造多出现在山前，山麓地带和山间盆地内。我国西北地区（如甘肃酒泉盆地等）、日本、印度尼西亚（西伊里安）等处，第四纪褶皱比较发育。

【新褶皱构造】　new－fold structure 参见“第四纪褶皱”。

【压缩褶皱构造】　compressionfold　新构造的一种类型，指由断裂错动派生的次一级构造。产生于大幅度差异性断块构造的山间盆地边缘的年青沉积层中。由于断块升降，山间盆地两侧断块上升，逆、冲断层活动，使年青地层遭受两侧山体侧压力的挤压，形成一系列平行排列的长垣、短背斜及挠曲，统称为压缩褶皱构造。

【活褶曲】　active fold　正在活动的现代地壳的弯曲、挠折、褶曲等各种褶皱构造。活褶曲不仅在阿尔卑斯、喜马拉雅以至日本等中、新生代褶皱带中继承性地表现出来；而且在相对稳定的地块内部，伴随着地震的断裂活动及大面积升降运动，也形成活褶曲。在我国有关活动褶曲、阶地变形方面报导很多，通过地质地貌观察，确定了许多明显的活褶曲。例如甘肃河西走廊第四纪砾石层上很新的含炭化羊粪与沙土混合地层被错断十余厘米，为逆冲断层，并伴之有第四纪沉积层发生挠折、拱起、褶皱的现象。近年来，对活褶曲，特别是地壳大范围的最新拱曲变形，采用精密水准测量及地倾斜测量方法、编制地壳垂直变形图等进行研究。

【活动构造带】　active structure zone　地壳表面的局部地区，地壳运动十分活跃，它们多呈带状分布，故称活动带。其表现是多火山且活动猛烈，地震频繁，温（热）泉密集，地形起伏高差悬殊，线性或弧形的隆起，凹陷十分突出，第四纪地层变动显著。按照板块学说，地壳活动带多半是大板块的边界。如环太平洋造山带（也称太平洋火山环或地震环）和冰岛、东非等裂谷带，即处于这样的位置。

【线性构造】　lineament　地球和其它星球的表面，常常有规模巨大走向明显和稳定的线性构造。它们可能是区域性的地形、地质建造和岩石类型的分界线，它们可以作为活动构造带或活动断裂的线索。美国加利福尼亚州的圣安德烈斯活动断裂系统，即属

巨型剪切构造，而且还具有明显的活动性。

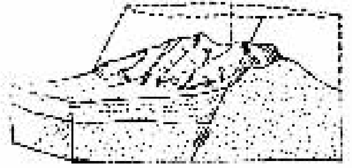
【地震断裂】 earthquake faulting 地震断裂是一种活动断裂。它又叫做发震断裂或孕震断裂。沿着断裂带伴随着地震活动；或者密集着小地震活动，或者常常有小的，周期性的错动；或者长时间的、间歇性的蠕动或弹跳。有的地震断裂是沿着古老的断裂重新错动，错动的迹象可以从地面连通到地下的矿井或坑道，特别是地震断裂的产状、性质和特点大致和地震的震源机制的结果近似，甚至吻合。如 1973 年的甘孜地震；1975 年的海城地震和 1976 年的唐山地震。外国也有不少史例，如 1906 年的美国旧金山地震（有的美国地震学者认为叫做加利福尼亚地震较为合适）；1966 年日本的松代地震；从四十年代末期到六十年代土耳其和伊朗的多次破坏性地震。

【地震错距】 seismit dislocation（dislocation froms eism） 指地震断裂在一次地震后断层的位移距离。由于大地震多以断层的平移为主，如 1957 年在戈壁阿尔泰地震断层走向滑动 885 厘米，垂吏位移 300 厘米，1906 年旧金山地震，断层水平错距 640 厘米，垂直位移 90 厘米。所以对于水平位移一向是比较注意的。而垂直位移对于工程上有重要意义，近年来也引起了重视。一般说来断层错距愈大，地震震级愈大。但也有些例外，如 1966 年美国加州的英比利尔地震震级仅 3. 6 级，但错距达 15 厘米。有人认为这与蠕动占有重要成分有关。

【活动断裂】 active fault 又称活断层，指现今正在活动或断续活动的断裂构造。自 1891 年日本浓尾地震后，小藤（1893 年）提出的地震断层说。1906 年美国旧金山大地震由于有明显的地表地震断层，H. F. Reid 又提出了弹性回跳说，以后对活断层与地震关系的研究引起人们广泛注意。从目前资料看，活断层在全球广泛分布，一些是活动显著，错距很大的活断层带；有些是规模较小的活断层；有些是小规模活动断层组成的活断层系。活断层的活动方式主要有三种：一是相对缓慢错动的构造蠕动；一是以地震方式或集中释放积累的弹性应变而产生的突然滑动。这两种方式在不同活断层上或其不同段落可以兼而有之。有时这两种方式按时间段交替出现。对于活动断层除采取地质、地貌方法研究外，近年来还开展了精密仪器测定工作。我国昆仑山（北坡）一阿尔金山断裂即为活动断裂，其规模可与世界上著名的活动断裂，如圣安德烈斯断层、安纳托利断层、阿尔卑斯断层、塔拉斯费尔干断层、菲律宾断层、日本中央构造线和裂谷断裂带等相比。

【活动断块】 active fault block 由于地壳块体的活动，反映出地震在地壳块体内部或周围连续迁移与活动。这种活动的地壳块体称为活动断块。郭增建等指出，镶嵌的地块沿交界线相对运动，交界带表现为活动的地震带。由于块体运动的统一制约关系，所以块体周围的大地震也存在着某种呼应关系。如青藏高原北部地块、阿拉善地块、鄂尔多斯地块等。地块的现代活

动和相对运动状况，可以根据地震断层的延伸方向、等震线长轴方向以及震源机制资料结合地质资料作出判断。地块的受力和活动状态，还可以从块体中的地震活动情况反映出来。地质、地震与大地测量的一些资料证明，有的地块的现代活动具有旋转扭动的性质。


活动断块

【地表断层】 surface fault 即地震断层，地震时，应变积累突然释放形成的破裂在地表的露头。浅源大地震的地表断层是活断层最直接最具体的反映。如 1906 年旧金山大地震地表断层长达 430 公里；1932 年甘肃昌马地震（7.5 级）地表断层长达 120 公里；1931 年新疆富蕴地震（8 级）地表断层长达 150 公里。许多实测资料表明，一般大于 7 级左右（或 6.5 级以上）的地震都有地表断层的出现。有些新构造运动也可形成地表断层。

【强震系列】 macroseismic series 大地震活动常常沿一条断裂带，在一定地段和方向上成丛连续发生，这时一连串的强震构成了一系列的地表断裂，反映了在更大范围内一个断裂带的强烈活动。沿一个大断裂带连续发生强震系列，产生多条地震断层的情况，在许多活动断裂带上都有实例。最典型而著名的是始于 1939 年东土耳其的 Erzincan 大地震系列。如沿太平洋板块边缘的一些段落有在一定活动期出现的强震系列，其中如 1900 年前后在墨西哥一中南美一带连续发生的多次 8 级以上大震强烈活动；1942—1955 年发生的菲律宾强震系列等。我国较典型的例子有：渭汾活动断裂带与华县一平谷强震系列，河西活动断裂带与海原一昌马强震系列，鲜水河活动断裂带与甘孜一昭通强震系列，河北平原中部断裂与邢台一唐山强震系列。

【活动断裂系】 active fault sysrem 多条活动断裂构造在空间上更高一级的组合。地壳上各个活动断裂构造不是孤立的，它们在广大范围内或在全球规模上是互相联系和制约的。区域性的活动断裂系，常由方向近似的多条近于平行的活动断裂带组成，在很大范围和距离内可追索延伸达数百公里至上千公里，沿活动断裂系断续分布的地震，不仅在空间上，而且在时间上都具有一定的联系。区域性活动断裂系互相交叉，构成全球性的活动断裂网络。根据地震活动，震源机制以及各种活动构造资料，可以了解地壳上不同方向的线性活动断裂系和破裂网络的活动性，并重建现代活动断裂系及破裂网络的轮廓。现在地壳上的活动断裂系及破裂网络系统是叠加在不同时期的老构造背景上的，它既有继承性又有新生性的特点，它们可以穿越不同的老构造带而发展。

【潜伏活动断裂】 potential activefault 它不如活动断裂那样证据肯定。但是，根据已有的资料它极可能具有活动性。它们对于重大的工程、如核电站、高坝、长隧道和地下大跨度厂房具有不能忽略的潜在的危害性。对这类断层应当做一定时期的、系统的地球物理观测和地应力测量工作，再加以论证。

【活动构造】 active structure 活动构造是指现今正在活动或断续活动的构造。活动构造的研究，是新构造学研究中受到广泛重视的课题。尤其是它与地震预报，工程稳定等实际问题及地球动力学等一系列地学理论问题有着密切联系。近年来由于地壳活动观测技术方法和研究领域的扩展，对活动构造的研究有了很大的发展。对活动构造的研究，主要通过对地质、地貌现象、大地形变测量（包括垂直的与水平的），定点地壳形变动态观测，地震活动性监测，地壳应力状况以及各种地球物理场变化等方面的研究，以探讨一个小型的现代活动着的构造型式（如活断层，活褶皱）其至一个大型的活动构造单元（一个活动地块，活动断裂带，以至地壳板块）的活动状况和机制。由于板块构造，地壳动力学研究计划的开展，已把活动构造的研究推向了更深更广的领域。高精度的激光测距仪、倾斜仪、断层蠕变仪以及卫星测距，月球测距，射电干涉测量等长距离精密测量技术的应用，使得对现代地壳构造活动状况及动态的研究，日趋精确。在活动构造的研究中，板块边缘地带，裂谷带是研究者最感兴趣的地区。近年来对板块内部的现代活动及应力场状况的研究，是引人注目的新方向，对各类型式活动构造的研究中，地震构造和活动断裂的研究是最活跃的课题。应该注意到，地质构造的活动不一定引起地震，但地震之所以发生，必然是由于某一个构造带的局部或全部活动，达到相当激烈程度而引起的。

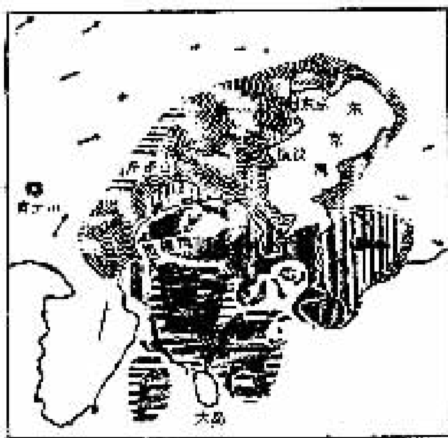
【活动构造型式】 active tectonic pattern 小型的、现今正在活动或断续活动着的构造，如活断层，活褶皱。

【活动构造单元】 active tectonicelement 大型的、现今正在活动或断续活动的构造群或构造体系。如活动断裂带、活动地块，以至地壳的板块。

【近代横向地壳弯曲】 recent trans －current buckling 由差异性垂直运动形成的、若干走向与区域基底构造线方向近于宜交的近代隆起带。据研究，我国台湾台东裂谷及其以东地区，发现了六个横穿区域古老褶皱和断裂构造走向的东西隆起带。据海底等深线图判断，这些隆起带在，远离海岸的海域内仍有显示。

【现代旋扭运动】 modern wrench movement 李四光首先对旋扭构造作出系统的论述。这类构造型式在现代活动构造中也有明显表现。如 N. Pavoni 根据活动断层、活动褶皱轴及形变资料等，确定出阿尔卑斯，喜马拉雅、环太平洋新褶皱带的主要水平压力的方向线后，认为它们不仅是挤压带，而臣是大的剪切带。可以看出围绕太平洋及非洲两个巨大板块的中心，显示出右旋转动。在大陆内部，有一些小规模的构造显示出有现

代的旋扭运动。有的地区地震活动震中，在一定阶段表现出呈漩涡状或圆周状依次迁移发生，如江苏南部 1974 年溧阳地震前后的小震活动就曾出现过类似情况。



相模湾现代旋扭运动

【相对升降波】　一种相对上升下降的波状现象。为 IO. A. 麦舍里亚科夫，B. A. 马格尼茨基等所发现。波长与地壳大构造单元的规模相仿，也可与相应区域的形态构造规模相比拟。在地台区（如北美地台）波长为 600—800、460、150—160 公里；在活动区（日本列岛）波长为 180—250 公里或更短。因此可以认为这种现象是地球内部构造原因造成的。

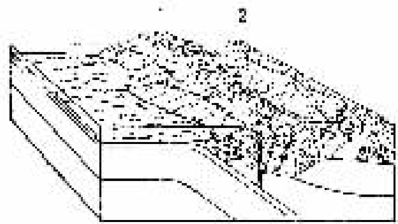
【假构造】　pseudostructure　由外力作用形成的构造现象。假构造在第四纪沉积物中特别发育，如沉积物不均匀的体积变化或不均匀的胶结、滑坡、泥流、岩溶、冰川、融冻等作用，都可以使第四纪沉积物甚至基岩发生非构造变动，形成大小不等的褶皱或断裂。在分析区域新构造的问题时，应当注意区别这些假构造现象。

【地裂现象】　fracture phenomena（ground fracture phenomena）　地裂现象可由构造与非构造等多种原因产生。其中最引入瞩目的是由构造活动产生的地裂缝，这是一种发育于地表的、活动的微细破裂构造形式。在强烈地震区，常常出现地裂现象（表现为地裂缝、地面鼓包等），其排列具一定的规律，如呈雁行式、直线状、锯齿状、弧形及其它几何形态，或由一系列地裂缝组成地裂带。地裂缝绝大多数发生在第四纪松散沉积层中，在基岩裸露区较少见。一般长十余米至数百米，宽数毫米至数十厘米，深达数米。一般为张性裂缝，少量可看到两侧有水平位移，但位移量很小。地裂带的展布，一般与活动断层的走向一致。大面积发育的地裂带，不受土质、地貌、水文、气候条件的限制。同一方向的地裂在大范围内具有形态相似，延伸方向稳定，力学性质大体相似并可组合配套等特点，反映了它们是在一定的区域应力场作用下的产物。例如我国大别山北麓有三个大体呈东西向的地裂缝密集带，每带宽 15—20 公里；淮河流域地裂方向以北东向为主；山东则以北西向、北北东向者为多。在地震发生时，地裂现象最清楚，随后，地裂缝的宽度和深度都逐渐缩小，以至消失。一些特殊的地理区（如中亚），可保存数百年之久。有些人试图根据保存下来的地裂现象研究历史时期的地震情况。

【地壳现代破裂网络】 recent fraeturing pattern of the crust　现代地壳弹塑性破裂所显示的一种组合型式。根据地震活动，地质构造和地貌研究，以及卫星象片解释提供的资料，发现在我国大范围内，普遍存在着一个规则的，现代正在活动的网络状破裂系统。这个破裂网络既受不同地质时期（新、老）断裂构造控制，又有其新生的特点；它对地震活动，现代构造运动和地貌发育等，起着重要的控制作用。因此，对于探讨新构造，现代构造应力场及地震预报工作都有一定意义。国外地质文献，曾提及世界其它地区，存在着类似的地壳破裂组合型式。

【对照性地形】 contrast relief　新构造运动的影响，控制现代地貌的发育过程，新构造运动的特性明显反映在地貌形态上。各新构造单元表现出一定的地貌特征；一些地貌单元甚至可以直接认为属于新构造。能够反映新构造运动和新构造特征的地貌称为对照性地形，如新构造强烈上升区表现为切割强烈，地形陡峻的高山；新构造稳定区表现为准平原或剥蚀平原……等。这一术语多见于俄文及译介文献。由于缺乏确切性和具体性，至今未被我国地质、地貌学界广泛采用。

【新造山带】 neoorogenic zolle；在新构造学的研究中，“造山带”具有新的含义。苏联学者 C.　C 舒尔茨首先在新构造学中应用“造山带”这一术语。他认为欧亚造山带是地壳上新出现的新大地构造单位，用以取代旧的地槽、地台概念，造山带由下列类型山区组成 L①年青山区，即阿尔卑斯、喀尔巴阡、高加索等形成于阿尔卑斯地槽基础上的山区；②再生型山区，即天山、阿尔泰、萨彦岭、外贝加尔等，形成于从前寒武纪起不同时代地台构造上的山区；③环太平洋带山区，即环太平洋大陆边缘最新形成的山区，如我国台湾等。



新造山带

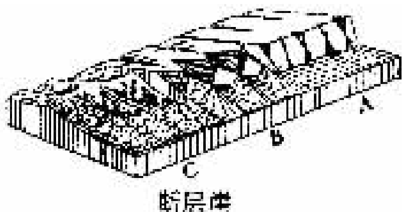
1. 新造山带，2. 较老造山带

【层状地貌】 stratified relief　新构造运动间歇性上升过程，由外营力形成的呈层状分布的地貌单元，一般具多级性，如多级阶地、多级夷平面和多级洪积扇等等。层状地貌是新构造的表现形式之一。层状地貌的调查，有助于新构造运动发展历史和区域地貌发育史的研究。

【地貌变形】 geomorphological deformation　地貌单元形成以后，由于新构造运动，使其形态发生变化，如夷平面的变形、阶地的变形等。如我国陇西地区，由于新断裂的活动，使山麓洪积平原的一个洪积扇形成三级不同高度的地貌面，便是很典型的例子。测制河谷和海岸阶地位相图，是研究地貌变形经常使用而且确有成效的工作方法。地貌变形是研究新构造运动的确切证据。

【溺谷】 drowned valley 现已被海水淹没的河谷。它是在海侵条件下，入海河口泥沙不足时形成的。一般认为，这是海岸下降的标志。在我国台湾西南部下淡水溪河口就遗存溺谷。这里的溺谷和屏东平原下面巨厚的更新世沉积物的堆积作用，表明中央山脉断层下降盘长期发生沉陷。

【断层崖】 faultscarp，fault escarpment 由沿断层一侧的运动而直接形成的陡坡或悬崖。它代表被侵蚀和风化变形前的断层的出露面。这是一种原始的地貌。断层崖若进一步遭受侵蚀，可以被冲沟分割成一系列三角形的陡崖，称为断层三角面。这些现象在我国秦岭北坡和大青山南坡的某些地段表现很明显。断层崖及断层三角面都是鉴别断层，特别是活动性断裂的重要标志。图示断层崖切割中的各个阶段。图中：A—原始阶段；B—切割加深，沿断层崖麓发育有冲积锥，残余断层崖的断崖面（F）；C—壮年切割的断层崖。



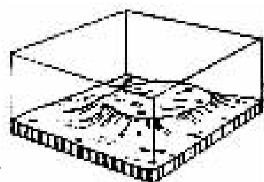
断层崖

【约翰逊海岸成因分类】 Johnson’scoast genetic classification 美国地貌学家 W. 戴维斯（1909）曾试图依据成因原则对现代海岸进行分类。这项工作后来由他的学生 D. 约翰逊完成。约翰逊把海岸运动的方向作为分类的主要标志，区分出：①下沉岸；②上升岸；③中性岸；④复式岸，并拟定了上升岸和下沉岸的发育图式。海岸发育，除了与地壳变动，海面升降因素有关，还受地质构造、岩石性质、海岸原始地貌以及入海河流、波浪，潮汐、海流、生物作用等多种因素的影响。海岸类型不可能依据单一的标志进行划分，至于海岸运动的方向，也不能单纯看作是现代地壳运动的产物，因为现代运动是在冰后期海面长期上升的背景之上进行的。约翰逊的海岸分类虽然有各种不足之处，有的地方甚至是错误的。但长期以来仍不断被地貌学和新构造学家引用。

【上升海岸】 elevated shore 在陆地上升。海面下降条件下形成的海岸。其特点是岸线低缓平直。然而，低缓平直的岸线也可能出现于下沉海岸。如我国华北平原的海岸相当低缓平直，但从深埋地下的多层海相沉积，证明为下沉海岸。华北平原岸线的特征，系由黄、淮、海河等河流大量冲积所致。详见“约翰逊海岸成因分类”。

【下沉海岸】 plunging shore 由海面上升或大陆下沉，滨岸地带沉溺而成的海岸。因受滨岸原始地貌的起伏变化，多呈岬湾交错，岸线迂回曲折的特征，岸外往往多岛屿。然而，岬湾交错，岸线迂回曲折的海岸，也可出现于上升海岸。如我国福建沿海，由于岩性及构造（断裂）等闲素的影响，形成岬湾交错的海岸。但从多级海蚀阶地及分布于高处的牡蛎壳，却证明属上升海岸。详见“约翰逊海岸成因分类”。

【海底平顶山】 guyot 又音译为盖约特，分布在大洋底，顶部已被夷平的海底火山。从热带地区若干平顶火山顶部都有死珊瑚礁这一事实判断，它们曾一度出现于海面附近，但现今许多平顶山顶部的水深已达 400—3000 米。因此，可以把海底平顶山看成是洋底沉陷的重要证据。



海底平顶山

【盖约特】 guyot 即“海底平顶山”。

【新构造运动强度】 neotectonic strength 新构造运动的强烈程度。评价区域新构造运动强度，首先需要从区域地貌及其相关沉积的特征、挽近构造、岩浆活动、火山作用以及地震活动等方面作出定性的估计，其次还应进一步对运动的幅度、速度和梯度作出定量的评价。

【新构造运动强度图】 matp fo neo – tectonic strength 表示区域新构造运动强度的图件。一般依据显示构造运动强度的各项定性、定量标志，划分出若干运动性质不同、强度不等的新构造区，如强度上升区，中度上升区，轻度上升区，……等，并采用一定的图例符号，把它们如实地填绘在图上。有时，还可以把运动的升降幅度用等值线表示在图上。

【新构造类型】 type of neotecto nic 依据一定标志对新构造进行分类的结果，称为新构造类型。国外一般按新构造规模大小、形态特征、形成历史和时代进行分类。我国地质—地貌学界针对中国新构造的实际情况，提出以新构造运动特征及运动所产生的新构造形态的差异性，作为划分新构造类型的标志，并将我国新构造划分为大面积拱形构造；差异性断块构造，挤压褶皱构造及断褶构造等基本类型和若干次一级类型。

【新构造类型图】 map of neotec – tonic type 反映新构造类型的图件。通常选用一定的图例符号，将区内出现的各种类型的新构造，按照它们的实际位置，准确地标注在图上。这种图不仅能全面反映区内新构造类型及其分布状况，而且还反映了它们彼此间的内在联系。在小比例尺的区域性或全国性图件上，常采用分区办法来表示新构造基本类型，如中国新构造类型分区示意图。

【新构造区划】 neotectonic zona – tion 根据新构造运动的性质、幅度、发展变化历程和新构造进行的区域划分（分区）。每一个新构造区，都应有与其它区域不同的新构造特征，而且在区域大地构造和地貌方面，也有一定的差异性。新构造区可以直接用新构造特征命名，如第四纪及现代强烈隆起区，现代穹状隆起区……等；也可冠以地理名称，如中国西部大幅度差异性活动区，青藏现代强烈隆起区；云梦现代沉降区等等。新构造区划是新构造运动研究的成果之一。在地震预测、预报，大型水利建设，交通选线、大型城市选址等国民经济建设工作中，新构造区划有一定的参考价值。

【新构造区划图】 map of neotec - tonic zonation 表现新构造区划结果的图件。

【新构造运动研究法】 neotectonic research method 新构造学与地学等自然科学关系密切，新构造运动的特性又是人类经济生活必须考虑的问题，新构造运动的研究为许多学科嘱目，因此，其研究方法是多种多样的。根据观察、搜集资料的对象和手段以及整理资料方法的差异，可将新构造运动的研究方法分为：地质法、地貌法、天文法、大地测量法、地球物理法、水文法、水文地质法、历史考古法、生物地理法等。这些方法，按其所能承担和解决新构造问题的方面，又可归纳为定性法和定量法两大类。

【定性法】 qualitative mthod 定性研究一个区域新构造运动的方法。研究新构造运动的各种方法均有助于新构造运动性质的研究，但使用最广泛，效果最显著的方法是地质法和地貌法。

【定量法】 quantitative method 定量研究新构造运动幅度、速度和速度梯度的方法。地质法、地貌法、水文法、测量法、历史考古法……等手段，均能对新构造进行定量研究，但其中最可靠的方法是应用精密仪器，在固定线路或地区互进行重复测量的大地测量法和地球物理法，比较不同时期的地理图件等资料，亦可推算出单位时间内地壳运动的变化幅度。至今，定量法主要用于现代地壳运动的研究。

【天文学方法】 astronomic method 利用天文观测手段（如重复经、纬度测定）对区域新构造运动进行定性定量研究。天文学方法可以测定地壳的大幅度水平位移。

【大地测量法】 geodesic method 利用重复大地测量方法，如重复三角测量和导线测量，重复水准测量等，可以获得新构造运动的垂直位移和水平位移的定量数据。大地测量法对现代地壳运动的研究，成效最显著，北欧、苏联、北美、日本等地，应用大地测量法研究现代地壳运动，已有相当悠久的历史。

【地貌观察法】 geomorphologic meihod 研究新构造运动主要方法之一。新构造运动及其结果，在地貌上有明显反映，所以，几乎任何地方都能应用地貌法研究新构造运动的形迹。由于新构造运动在地貌上的反映是异常多样的，因此可从许多方面：如海底地貌，海岸地貌，河谷纵横剖面，水系发育，多层地貌，以及古雪线，古冰川分布变化等的研究成果，分析新构造运动问题。

【水文学方法】 tydrologic method 根据海岸或湖岸带不同地点，多年的海面或湖面平均水位测定，来研究现代构造运动的垂直升降问题。

【历史考古法】 histcric archaeological method 由于在新构造期有了人类出现，人类活动的遗迹，尤其是历史文献记录，使新构造运动的研究，可以利用历史一考古的资料和手段，利用历史一考古资料和手段解决新构造运动问题的方法，称为历史考古法。历史考古法对现代地壳运动的研究，效果最显著。历史时期一切区域地质一地理问题的文字记载和图件，均可作为这个时期当地地壳运动分析的参考材料，有一些历史文献还直接记录了当时的地壳运动（如地震等）资料。历史考古法应当注意搜集这些文献资料，并调查研究有关地区的古建筑及其附属物，如碑碣、题记及古城遗迹等。我国有悠久的文化历史，有丰富的历史文献资料，尤其是历史时期撰写的“地方志”……等宝贵的地理资料，这是采用历史考古法研究新构造运动的有利条件。当然，在利用这些历史考古资料时，应当注意去伪存真，实事求是地进行科学分析。

【重复精密控制测量】 rerunning control survey 大地测量法的一种手段。主要应用于单位时间内地壳水平位移和变形的定量研究。在研究区布置（或利用已有的）精密导线、三角锁、三角网，定期反复测定导线或三角网基线的方位、长度和测点标高。先后两次测定的结果，摒除系统误差和偶然误差，即可确定控制区各点水平位移的数量和方向。

【重复水准测量】 rerunning levelling 间隔一定时间，对同一路线进行重复水准测量，可以查明间隔时间内，测线及其经过地区的地壳表面变形趋势和平均速率，从而获得测量地区现代运动的概念。在1867年，欧洲测量协会首先指出重复水准测量可以查明现代地壳垂直运动。随后，世界各国纷纷采用这一方法，目前已建立了相当庞大的重复水准测量网（当然，线路长度和密度，在不同国家尚有较大的差异），并获得了大量的现代地壳垂直运动的定量数据。目前有些国家的Ⅰ级基线水准测量和多边形水准测量的精度已经很高，其偶然误差不过±（0.24—0.27）毫米/公里，系统误差更低达±（0.04—0.05）毫米/公里，足以查明现代运动在时间进程中的变化规律。采用重复水准测量方法，应当加强沿测线的地质地貌调查工作。只有在详细研究沿线地质地貌条件的基础上，才能在测量资料的分析解译中，确定所发现的地壳表面变形的构造本质，确定现代运动与晚冰期和冰后期地壳运动之间的相关性和现代运动的可能发展趋势。

【第四系厚度分析法】 地质一地貌法的一项主要方法，第四纪是新构造期的主要阶段。第四纪堆积物的厚度变化，间接反映了地壳运动的性质和幅度，第四系厚度很小，甚至缺失堆积物的剥蚀区，表示新构造期中地壳上升；而新构造沉降区，则有厚度较大的第四纪堆积物。如果能确定地层的绝对年龄和堆积史，还可计算出新构造沉降率。第四系厚度变化，虽然能够反映各种类型的新构造运动状况，但确实行之有效的是新构造沉降区（大面积沉降、坳陷或断陷区）。不过，第四系厚度反映的新构造运动幅度或速率，只是近似值。一般情况下，第四系厚度小于地区新构造沉降值；而在一些特

殊条件下，可大于沉降值。第四系厚度分析，可以采用不同地点地层剖面的对比或在区域研究基础上编制等厚度图。

【第四系厚度等值线图】 用等值线法反映区域第四系厚度变化的图件。编图目的主要在于根据第四系厚度变化，分析新构造运动的性质和强度。第四系厚度等值线图适用于新构造沉降一堆积区。根据目的和要求，可以编制整个第四系的等值线图，也可以按地层单位分别编制。在第四系厚度等值线图上，数值最大的闭合线表示埋藏古地形的洼地，可能为新构造沉降中心，等值线密集的地带，埋藏地形为陡坎，可能是新构造期活动的隐伏断裂所在。图件编制的基础，是获取当地若干地点的第四系厚度资料（重要的是确定第四系底界及对比依据）。工作中，一般可利用前人钻探资料，或布置专门的填图钻探工程；有条件时可采用垂直电测深法，微地震法，折射波对比法等物探手段，在第四系厚度不大的地区，可以广泛利用修建民井，开挖地基等工程揭露的资料。等值线图编制方法与地形图，构造等值线图等相同，共比例尺及等值线间距随工作要求及研究程度而定。

【新构造图】 neotectonic map 反映新构造运动及共结果的图件。即主要表示新构造运动和新构造区之间的差异性。因为大部分新构造运动都表现为造陆运动，所以新构造图着重表示大区域的地壳隆起和凹陷，图上一般应标出新构造运动的强度、幅度、方向、构造类型、特征，各新构造单元的空间分布及其相互关系；在图上亦可表示出与新构造运动有关的其它地质现象，如地震、火山，温泉以及有典型意义的地球物理场的资料。根据新构造的研究程度和编图的目的、要求，新构造图可采用各种比例尺。目前多采用小比例尺编制洲际的、全国的或区域性的图件。中国在 1959 年编制的“中国新构造图”把我国的新构造运动划分为四种新构造类型：即断褶构造区；大幅度差异性断块构造区；拱形断块构造区；破裂构造区等。图中还表示了中国新构造运动的强度、幅度、构造单元以及现今活动的主要深大断裂、隆起、坳陷、火山活动、地震、温泉等。新构造图按其内容可分为分析图、合成图、综合图等。

【新构造运动图】 map of neotectonic movement 即“新构造图”。

【新构造分析图】 一种新构造研究的原始图件，用于记录在工作中搜集的实际材料，一般以符号法或分区法标绘区内的各种新构造要素及某些要素间的复合关系。

【新构造合成图】 经过初步加工的成果图件，在图上表示出新构造资料的总体结构，及经过综合整理的有关新构造运动的分析材料，如运动的速度，地面累积变形，与地质构造的关系，新构造发育史等，表示方法可视具体情况分别采用或同时采用分区法，等值线法和综合法。

【新构造综合图】　新构造研究的成果图件，在分析一合成图的基础上，把有关新构造运动的片段资料经过综合、整理和选择，标注在图件上，而图件内容的重点，是大量原始资料基础上得出的新构造运动特性和发育历史的结论，以及和地震地质、构造地质等的关系的认识。

【现代垂直运动图】　kapta cobpe一一种面积性评述现代地壳运动的图件。最近数十年来，由于测量学、海洋学、地质地貌学等各种方法的改进和运用，有可能使现代运动从点、线的研究，转向区域性的研究。本图反映垂直运动，图件内容主要有，①运动速度等值线；②上升区，分最强、强、中、弱等数级；③下降区，分弱、中、强等级；④地质界线及各种地质构造的符号。速度等值线间隔以图件比例尺一研究详细程度而定，一般为 2 毫米/年（如北欧，东欧现代垂直运动图）。1973 年国家地震局采用等值线法编制的“ 中国地壳垂直形变图 ” 就属于现代垂直运动图。图件作法与一般地质图件类似。

【现代地壳等升线圈】　Kapta 用等值线法表观地区地壳上升幅度的图件。从 18 世纪中叶开始，对芬兰斯堪的纳维亚地区现代地壳运动进行了比较详细的定性定量研究。在此基础上，德盖尔首先采用等值线法编制了该区冰后期土升状况的图件。随后，用等值线图表示现代地壳垂直运动状况的方法，曾为各地区（如苏联、欧洲、北美及我国）的研究者广泛采用。

【西部大幅度差异性活动区】　differentfai active area in western China　包括贺兰山、六盘山、邛崃山以西，除喜马拉雅地区以南的整个中国西部。在新构造期，区内各地槽部分形成受深大断裂控制的断块构造，断块间发生了差异性十分强烈的升降运动，升降总幅度可能在 12000 米以上。这里包括两种新构造：一种是大幅度差异性断块构造；另一种是地块隆起。属于前一种构造的有隆起构造单元阿尔泰山、天山、祁连山，昆仑山、横断山等，也包括了下降单元准噶尔、吐鲁番、焉耆、库车、萨车、河西走廊、柴达木等。属于后一种的有塔里木、阿拉善一马鬃山地块隆起和羌塘活动地块隆起。

【青藏现代强烈隆起区】　recentuptired area in Qng－Zang district　包括昆仑山、喀喇昆仑山及喜马拉雅山在内的青藏高原地区。本区自第三纪以来一直强烈上升，近期仍然继续不断上升。它是世界上最高、最宏伟、也是最年青的隆起带。据我国科学工作者研究，青藏地区是在始新世晚期经历喜马拉雅运动第一幕以后才全部脱离海侵成陆的。在上新世时期，区内地形曾一度夷平，形成湖盆宽谷与低缓岗垄相间分布的地貌景观，这时地面高程海拔约 1000 米。上新世末，该区发生了强烈的整体隆起。据推算，从上新世末至今，其中升平均幅度约 2500—4000 米，在早，中更新世分别上升约 1000 米，在晚更新世（约十余万年）抬升 1500—2000 米，而在最近一万年中却升高了 500 米。因而，其隆升速度有逐渐加快的趋势。板块学说认为，喜马拉雅山和青藏高原的强烈上

升是印度洋板块朝欧亚板块俯冲碰撞的结果。

【华北第四纪沉降区】 北起燕山山麓，南至大别山麓，西起太行山，东止海滨及鲁中南山地的华北平原。在大地构造上属于中朝地台的河淮台向斜，燕山运动开始，形成北北东方向的隆起及坳陷（断陷）；晚第三纪才大幅度整体下沉；第四纪继续大规模下降。下降区接受晚第三纪和第四纪补偿性堆积，形成规模巨大的堆积平原。华北平原第四系厚度，从山麓到平原中部有逐渐增大的趋势。在山麓地带不超过300米，在拗陷区（冀中坳陷、黄骅坳陷）可达600米以上，在隆起区（沧县隆起、埕宁隆起）为300—400米。由此可见，第四系厚度变化，受基底构造及新构造活动的控制。有人认为，华北平原的沉降过程与补偿作用大致平衡。并据之推算平原的沉降速度。在临清地区（沉降值最大处）平均沉降速度为1.3毫米/年。

【云梦现代沉降区】 西起枝江、松滋，东至鄂城，黄岗，北起云梦，应城，南至湘阴、益阳，约5.3万平方公里的范围，为古云梦泽故地。在地质构造上，南部属江南古陆背斜陷落带，北部属扬子地槽凹陷带。新构造期中本区经受间歇性沉降运动和上升运动，而现代构造期，云梦地区普遍下沉，接受近代冲积层堆积。在地貌上，云梦地区为海拔高度不及200米的冲积一湖积平原。平原上河渠纵横，湖泊星罗棋布。河床纵比降小，水流慢，流路曲折，河面宽，多沙洲，湖泊边界不规则。由于云梦沉降区的特殊地貌位置，近期冲积物的堆积速度超过地壳沉降的速度，以致平原上的湖泊日益解体缩小，河道的自由河曲十分发育（尤以长江的荆江河段最典型）。

【云贵掀斜隆起区】 Yunnan – Gui – zhou tilted upwarping region 滇东及贵州高原地区，除山间盆地外，大部分地区山岭起伏，峰峦重迭，河流深切，谷坡陡直，但分水岭等山顶因残留剥蚀面，比较乎坦。本区存在有五级夷平面，其中最高的一级夷平面，明显表现出西一西北部高，南一东南部低的变化趋势；西部高达2300—2400米，往东降至1500—2000米，最东部降至1000米左右。具有这样的地貌特点，是新构造期中云贵高原西高东低掀斜隆起的结果，在隆起的同时，边沿有断裂发育。

【台东裂谷】 East Taiwan rift 位置在中央山脉东面，由两条走向近于南北的冲断层（西面是中央山脉断层，东面是海岸山脉断层）构成的对称冲断层谷。它形成于早更新世造山运动结束以后，现今仍有活动。这条裂谷，在1951年10月22日和11月25日地震时，沿海岸山脉断层产生了新断裂。由10月地震形成的、位于裂谷北端的断裂延伸约10余公里；另一条位于裂谷中段，延伸40公里许。这两条断裂都是向东倾斜的高角度冲断层，最大倾向滑动1.3米，左旋水平滑动2米。由于新断裂东盘上冲，致使西侧花莲港水位下降60厘米。

【现代地壳运动委员会】 Commission of Recent Crust Movement（C. R. C. M.） 研究现代地壳运动的国际性学术团体。1954 年，在国际大地测量和地球物理协会下，曾设立现代地壳运动问题的专门研究组。

1960 年（在赫尔辛基）作出决定，建立研究现代构造运动的常务委员会，并选举ю. A. 舍里亚科夫（苏）为委员会主席，宫村摄三（日）为委员会秘书。仍隶属于国际大地测量和地球物理协会。这个委员会成立以来，先后倡议召开过多次关于现代地壳运动问题的国际座谈、讨论会（其中 1968 年和 1971 年的讨论会在苏联举行）。1970 年在新西兰惠灵顿举行的第四次会议，共有 21 个国家 115 位分别从事大地测量学、地质学、地貌学地震学、构造物理学工作的科学家与会讨论，1971 年，新西兰皇家学会为这次会议出版了专辑“ 现代地壳运动 ”。

地壳运动

中国地壳运动

【太行运动（一）】 Taihang movement（1）（1）谭应佳（1959）创名。指中国北方早太古代发生的造山运动。当时著者把太行山区的太古界三分：下部阜平群为黑云母花岗片麻岩，中部是建屏群为大理岩、黑云母片麻岩、角闪石片麻岩；上部是五台群为绿色片岩。太行运动就是指建屏群和阜平群之间的平行不整合或轻微交角不整合关系。有些地方可以见到建屏群的底砾岩以及两群不同的构造型式。但此运动名称提出不久，即发现前人已经使用这一相同的名称，经马杏垣提议，改用阜平运动。1961 年前寒武纪现场会议认为：建屏群和五台群底部的“底砾岩”均属假砾岩。所谓“建屏群”和“阜平群”之间的不整合并不存在。因之，也就否定了原定的太行运动的存在。1965 年山西省地质局区测队将这里的太古界二分：下部阜平群，上部龙华河群（相当于五台山区的龙泉关群和五台群），重新将太行运动厘定为龙华河群和阜平群之间的角度不整合，以河北平山县桑园口村表现最明显。而且两群在区域上的构造型式、地层和构造线的展布方向也有明显差异。

【阜平运动】 Fuping movement 马杏垣等（1960）根据谭应佳等区调资料创名，指早太古代发生的一次褶皱运动。1956—1959 年谭应佳等将太行山区的太古界自下而上划分为阜平群、建屏群、五台群，元古界为滹沱群，认为各群间均为不整合接触。阜平运动代表阜平群末的地壳运动。以后河北、陕西两省地质局区调队认为，建屏群实属阜平群的组成部分，所称底砾岩为假砾岩，两者间未见角度不整合关系，而五台群与下伏的阜平群（或龙泉关群）间确属角度不整合接触；五台群与阜平群无论在构造形态、构造方向、混合作用、变质作用以及沉积建造上都有明显差异。因而主张将阜平运动放在阜平群与五台群之间，代表太古代末的一次褶皱运动，发生时间距今约为 25 亿年。黄汲清等称之为阜平旋□。

【铁堡运动】 Tiebu orogeny 山西省地质局区测队（1967）创名，指太古代后期的一次褶皱运动。这是根据太行山区太古代龙泉关群和太古代或早元古代五台群之间的角度不整合确定的。在五台山东北边缘铁堡村南见有明显的低角度不整合接触关系，因

之命名为铁堡运动。张文佑等（1974）采用了这一名称。其发生时间距今为25亿年。铁堡运动可能相当于阜平运动。

【黑疙瘩岭运动】　Heigedaling movement　王鸿祯等（1945）根据孙健初（1928）的材料创名。原意是指吕梁山北端黑疙瘩岭地区太古界上部的五台群石英岩和太古界下部泰山群片麻岩间的不整合。数年后，王鸿祯（1955）赞同黄汲清（1947）的意见，认为吕梁山区的五台群和泰山群是同期异相，并根据王曰伦等（1953）在五台山区的调查资料，把这里的石英岩、角闪片岩、大理岩和白云母片岩一套沉积变质岩系（原认为是五台群）和滹沱群对比，把片麻岩（原认为是泰山群）和五台群对比。这样，黑疙瘩岭运动形成的不整合面就在滹沱群和五台群之间。王植等（1955）认为这是太古代和元古代间的地壳运动。马杏垣等（1957）根据孙健初原图，并参照刘东生1955年的观察材料，认为这一不整合不存在，它们是连续过渡关系。富公勤（1960）经过实地考察，指出石英岩和其下的片麻岩是沉积的平行不整合接触关系。1961年北京地质学院把静乐、离石地区的前震旦系划分为：元古界岔上群，太古界野鸡山群、吕梁群、界河口群。并把野鸡山群和吕梁群之间的不整合命名为关帝山运动，与黑疙瘩岭运动相比。1972年山西省地质局区测队将前震旦纪地层改称为太古界河口群、吕梁山群、下元古界岚河群、野鸡山群、黑茶山群。野鸡山群超覆于吕梁山群之上，其间缺失岚河群，时间间隔长，没有使用黑疙瘩岭运动一词，仍将元古界与太古界之间的地壳运动称为五台运动。

【建屏运动】　Jianpingmovement　北京地质学院（1961）创名，指太古代发生的造山运动。是根据上太古界五台群和下伏的建屏群间的不整合或假整合的接触关系确定的。王曰伦等（1962）认为五台群底砾岩不存在，它是原始的复理式砂岩又经区域变质形成的，不能用它来划分五台群和建屏群。河北地质局第一区测队认为此运动性质尚需研究，因建屏群实属阜平群的组成部分，其间未见角度不整合关系。

【虎坪运动】　Huping orogeny　薛志照（1962）采用，并把它和嵩阳运动并列。他说桑干杂岩、吕梁杂岩、凉水杂岩和登封杂岩都可能代表华北下太古界，上太古界是五台群。在早、晚太古代间有广泛的地壳运动发生，形成不整合和沉积间断。河南嵩山、山西中条山和吕梁山也都有表现。但有人认为资料不够充分，尚需进一步研究。

【嵩阳运动】　Songyang orogeny　张伯声（1931）创名，指太古代后期的一次褶皱运动。这是根据河南登封县嵩山群底部石英岩和登封群变质杂岩间的角度不整合确定的，因在嵩山之阳而得名。中国地质科学院一比四百万地质图编图组（1976）采用这一运动名称于东秦岭地区，其发生时间据宜昌地质矿产研究所测定，距今25—23亿年，大致相当于加拿大的基诺尔运动，为太古代和元古代的分界。

【五台运动】　Wutai orogeny　马杏垣等（1955）创名，指元古代早期的一次褶皱

运动。这是根据五台山区太古代（或早元古代）五台群绿色片岩与元古代滹沱群底部砾岩之间的角度不整合确定的。这两个群的接触是一种轻微的角度不整合。据近年山西地质局区测队和天津地质研究所测得滹沱群绝对年龄为24.5—17.5亿年，五台群为30—24.5亿年。滹沱群不整合覆盖在五台群的不同层位上，呈明显的角度不整合。黄汲清等称为五台旋□。

【栾川运动】 Luanchuan orogeny 阎廉泉（1959）创名，指中、下元古界间的不整合。刘长安（1959）、王曰伦等（1963）在“中元古界”地层中找到了三叶虫化石和古生代孢子，认为可能是寒武系，地层有倒转现象。此不整合在北秦岭地区未见，但在蓝田源、洛源等地见上元古界熊耳群不整合在下元古界铁铜沟组之上，在豫陕交界的熊耳山一带见熊耳群不整合在太古界太华群之上，故其间应存在构造运动，可能与五台运动相当。

【鞍山运动】 Anshanorogeny 罗耀星（1957）创名，指太古代后期的一次褶皱运动。这是根据东北下元古界辽河群和太古界鞍山群之间的角度不整合确定的。这一运动使鞍山群褶皱，并伴随有大规模的花岗岩化或混合岩化以及区域变质作用。其发生时间距今25亿年。张秋生（1963）则认为鞍山群与辽河群二者系同一地层发育的不同时期的产物，皆太古代，辽河群底部砾岩不是底砾岩，乃是混合交代作用形成的硅质扁豆体，可能是遭受动力作用影响所形成的构造砾岩。程裕淇等（1973）指出鞍山群的区域变质时期早于24±0.5亿年，辽河群的变质年代为18.5±0.5亿年，两群之间为不整合。同年辽宁地质局区测队认为两群之间的沉积砾岩代表区域生的沉积间断。尹赞勋等（1978）认为鞍山群与辽河群之间没有明显的间断，因为两者受到辽河群褶皱变质作用的影响。

【大别运动】 Dabie orogeny 吴磊伯等（1958）创名，代表大别山区元古代佛子岭群和太古代大别山群间的不整合关系。大别山杂岩普遍混合岩化至花岗岩化，构造方位近东西向。佛子岭群仅受轻微的区域变质，构造方位多作北西向。翟淳等（1959）和苏育民等（1960）认为大别运动和吕梁运动相当。杨志坚（1964）认为佛子岭群属于石炭二叠纪地槽型沉积变质岩，它和大别山群呈深断裂接触。郑文武（1964）指出不能否认佛子岭群的时代有属于震旦纪的可能；又说，它和大别山群的接触关系，在霍山县落儿岭、洗儿塘一带为超覆不整合（微交角不整合，也有假整合），此区以西才是深断裂接触。由于上盘地层佛子岭群时代争议颇多，大别运动的时代尚无一致意见。目前，大别山群被定为下元古界，佛子岭群被定为长城系—志留系。其中一部分因含脉羊齿和中芦木化石，被定为石炭系，称“梅山群”。湖北地质局区测队（1965年）在安徽省宿松县发现了底砾岩。在湖北圻春、大悟等地见红安群与大别群呈交角不整合接触，认为大别运动发生于20亿年左右，可能与五台运动、嵩山运动相当。

【龙川运动】　Lohgchuan orogeny　吴懋德（1974）创名。指云南东川地区河口组与因民组底砾岩之间的不整合。见于会理天生坝、玉新村两地。因民组的砾石成分比较复杂，磨圆度好，具底砾岩性质。砾岩向上过渡为条带砂板岩。此组超覆在河口组的浅粒岩、变粒岩、石榴云母片岩、大理岩等不同岩层之上。在玉新村地区，因民组的构造窗之下，见河口组为具枕状构造的变质细碧岩，与因民组呈微不整合。因民组及其以上地层为浅变质岩系，其下为中深变质的结晶岩系，二者间岩性和生物特征是突变的，从大区域看二者岩系的重力反映也是截然不同的。因此吴懋德等认为龙川运动是个重要的地壳运动，可与北方五台运动相对比，其同位素年龄值为19.30亿年左右。有人对龙川运动持有异议，认为在拉拉厂一带因民组与下伏河口组为整合过渡关系。有人认为河口组与美党组或望厂组相当，是同期异相，故龙川运动应与东川运动相当。李希岭、吴懋德等（1979）认为因民组应早于美党组，它以逆掩的形式同美党组呈断层接触关系。而且因民组的底砾岩是沉积的，角砾岩是构造的，二者岩石、矿物和化学成分都有明显区别，分布地区也各不相同，因此龙川运动与东川运动是不同的。

【吕梁运动】　Iüliang movemen（revolution）　又称吕梁革命，李四光（1939）根据德日进（1933）的文章及吕梁山北段静乐县西马坊镇北到苛岚县间的鸡儿昧附近剖面命名。德日进在剖面中描述：与寒武奥陶系为平行关系的石英砂岩同底砾岩（现一般称“霍山砂岩”）与下伏变质岩系成交角不整合关系。山西地质局区测队现将后者划归滹沱群的野鸡山群。他们在吕梁山的方山西南见到震旦亚界的汉高山群不整合于前震旦变质岩系之上。马杏垣等（1957）认为五台山区在滹沱群后有此运动存在，它使五台群的绿色片岩与滹沱群发生褶皱断裂和变质，并伴有大规模的混合岩化和花岗岩化，不整合面以上为震旦时期的硅质白云岩（“茶房子灰岩”现知可能属高于庄组），并认为吕梁运动使本区地槽转变为地台。在中条山区，马杏垣等（1957、1959）曾分别将担山石石英岩及底砾岩以下、以下的两个不整合界面，分别称为吕梁运动主幕及第二幕，王植等（1957）则分别称之为吕梁运动和中条运动；而张伯声（1958）则称之为中条运动的第二幕与第三幕。据张文佑资料，吕梁运动在辽东、山东、鄂尔多斯等地皆有不整合存在。目前看来，吕梁运动应代表前震旦晚期岩系与震旦亚界之间的强烈地壳运动，主要表现为褶皱断裂变动、岩浆活动、区域变质作用及部分混合岩化作用，从而使华北区及东北南部等地区自地槽转化为稳定的地台状态。吕梁运动的时限约为19—18亿年，并可延续到17亿年左右。吕梁运动广泛分布于前震旦岩系出露地区，主要反映为滹沱群，震旦亚界及与两者相当的岩系之间的不整合关系，滹沱群上部郭家寨亚群（黑茶山群、担山石群）的下伏不整合界面，可能也应包括在这一运动时期之内。本世纪50—60年代，由于对前寒武纪晚期地层对比有误，曾将我国南方的晋宁运动、雪峰运动等视与吕梁运动等同，这是不正确的。

【吕梁革命】 Lüliang revolution 即“吕梁运动”。

【蚌埠运动】 Bangbu movement 安徽省地质局区域地质调查队（1979）创名，指中元古代和下元古代间的地壳运动。在安徽凤阳地区，中元古界凤阳群下部的白云山组交角不整合在下元古界五河群顶部的殷家涧组之上。凤阳群属绿片岩相，其底部的白云山组，同位素年龄为16.5亿年；五河群属角闪岩相，侵入其顶部的伟晶岩脉同位素年龄为1810亿年，两者变质程度也有很大差异。故蚌埠运动发生于17亿年左右，与嵩阳运动相当。它造就了这个地区东西向的蚌埠复背斜的雏形。此运动是依据白云山组片理的产状和蚌埠期混合钾长花岗岩的片麻理产状间出现交角而确定的。但是有的地方交角不明显，呈假整合关系。

【中岳运动】 Zhongyue orogeny 张尔道（1954）创名，指嵩山地区早、晚元古代之间的一次褶皱。马杏垣（1957）认为它是发生在嵩山石英岩、五指岭片岩（相当于滹沱群）与五佛山群之间的一次构造运动，并认光应是吕梁运动。河南地质局区测队（1980）认为中岳运动是发生在下元古代嵩山期沉积之后，上元古代五佛山期沉积以前的一次强烈造山运动，五佛山群呈高角度不整合覆于嵩山群及登封群各组之上。发生时间距今16亿年左右，中岳运动使整个嵩山群（嵩山组、五指岭组、庙坡组、花峪组）谐调地产生了紧密的、走向近南北的、轴面向西倾斜，向东倒转的复式背斜和复式向斜。

【熊耳运动】 Xiong’e orogeny 秦岭区域地质测量队（1959）命名，阎廉泉等把“震旦系”以下的元古界三分：上元古界熊耳群为一套中酸性、中基性海相火山喷发岩系，中元古界为一套正常沉积变质岩系；下元古界宽坪陶湾组为一套火山一沉积变质岩系。此运动指北秦岭上、中元古界间的不整合。刘长安等（1959年）在“中元古界”的南泥湖组中找到了中寒武世三叶虫化石。阎廉泉（1961年）在马超营瓮峪地区见到“上、中元古界”间为断层接触。王曰伦等（1963年）认为“中元古界”虽然位于震旦系燧石条带灰岩之下，但因地层倒转，其层位应居震旦系之上。据此，对地层层序作了重新划分，把震旦系放在上元古界，熊耳群放在中元古界，宽坪陶湾组、铁洞沟组放在下元古界。熊耳运动则指震旦系与熊耳群间的不整合。此现象在陕西小秦岭和豫西广大地区也普遍存在，与震且系长城统相当的高山河组、白草坪组、云梦山组等底部均有底砾岩存在，不整合在熊耳群之上，可能相当于中岳运动。

【东川运动】 Dongchuan orogeny 花友仁（1959）创名。他在云南东川矿区的落雪、因民地区，发现落雪群底部的因民组和下伏东川群顶部的姑庄组成不整合接触关系。他认为东川群相当于华北的滹沱群，落因群相当于五佛山群。云南地质局地质所吴懋德（1980）认为因民组底部角砾岩是构造角砾岩，叠置于因民组之下的地层是逆掩断层造成的地层重复。原昆阳群上、下亚群是倒置关系，已为叠层石、微古生物、铅同

位素年龄以及川滇重要铜铁矿层对比等资料所证实。所以东川运动不存在。但王铠元根据近年来的同位素年龄测定成果认为，在距今 11.00—14.00 亿年之间可能有一次地壳运动，但未见野外地质标志。

【易门运动】 Yimen epeirogeny 邓家藩等（1962）创名。他们将云南的昆阳群二分。上昆阳群又分四个组，最底部名因民组，此组下部为变质的沉积角砾岩、板岩、石英岩和长石砂岩，中部为灰岩或白云岩夹板岩，上部为板岩夹砂岩；下昆阳群也有四个组，顶部三尖山组，为变质细粒石英砂岩和板岩互层。易门运动即指因民组和三尖山组之间的假整合接触关系所代表的构造运动。卢和金（1962）在易门区把昆阳群分为两个组，易门运动指上亚群底部的玉溪组和下亚群顶部的六柴冲之间的假整合面是比较平缓的上升运动。此运动尚有争论，有人认为是断层，有人认为是假整合。

【黄陵运动】 Huangling movement 喻德渊（1959）命名。他认为淮阳地盾太古代大别山杂岩（片麻岩和花岗片麻岩）之上，出现的浠水岩系（主要为片岩、片麻状花岗混合岩）应属元古界，相当于三峡地区的崆岭片岩。在浠水系沉积以后，掀起了一个显著的造山运动，伴随有广泛的花岗岩活动，在三峡地区形成黄陵花岗岩。在他的“中国地质学”地层表中，有时把这个运动面列在下元古界崆玲片岩和南沱组之间，有时列在下元古界黄陵花岗岩和南沱砂岩之间，中间缺失上元古界（相当于汤丹群、下昆阳群、庐山陇群等）。近年来对黄陵花岗岩同位素年龄测定为 8.80—8.19 ± 0.54 亿年，湖北地质局科研所认为黄陵运动的时限范围大约是在 10—8 亿年之间，与晋宁运动相当。喻德渊的大别山地区浠水系沉积后的造山运动，赵自强等认为不能与晋宁运动等同，因时代较老，可能相当四堡运动，建议在淮阳地盾区不称黄陵运动。

【祁门运动】 Qimen orogeny 南京大学地质系（1958）创名。郭令智等（1962）的文章中，把皖南、浙西前震旦纪上溪群分为两部分，上部是不变质的沥口群，下部是变质较深的溪口群。这个运动指沥口群和溪口群之间的不整合，经过这个运动使本区早元古代优地槽局部□返。夏邦栋（1962）指出沥口群上部的变质火山岩是□返后山前坳陷中的沉积，不整合位于溪口群上部郑家坞组（千枚岩）和沥口群下部铺岭组（变质砾岩、变质火山岩等）间。朱钧等（1964）认为这是上元古界郑家坞组（上组）和福先岭组（下组）之间的沉积间断。杨志坚等（1963）在皖南持有相同的观点，在赣北可能是板溪群落可栋组和九岭亚群间的不整合，认为祁门运动使早元古代地槽□返，江南地轴开始形成。郑文武（1964）指出，对上溪群的层序有两种意见：一部分人认为横岭组位于羊栈岭组之下；另一部分人把横岭组置于羊栈岭组之上同时，有人认为铺岭组下的不整合（祁门运动）不明显。南京大学地质系后来研究认为，沥口群和溪口群在皖南为一沉积间断。马瑞士、张健康把在浙江会稽山区有与其时代相当的不整合，命名为神功运动，此外，这一时期的地壳运动在赣东北和赣西北均有发育。

【四堡运动】 Sibao orogeny 黎盛斯（1962）根据广西石油普查大队资料创名，指震旦亚代早期的一次褶皱运动。这是根据广西罗城四堡板溪群拉缆组与下伏的枷榜组之间的角度不整合确定的。《中南地区区域地层表》（1974），把板溪群划分为两个群，上部的叫板溪群，下部的叫四堡群，这样，四堡运动不是板溪群内部的运动，而是板溪群白竹组与四堡群鱼西组之间的运动。尹赞勋（1978）根据广西地质局区测队在九万大山见到的不整合现象，将它改为九万运动。同武陵运动、梵净山运动、九岭运动、晋宁运动相对比。近年在广西本洞发现花岗闪长岩侵入四堡群而被板溪群所不整覆，岩体经湖北省地质局地研所用铀-铅法测得年龄为14.22—13.40亿年、铷锶法为10.63亿年。中国地质科学院（1976）采用四堡运动，并注明其发生时间距今为14亿年左右。

【迪口运动】 Dikou orogeny 郑文武等（1962）创名。他们把福建省的变质岩系三分：上部为前泥盆纪邵武群，中部为龙北溪群，下部为迪口群。中、下部同属元古代。龙北溪群底部是变质火山碎屑岩，迪口群是由各种深变质的片麻岩和片岩 组成。此运动指龙北溪群和迪口群之间的不整合。有人认为龙北溪群和滹沱群相当，属元古代。迪口群和五台群相当，属太古界。一般队为迪口运动是元古代中的地壳运动。但由于整个闽北变质岩系（建瓯群）的时代归属，甚至分层都存在不同看法。此词一直未被采用。

【梵净运动】 Fanjing orogeny 赵化琛等（1962）创名。他把黔东板溪群划为上下亚群。此运动指上、下两亚群间的交角不整合，上盘地层是上亚群下部甲路组石英绢云母片岩及底砾岩，下盘地层是下亚群九龙山组。因最早在贵州梵净山发现而得名。后经贵州省地质局区测队工作，认为此运动应指梵净山群（下盘）与板溪群（上盘）间的一次强烈的地壳运动，时限为10亿年左右。相当于四堡运动。

【武陵运动】 Wuling orogeny 又称武陵山运动。湖南省地质局413队（1959）创名。指晚元古代早期的一次褶皱运动。这是根据湘西武陵山区板溪群下部官庄组和下伏冷家溪群（原下板溪群）之间的角度不整合确定的。对这个运动有不同的理解：三省工作组（1962）指的是板溪群拉缆组下部钙质片岩段和下伏的枷榜组之间的不整合；黎盛斯（1962）指的是板溪群梵净山组和下伏的清水江组之间的不整合；《中南地区区域地层表》（1974）指的是武陵山区上元古界板溪群马底驿组与下伏的冷家溪群之间的角度不整合。湖南省地质局区调队（1981）资料，绝对年龄值为11—9亿年。这个运动与东安运动、四堡运动可能相当。黄汲清1978年称为武陵旋□。

【东安运动】 Dong’an orogeny 王鹤年（1961）创名。指湘西东安溪地区板溪群内部的交角不整合，上盘是东安群下部的东安组，下盘是彭家群上部的彭家组。东安组是钙质板状页岩及砂岩，走向280°左右，向南倾，倾角8—20°；彭家组是灰绿色板岩和砂岩互层的复理式建造，走向280°左右，倾向北东，倾角60—70°。马文璞

(1963）认为东安运动和四堡运动相当。湖南省地质局综合队认为东安运动与武陵运动均指板溪群与冷家溪群间的角度不整合，东安运动可以废弃，统称为武陵运动。

【团山运动】　Tuanshan orogeny　卢今才等（1963）创名。指云南元江矿区元古代昆阳群上、下两部分之间的不整合。提出的证据为：①上昆阳群中的鲁奎山组之底砾岩，成分复杂，来源于下伏地层；②在青龙厂以北，下昆阳群的牛尾巴冲组因侵蚀而缺失，鲁奎山组的底砾岩不整合覆盖在下昆阳群团山组之上；③下昆阳群是一套碎屑岩，上昆阳群以泥质碳酸盐为主，上群底部以陆源碎屑沉积开始，表明两群之间有沉积间断存在；④上、下两群的构造形式不同，下昆阳群构成团山穹隆状褶皱，中心有二长花岗斑岩侵入体；⑤两群岩石的变质程度不同。下群的碎屑岩已成为石英岩及片岩，二长花岗斑岩已具片麻状构造，上群大都为浅变质岩，岩浆岩没有变质。1978 年云南省冶金勘探公司 311 队把元江地区的前寒武纪地层自上而下分为因民组、落雪组、鹅头门组、绿汁江组。他们认为因民组与下伏美党组或大龙口组为断层接触，可见断层作用造成的挤压、破裂及糜棱岩带，有些地方因民组地层缺失数百米。王铠元等认为团山运动含义不清，所划分的地层名称与滇东通用地层名称不一致，难以说明问题，可以废弃。

【震旦旋□】　Sinian cycle　马杏垣（1960）创名。基于当时对我国南、北方震旦系时代相当的认识，他提出震旦系顶、底界面所代表的时限范围（震旦阶段），构成了一个独立的构造旋□——震旦旋□。并指出它是元古代阶段与寒武纪以来的地质阶段之间的中间环节。从我国华北和西南两个地台的情况来看，震旦旋□的地质特点更接近于后一个阶段。

【兴城运动】　Xingcheng uplift　又称兴城上升。常绍泉、高复涵（1973）创名。指辽西地区大红峪组与串岭沟组间的平行不整合关系。据辽宁地质局区调队资料，在兴城地区大红峪组微角度不整合覆于串岭沟组或常州沟组之上。这个不整合面还见于河北迁安北营子红石峪。在凌源小桦皮沟，大红峪组与团山子组（原串岭沟组上部白云岩）为平行不整合接触。这次运动是振荡运动，以称兴城上升为宜。兴城上升引起大红峪期海浸，大红峪组同沉积过程出现了北东向隆起带、沉降带，促使藻类空前繁盛起来。

【头泉运动】　Touquan orogeny　河北地质局区调一队（1979）命名，指长城系高于庄组与下伏地层之间的角度不整合或平行不整合关系。高于庄组在太行山区超覆于团山子组、串岭沟组、常州沟组、东焦群、甘陶河群直至五台群、阜平群等不同层位之上。头泉运动具有大范围的稳定性。

【前富禄上升】 Pre－Fulu uplift 广西地质局区测队（1979）创名，指桂北地区震旦系富禄组与下伏长安组之间的平行不整合关系。长安组为一套不显层理的灰绿色含砾泥质砂岩，富禄组为层状长石砂岩，底部往往为砾岩或含铁板岩。

【松山运动】 Songshan movement 江西省地质局907地质队（1962）命名。他们把赣中的元古界分为松山亚群（上部）和神山亚群（下部），这一运动指它们之间的不整合。颜美钟（1962）认为是平行不整合。马新华等（1964）认为是微交角不整合或平行不整合。现在赣中地区把这一界面的上下两套地层称为下震旦统的神仙组、上施组和上震旦统的下坊组、灯影组。上套为滨海－浅海相沉积建造，下套为海相火山－沉积建造。认为下坊组底部的砾石层与南沱冰碛砾石组的下冰碛层相当。砾石层与下伏千枚岩之间的界面，上下地层产状近似，从区域上看两者为假整合。据江西地质局有关队、所研究，在江西境内杨家桥组底部含砾凝灰质砂岩、千枚岩分布非常稳定，可与湖南江口组中江口式铁矿之下的含砾凝灰砂岩对比，其下在萍乡和拉揽组、在新余和上施组接触，在萍乡东桥见有微小交角，上下岩相有较大差异，但在命名地新余尚未发现上下地层之间的确切关系，从岩相建造分析，可能存在一假整合。

【满银沟运动】 Manyingou move－ment 创名人不详，见于西南区域地层表四川分册。指会东满银沟地区元古界力马河组与下伏青龙山组的不整合。竺国强等（1979）指出通安地区双水井组（力马河组）成宽缓的背向斜，下伏青龙山组多为紧密的倒转或同斜和扇形褶皱。成都地质矿产所（1978）认为力马河组和通安组（青龙山组）应分别相当于宝山组和凤山营组。在会东其它地区两者关系多为平行不整合。

【落可举运动】 Lnokedong move ment 南京大学地质系区域构造研究小组（1976）根据赣西北修水流域落可栋组和上双桥山群的不整合关系命名，他们认为与落可举组相同层位的江口组（雪峰山区），和铺岭组（皖南地区）与下伏的五强溪组和羊栈岭组为不整合或平行不整合关系，落可举运动早于雪峰运动。此运动在赣东北又称九岭运动。

【双娇运动】 Shuangjiao orogeny 盛莘夫（1942）创名。原意是指赣西北早寒武世初期横路洞门砂岩群和震旦纪双娇山（现名双桥山）群间明显的交角不整合，是造山运动。双娇山群褶皱复杂，走向常为北西西向，其运动方向和古生代后期及其以后震旦式造山运动方向截然不同。李毓尧（1933）在修水流域双娇山背斜两翼，发现横路洞门组正常地呈西北—东南方向分布，延伸很远，而底部的双娇山群构造错乱，他认为两者之间应有显著的交角不整合，表示曾有较大的地壳运动发生。当时没有发现交角不整合证据。王树枫等（1962）报导，在修水流域发现了落可栋砾岩，最大厚度为206.92米，位于南沱组（横路洞门组）和板溪群（双娇山群）之间，它和上下地层都成交角不整合接触。这样，双娇运动应指哪个不整合，就不清楚了。落可举组和双娇山群的倾

向相差 140°—200°，倾角相差 0°—20°，不整合面凹凸不平，发育古风比壳。南沱组和落可举组有时倾向相反，呈明显的交角不整合，有时倾向大致相同，倾角略有不同，呈微交角不整合。落可栋组中的石英脉均不穿过南沱组，不整合面上有风化壳。一般把落可举组和皖南的铺岭组或湘西南的江口组对比。在皖南，休宁组和其下的铺岭组（或羊栈岭组）的交角不整合观象曾被称为皖南运动（或休宁运动）；在湘西，南沱组和板溪群间的交角不整合被称为雪峰运动。同时，皖南铺岭组（或羊栈岭组）和下伏地层为渐变关系，湘西南江口组和下伏地层为平行不整合关系。修水流域落可举组下面的不整合则比它上面的不整合更加清晰。除落可举地区外，普遍的观象是南沱组和板溪群间的交角不整合非常清楚。康育义等（1962）认为赣东北震旦系（即相当于横路洞门砂岩群）和双娇山群有显著的交角不整合。

【迤东运动】　Yidong orogeny　郭文魁（1944）创名。他根据谢家荣（1941）的建议，把滇东位于澄江组之下的一套板岩、石英岩、砂岩和灰岩称为汤丹群，可以和米士的昆阳群对比，时代为早震旦世。汤丹群极度倾斜和剧烈变质，而澄江组未受变质，层次鲜明，覆盖在汤丹群上，呈显著的交角不整合关系。因在滇东发观，所以命名为迤东运动。孟宪民等（1945）称为前澄江运动。迤东运动还与晋宁运动相当。

【皖南运动】　Wannan orogeny　李毓尧、许杰（1947）创名。指震旦纪中期的一次褶皱运动。这是根据皖南震旦系高亭组砂岩（后称休宁组砂岩）和下伏上溪群之间的角度不整合确定的。郭令智等（1962）和夏邦栋（1962）都把高亭组称作休宁组，认为是震旦系下部，并把它和前震旦系上溪群的不整合称作休宁运动。安徽省区域地层表（1978）把休宁砂岩与南沱砂岩相对比，把休宁运动放在青白门系与震旦系之间。

【晋宁运动】　jinning（Tsinning）movement　米士（P. Misch 1942）创名，指震旦纪的一次褶皱运动。这是根据云南中东部晋宁、玉溪等地震旦系澄江砂岩和下伏的昆阳群之间的显著角度不整合确定的。这个运动使昆阳群形成剧烈的褶皱，澄江砂岩是造山后的磨拉石建造。刘鸿允等（1963）认为这一不整合既普遍又显著，晋宁运动这一名称可以在南方普遍使用。据以后的区测资料，晋宁柳坝塘的澄江组和昆阳群的柳坝塘组呈不整合，柳坝塘组的微古植物和蓟县青白口统的下马岭组可以对比。昆明大勒居、小勒居一带澄江组底部砾岩也来源于昆阳群的石英岩、板岩和千枚岩等，和下伏的美党组成显著不整合接触，东川震旦纪澄江组不整合在昆阳群因民组或落雪组之上。中国科学院地质研究究所大地构造编图组（1974）和中国地质科学院一比四百万地质图编图组（1976）都采用了这一运动名称，并注明其发生时间距今为 9．5 亿年左右或 8 亿年左右。

【前澄江运动】 Pre - Chengjiang movement 孟宪民等（1948）在云南东川矿区把澄江组沉积前的地壳运动称为“前澄江运动”。他们把那里的半变质岩群和米士的昆阳群对比，划为下震旦统，这套地层谢家荣（1938）曾称为汤丹群。下震旦统受到强烈的褶皱和冲断，中震旦世澄江组和它成显著的交角不整合关系，郭文魁（1944）把这个现象反映的地壳运动叫做迤东运动。地质部西南地质科学研究所（1964）认为，在滇东北禄劝洪门厂地区，澄江组砂岩不整合覆盖在浅变质岩（昆阳群）之上。此运动相当于米士（1942）创名的晋宁运动，其同位素年龄值为 8.20 一 10.00 亿年，高峰值为 8.50—8.70 乙年。

【中条运动】 Zhongtiao orogeny 王植等于 1957 年创名，系指中条山区元古界和震旦系间发生的地壳运动，不整合面的上覆地层是安山岩，下盘地层是石英岩（即马杏垣所指的担山石石英岩）。王日伦（1963）也认为安山岩和中条群之间有不整合面存在。张伯声（1958）说中条群是早元古代的地槽型沉积，在它形成的时候曾有过三次地槽褶皱隆起，形成三个不整合，分别为中条运动的三个幕，第一幕以余元下大理岩和刘家冶片岩间的不整合为代表（孙大中等认为这一不整合不存在）；第二幕发生在马家窑大理岩（铜矿峪层）和拒山石石英岩的底砾岩少间，即与马杏垣的吕梁运动主幕相当；第三幕为担山石石英岩和震旦纪安山岩之间的不整合，即狭义的巾条运动，和马杏垣的吕梁运动第二幕相当。在铜矿峪的一个剖面上有显著的角度不整合。

【休宁运动】 Xiuning orogeny 南京大学地质系（1958）创名，指安徽休宁地区震旦系底部休宁（组）砂岩与其下前震旦系上溪群之间的不整合。在江南地背斜轴部，二者不整合很显著，向北侧和西北侧不整合程度减弱；向南侧和东南侧变为整合关系。他们认为这一运动与雪峰运动相当。郭令智、夏邦栋、卢华复等（1962）认为在华南加里东地槽褶皱区，雪峰运动有强烈的影响，使江南地背斜带隆起，形成皖南和浙西地向斜。自此以后，创名人亦用雪峰运动，而不再用“休宁运动”一词。

【雪峰运动】 Xuefeng orogeny 田奇□（1948）创名。指震旦纪的一次褶皱运动。这是根据湘西板溪群和震旦系南沱冰碛层间的角度不整合确定的。板溪群中有花岗岩及伟晶岩侵入，又一起为南沱冰碛层所覆盖，而南沱冰碛层中又有石英及花岗岩砾石，这都证明雪峰运动的存在。湖南省地质局区测队（1981）根据南沱砂岩和南沱冰碛层认为雪峰运动系造陆运动，它晚于以造山运动为主的武陵运动。武陵运动位于上下板溪系即马底驿组和冷家溪群之间，而雪峰运动位于武强溪组（相当于莲沱组）和江口组之间，武陵运动与晋宁运动相对比，雪峰运动与澄江运动相对比。目前对震旦纪的划分意见仍不统一，多数意见是雪峰运动泛指震旦系与板溪群间的不整合、假整合现象。地质科学院一比四百万地质图编图组（1976）仍采用这一名称，并注明发生时间距今为 8 亿年左右。

【昆阳运动】　Kunyang movement　赵宗薄（1954）认为系米士创名。这一运动系指震旦纪澄江砂岩和元古代昆阳群间的不整合关系。查米土（1944，1945）原文无此名。他称之为太古代旋□，但其所指位置与晋宁运动相当。此词目前少用。

【嵩山运动】　Songshan orogeny　地质部地质研究所前寒武纪地质和变质岩研究室（1959）引用。系指嵩山区的前寒武纪嵩山群马鞍山组和五佛山群五指岭片岩组之间的不整合接触关系。他们认为这个不整合面到嵩山以东井湾地区，就很不显著了，有很大的区域性限制。此运动实即1954年张尔道所创名的中岳运动。

【方岭运动】　Fangling orogeny　李鄂荣（1959年）创名，指长江三峡区黄陵背斜结晶基底与沉积盖层之间的不整合。不整合面之下是花岗岩、闪长岩、混合片麻岩和片岩；上覆最古老沉积岩为震旦纪底部的南沱砂岩。沉积盖层（从震旦系到白垩系）组成的黄陵背斜走向为北北东，而混合岩条带及片岩的片理走向则近东西向，两者近于直交。不整合现象明显。结晶片岩以往称崆岭片岩，但由于混合岩化明显，故改称方岭片岩。且方岭片岩的变质程度较板溪系为深，成分更接近基性，为角闪片岩，与板溪系的泥质岩石不同。故方岭运动可能早于雪峰运动。作者还认为本区结晶基底与震旦系之间的不整合面不是代表一个短暂的时期。方岭运动以后本区即已上升为原始古陆，根据南沱砂岩及冰碛层在黄陵背斜北部即已缺失的情况，以及结晶岩的近东西走向，这一古陆可能是东西走向的。在板溪系沉积时期，本区是剥蚀区，供给古陆以南板溪系以沉积物质。南沱砂岩后改称莲沱群。刘鸿允（1980）把莲沱群同板溪群（包括马底驿组）相对比。把这一运动改称晋宁运动，绝对年龄值为10.5—8.5亿年。湖南省地质局区测队（1981）把马底驿组以下的不整合称武陵运动，绝对年龄值为9亿年，放在雪峰运动之下。

【黄梅运动】　Huangmei movement　喻德渊（1959）创名，指震旦纪地层与较古老的变质岩系之间的不整合。他把长江中游地区的这一不整合称为黄梅运动，认为相当于吕梁运动和雪峰运动，但是没有具体地区的描述材料。

【滹沱运动】　Hutuo orogeny　禹照求（1961）创名，系指辽东南部震旦系和滹沱群间的不整合关系。有人认为此运动的地质描述不充分。辽东是否存在滹沱群或相当的地层，尚有分歧，而且以在河北的滹沱河命名辽东地区的地壳运动，似不允当。

【澄江运动】　Chengjiang orogeny　米士（P. Misch）1942创名，指震旦纪的一次褶皱运动。这是根据云南中东部澄江震旦纪南沱冰碛层和下伏澄江砂岩之间的微弱角度不整合关系确定的。花友仁（1959）指康滇地轴震旦纪灯影组和澄江组之间的角度不整合。王曰伦（1955年）提出澄江运动一名依据不足，冰碛物的形成和海侵相似，很难说是整合成不整合。杨暹和等（1979）认为澄江运动仅分布在滇东地区，主要表现为地壳上升运动，局部发生断裂和挠曲以及岩浆侵入，冰碛层和澄江砂岩间的低角度不

整合可能是冰川刨蚀形成的。中国地质科学院一比四百万地质图编图组（1976）仍采用澄江运动这一名称，并注明这个运动发生的时间距今七亿年左右。

【后澄江运动】 Post－Chengjiang movement 孟宪民等（1948）在云南东川矿区把澄江组沉积后的地壳运动叫做后澄江运动，表现为灯影组及其下的新村组页岩、砂质页岩同澄江组间的微交角不整合或平行不整合。在东川的汤丹、因民和落雪地区，往往缺失澄江组，灯影组直接和昆阳群呈交角不整合，因此，后澄江运动与晋宁运动不易区分。有人根据晋宁的局部地区冰碛层交角不整合在澄江组之上，灯影组的白云岩超覆了冰碛层，直接盖覆了澄江组砂岩，认为灯影组和冰碛岩之间，局部地段也可能有交角不整合存在。这一运动可能相当于米士（1942）创名的澄江运动。

【偃师运动】 Yanshi movement 马杏垣等（1959）创名，指河南嵩山区偃师南部峡门村及渑池附近震旦系五佛山群内部的微弱交角不整合。不整合面的下盘地层是葡萄峪组，上盘地层是骆驼畔组（砂岩），比垣曲运动稍晚，也可能相当。创名人后来认为五佛山群内部的这种微弱交角不整合系重力滑动构造，使各组之间发生滑动所造成的不协调关系，建议废除此名称。

【垣曲运动】 Yuanqu orogeny 马杏垣等（1959）创名。见于河南济源以西邵源镇、渑池（距垣曲很近）一带。他把这个地区的下震旦统分为两部分，上部为石英岩夹页岩，下部为火山喷发岩。这一运动是指它们之间的不整合关系，但仅见火山喷发岩盖的边缘部分呈微角度不整合，在岩盖中部两者为整合，甚至有互层现象。王曰伦（1963）认为这个不整合存在，以此作为寒武系和震旦系分界。地质部地质研究所（1959）也认为安山岩和上覆的石英砂岩在很多地方不易分界，并有互层现象。河南地质局第十五地质队在济源、垣曲、卢氏、确山等地见到震旦系下统西阳河群马家河组与中统云梦山组之间呈角度不整合；在洛宁、汝阳、泌阳、方城等地呈平行不整合，认为此运动存在。

【豫西运动】 Yuxi movement 杨志坚（1960）命名。他把河南西部下震旦统分为两部分，此运动指上部临汝冰碛层和下部石英砂岩的平行不整合成交角不整合现象。他在 1958 和 1959 年把蓟县系和长城系间的平行不整合称为豫西上升。宜昌地质矿产所认为，不仅在临汝，而且从汝阳到古秦岭北麓都有分布，并盖在不同层位上。这层冰碛层已被定名为罗圈组，其下伏石英砂岩属马鞍山组，同位素年龄值为 8.14—6.43 亿年，马国干等人把马鞍山组划入青白口系，与景儿峪组相当；把罗圈组与南沱冰碛组相对比。1975 年中国震旦系讨论会将南方震旦系置于青白口系之上，因此，这个运动即位于青白口系与南方震旦系下统冰碛层之间。

【杨庄运动】　Yangzhuang movement　薛知照（1962，1963）创名，著者把燕山区震旦系分为三群，从上到下为南口群（长城组、串岭沟组、大红峪组高于庄组）、蓟县群（杨庄组、雾迷山组、铁岭组）和青白口群（下马岭组、景儿峪组）。每群之间都有一个运动面分开。杨庄运动指杨庄组和高于庄组之间的侵蚀间断。但对这个间断，还有不同认识。据近年来研究认为在蓟县高于庄组和杨庄组间为连续沉积，只在海盆边缘才见到肯定的间断，因此陈晋镳等（1979）另名为滦县上升。河北地质局综合队认为，在杨庄组底部见有半米厚砾石分布，比较稳定，其成分系白云岩和燧石，属底部高于庄组，砾石多具磨圆状为搬运所致，非构造形成。从区域上看杨庄组厚度在各地变化较大，岩相不稳定甚至缺失，砾石层也是如此，故杨庄组与高于庄组为假整合接触关系。

【铁岭运动】　Tieling movement　薛知照（1962。1963）创名。蒸山区震旦纪青白口统和蓟县统之间的沉积间断或微交角不整合。不整合面的上盘地层是下马岭组，下盘地层是铁岭组。河北地质局综合队在蓟县见到下马岭组底部有厚约三米左右的含铁砂岩和砾岩层，与铁岭组呈假整合，具区域性，在岩性上也有较大差异，青白口系以碎屑沉积为主，蓟县系以化学沉积为主。

【水峪运动】　Shuiyu movement 杜汝霖（1964）创名。著者把河北开平地区的青白口统分为上部景儿峪阶和下部石门组，此运动指石门组和中震旦统雾迷山阶硅质灰岩间的微交角不整合或平行不整合。他认为永峪运动具有升降运动性质。有人认为此运动尚存在一些问题。因石门组在开平地区为以燧石角砾岩为主的砾石层，厚度变化为20—70米。也有人把这套砾岩层并入景儿峪组底部。杜汝霖又把它与下马岭层位对比。故其归属尚待研究。如果相当于下马岭层，则此运动与铁岭运动相当。

【蓟县运动】　Jixian movement 孙云铸（1957）创名，指晚前寒武期间的一次地壳上升运动。这是根据下寒武统砾状灰岩（府君山组）和震旦亚界青白口群景儿峪组千枚岩之间的平行不整合确定的。仅局部地方有微角度不整合，故称为“蓟县上升”。此后在辽宁朝阳、河南嵩山、河北承德、北京延庆、安徽霍丘等地区均发现与此相当的运动。在嵩山称少林运动，皖北称霍丘运动。中国地质科学院一比四百万地质图编图组（1976）使用这一运动名称，指震旦亚界青白口群景儿峪组和下寒武统府君山组之间的构造运动。近年来在研究我国南北方晚前寒武的问题时，发现府君山组底部角砾岩的厚度、分布、成因、成分以及接触关系等均存在一些问题，故寒武系同震旦系分界的具体位置，尚待进一步研究。

【震旦褶皱（二）】　Sinian folding②　②马杏垣（1960）命名，指豫西燕山沉降带中震旦纪末的地壳运动。他将这个运动和阿森特运动对比，并认为可与苏联贝加尔褶皱相当。但因这些地区相距甚远，是否能确切对比尚有问题，故以震旦褶皱称之。后来作者（1961，1963）又把震旦阶段看作一个独立的巨旋□，称震旦旋□，并指出单独划

分震旦褶皱的必要性。有人认为此运动与少林运动相当。

【少林运动】　Snaolin movement　首先见于《中国前寒武纪报告》（1959），为发生在晚前寒武世的一次构造运动。在华北、震旦系和寒武系之间只见到短时期的侵蚀间断，在华南为连续沉积，在嵩山地区它们之间却表现为明显的交角不整合。寒武系下统辛集组底部砾岩呈角度不整合覆盖在五佛山群何家砦组和马鞍山组之上。典型剖面见于嵩山少林寺附近。少林运动使五佛山群形成了近东西向的平缓开阔褶皱及相伴生的断裂构造。对于少林运动在五佛山区所形成的构造形态，马杏垣认为这是表层滑动变形所形成的假褶皱运动。中国地质科学院一比四百万地质图编制组（1976）仍使用少林运动这一名称，其发生时间距今为七亿年左右。此运动仅在少林寺地区见角度不整合，其他地区均表现为平行不整合或逐渐过渡关系。

【桐湾运动】　Tongwan movement　刘国昌（1945）创名。桐应为铜，指湘西怀化铜湾、银藏湾的早寒武世五里牌组和南沱冰碛层间的不整合。这里缺失震旦系上部的陡山沱组和灯影组，著者把五里牌组的下部和陡山沱组相比。钱祥麟（1964）认为巨口铺东面的雷公嘴及铜湾两地的局部性不整合现象，是由小隆起造成的，一般是连续沉积。1976 年湖南地质研究所认为桐湾“五里牌”燧石层与下伏冰碛层之间的高角度不整合实为泥盆系中统跳马涧组与冰碛层间的不整合，银藏湾“五里牌组”实为震旦系上统留茶坡燧石层，向上为寒武系下统小烟溪组，各组间为连续沉积。陡山沱组与留茶坡组呈整合接触与下伏冰碛层间为断层接触。冰碛层中破劈理发育很易误认为层理。因此，银藏湾原定之不整合关系实不存在。钱祥麟等人所称留茶坡组与下伏冰碛层的不整合接触也为断层接触之误。九口溪、巨口铀一带环巨口铺穹隆自震旦纪至下古生代各组地层出露齐全，整合接触，而雷公咀不整合在江口组之上的是泥盆系中统跳马涧组，并非留茶坡组。从湖南全省情况看，寒武系与震旦系之间为连续沉积，整合接触，其间并无不整合现象存在。因此他们建议废弃“桐湾运动”这一名词。

【凤台运动】　Fengtai movement　徐嘉炜（1956）创名，指安徽中寒武系和震旦系间的不整合。不整合面的上盘地层是猴家山组底部的凤台砾岩，下盘地层是四顶山群。以后改用霍丘运动。经后来研究霍丘、凤台、淮南等地的凤台砾岩与下伏四顶山组之间均系假整合接触。故有人认为凤台运动或霍丘运动，均应废弃。

【满家滩上升】　Manjiatan elevation　辽宁地质局第一区调队（1976）创名。指金县满家滩大林子组与下伏兴民村组顶部石英砂岩之间的平行不整合接触关系。满家滩上升属青白口纪末的振荡运动遗迹。大林子组从原碱厂组下部划出，即紫红色砂页岩之下的冰水沉积物——含砾石英砂岩。在满家滩向斜南翼此冰水沉积物与下伏兴民村组顶部黄绿色页岩接触面凹凸不平。洪作民等认为大林子冰水沉积物可与震旦纪上部罗圈冰积层对比，对辽东半岛晚先寒武纪地层的划分有重要意义。

【霍丘运动】 Huoqiu movement 徐嘉炜（1958）创名，指寒武纪和震旦纪间的地壳运动。在安徽霍丘、固始，早寒武世猴家山组不整合覆盖在晚震旦世四顶山群上，四十里长山也发现了不整合。潘江等（1959）认为，代表震且纪末的地壳运动，已有“蓟县运动”一名，淮南和冀东属同一大地构造单元，没有必要另起新名。马杏垣（1959）在进行淮南和蓟县柱状剖面对比时，认为蓟县运动位于高振西的景儿峪灰岩中部，而霍丘运动位于原景儿峪灰岩的下部，两个运动并不相当，霍丘运动可以考虑和阿森特运动对比。单文琅等（1959）说霍丘运动代表区域性的不整合，在嵩山，淮南表现为褶皱运动，它和蓟县运动不能等同。参见“凤台运动”。

【陶来运动】 Taolai movement 李康（1962）命名。指祁连山震旦纪末的地壳运动。陶来运动结束了震旦纪拗陷，是祁连山区最早一次全面海退，形成古陆；中祁连成为加里东地背斜，形成较紧闭的褶皱和显著的变质作用：南北祁连块断下降，成为加里东地槽，柴达木北缘坳陷带整体上升，高出海面。这次地壳运动决定了震旦纪以后的地质发展史。根据《祁连山地质志》（1959—1962）中的资料，一般是石炭系、石炭二叠系、下三叠统，侏罗系和白垩系分别不整合在震旦系上，缺失整个下古生界以至部分上古生界。北祁连山褶皱带下古生界和前寒武系多为断层接触，两者间始终没有找到真正的不整合关系，南祁连山褶皱带寒武系和震旦系为假整合或断层接触。

【金州上升】 Jinzhou epeirogeny 辽宁地质局第一区调队（1976）、创名，指辽东地区寒武系下统碱厂组底部厚层燧石条带灰岩与下伏大林子组（即厚碱厂组底部之冰水沉积层）顶部灰黄色薄层灰质白云岩之间的平行不整合接触关系，有人称为金州运动，这是一次造陆运动。

【新邵运动】 Xinshao movement 郭令智等（1964）开始使用。是指雪峰山区上震旦统的留茶坡组与下寒武统小烟溪组之间的不整合关系。他们认为从下震旦统拉缆组到留茶坡组，这一套含有几个次一级旋□的以陆屑为主的冒地槽建造序列，不整合在前震旦纪枷榜组之上，顶部又不整合在下寒武统之下。同时又说新邵运动是震旦纪末相当强烈的褶皱，此运动与桐湾（铜湾）运动并用。但有的文献把新邵运动或桐湾运动放在留茶坡组与陡山陀组之间。其确实位置有待进一步研究。湖南省地质局区测队认为：新邵地区出露最老地层为震且系江口组，其西隆回县白马山岩体旁侧才有板溪群出露，属雪峰山范畴。而新邵地区的震旦系留茶坡组与下寒武统为连续沉积，岩性逐渐过渡。无运动存在。

【云贵上升】 Yungui epeirogeny 孙云铸（1943）命名。他说云南、贵州下寒武统直接为下奥陶统所覆盖，缺失中、上寒武统，上升运动发生在早寒武世末。曹仁关（1958）改名为云贵运动，从中寒武世上升，一直到早奥陶世，昆明一带才又下降。后来在滇东文山、马关、富宁等地，发现有中、上寒武统存在（黄源□、卢华复，1959），云南个旧、蒙自一带和滇西也有中、上寒武统的全部或一部分地层（李文常，1962）。近年来又在滇东南、滇中和贵州的大部分地区发现中、上寒武统的全部或一部分地层，因而认为云贵上升使康滇古陆扩大，并向东南延展，形成康滇黔桂古陆。

【冶里上升】 Yeli epeirogeny 孙云铸（1943）命名，认为早奥陶世冶里组底部有砾岩，它覆盖在晚寒武世凤山组上。冶里组出现完全新的动物群，这是造陆运动引起的。河北地质局区测队认为，冀北地区下奥陶统冶里组底部多为灰色到灰褐色厚层小豹皮状或竹叶状灰岩，夹少量燧石结核。上寒武统凤山组顶部岩性，多为灰色薄层泥质灰岩，夹中厚层竹叶状灰岩，两组之间多成连续沉积。虽然二者在生物种属上有所变更，但上升运动不开始于冶里组，还应当更早些，建议废除此词。

【怀远运动】 Huaiyuan movement 李四光（1939）命名。中奥陶统所含化石，北方以珠角石为主，南方以直角石为主，他认为，可能由于早奥陶世末秦岭附近造成一断续的山脉所致，但未找到地层上的不整合。在怀远煤田，中奥陶统珠角石灰岩的底砾岩覆盖在一套灰岩、砂岩和夹灰岩的页岩上，灰岩中有球体，应为中寒武统。因奥什肯运动在中国不显著，故此运动当发生在早、中奥陶世之间。据安徽省地质局区测队最近资料，在淮北地区，下奥陶统贾汪组与韩家组（有化石）之间为假整合接触；在肖县一带，下奥陶统与上寒武统凤山组为假整合，淮南也如此。他们认为应属区域性超覆关系。此词多误用为“淮远运动”。

【古浪运动】 Gulang orogeny 魏春海等（1978）命名，指祁连山地区的中、上奥陶统之间的不整合。在北祁连山地区中奥陶统中堡群（兰德洛期沉积）与上奥陶统妖魔山组或古浪组（Caradon 期沉积）之间的角度不整合关系。据西北地区区域地层表甘肃分册，妖魔山组已划为中奥陶统上部，此运动应为中奥陶世内部的运动。有些地区两者之间为平行不整合。

【崇余运动】 Chongyu orogeny 卢华复（1962）创名，指赣南崇义大余山区晚奥陶世沙村群底砾岩和震旦纪（？）古亭群、寒武纪杨眉寺群间的不整合接触关系。他认为此不整合形成于 Caradoc 阶初期末期之间，相当于阿尔泰中奥陶世中期的泰康亚幕，较“宜昌上升”稍早。同时认为此不整合之前的褶皱上升，在沙村群沉积的场所，早在寒武纪末就发生了。中奥陶世初期后，中下奥陶统也发生了褶皱上升。Caradoc 阶末期已上升的地方反而下降接受沙村群沉积，因此这个运动延续的时间是很长的，激化的时间是在这个运动的最后期。郭令智等（1963）认为崇余运动分布仅限于华南加里东

地槽褶皱区的内部地槽凹陷，边缘地区则无表现。张浅深等（1964）认为沙村群与其下伏地层之间可能存在交角不整合接触。夏邦栋（1979）认为海南岛崖县在上奥陶统与中奥陶统之间也存在明显的高角度不整合，他称为崖县运动。

【北流运动】 Beiliu movement 莫柱荪（1965）根据广西地质局区测队资料命名。指奥陶纪与志留纪间的长期侵蚀和间断。见于北流县民安水库地区，下志留统底部具砾岩和含砾异粒长石砂岩，砾岩中含有花岗片麻岩砾石，推测这些砾石来自附近的混合岩。1975 年广西地质局区测队在命名地点，证实下志留统在 Glyplograptustamariscus 层之下确有一套砾岩存在，砾石成分复杂，未见花岗片麻岩砾石，砾石层与上、下的砂岩、粉砂岩呈过渡关系，地层间可能未遭侵蚀，只存在地壳的上升运动。

【宜昌上升】 Yichang elevation 孙云铸（1943）创名，原指宜昌地区中奥陶世艾家山统和早志留世富池页岩（下部包括五峰页岩）的假整合，中间缺失 Caradoc 阶。后来，他又把它改为上奥陶统。根据张文堂（1962）收集的资料，华北大部分地区，在中奥陶统上直接覆盖着中或上石炭统；华东、华南及中南部分省区，上奥陶统之上缺失志留系；西南及中南部分省区，志留系和奥陶系是连续沉积。在中奥陶世末华北地台发生了影响深远的地壳运动。喻德渊（1959）认为这个运动相当于泰康运动。据后来的工作结果，宜昌地区奥陶系与志留系之间均呈整合接触，宜昌上升实不存在。

【广西运动】 Guangxi movement 丁文江（1929）创名。代表中国西南地区志留纪末和泥盆纪初的地壳运动。指广西莲花山组和下伏的下古生界的不整合。张文佑等（1941）详述了广西运动的现象，早泥盆世龙华山阶下部莲花山组和前泥盆系间有交角不整合，见于贵县、邕宁、武宣、蒙山、桂平、容县、修仁等地。敖振宽（1956）用加里东运动一名代表广西运动，并列举广西永福，广东防城、恩平、阳春，湖南永丰、安化和赣东泥盆系和志留奥陶系之间不整合；江西新喻、峡江和崇仁，泥盆纪峡山组和变质岩系不整合；福建宁祥泥盆纪南靖群和前震旦纪千枚岩不整合。他认为华南地台上，加里东运动分布广泛，而又激烈。中国科学院地质研究所（1959）认为志留纪末加里东运动来临，龙门山和秦岭地槽□返，大巴山隆起；娄山地区和遵义台凸普遍上升，四川盆地上升为陆，龙门山、华蓥山、巫山、金佛山和娄山的大断裂发生显著的活动；粤北早古生代龙山群受褶皱和断裂破坏，为陆相下泥盆统碎屑岩覆盖，成为不整合关系，加里东运动对本区有重要影响。北京地质学院（1961）认为下扬子地槽在志留纪末期成为陆地，也有褶皱、断裂和变质作用，南岭经过这次地壳运动，结束了地槽生命。地质部地质科学研究院（1962）认为加里东褶皱一般为紧密线型褶皱，加里东运动是南华准地台强烈而普遍的一次主要的造山运动。尹赞勋等（1978）认为莲花山组以及大致同时的磨砾相地层，直接盖在龙山群所包括的许多地层单位之上，各地下盘最新地层的时代差别很大；上盘最老地层呈观穿时现象，这都意味着：广西运动所依据的

貌似单一的大角度不整合，不是一次褶皱运动所造成。他们认为，作为晚志留世末的广西运动，活动范围极为狭小，褶皱程度又非常微弱，它是广西旋□中最弱的一幕。

【祁连运动】 Qilian orogeny 李康等（1962）创名，指早古生代末期的一次褶皱运动。这是根据北祁连山区晚泥盆世老君山砾岩（磨拉石建造）和早古生代浅变质岩系（旱峡群）之间的角度不整合确定的。并认为这个运动波及到整个祁连山地糟系。李悦民等（1963）在原老君山群中找到化石，认为下部应属早、中泥盆世。根据《祁连山地质志》中的资料，在北祁连山老君山砾岩与上志留统为不整合，在甘肃民乐二道口又与奥陶—忘留系为不整合，在永昌武威间与志留系不整合，在中宁、中卫和天祝等地又与下古生界为不整合。甘肃省地质局地质力学区域测量队（1977）认为，祁连山区早古生代褶皱运动主要表现在晚忘留世和晚泥盆世地层之间的角度不整合面上，这个不整合面保留得极为完好，广泛发育。

【江南运动】 Jiangnan movement 李四光（1931）创名，指泥盆纪五通组和志留系间的侵蚀不整合。当时他说此运动发生在泥盆系最顶剖或石炭系最底剖（即艾特隆阶）。太湖北岸五通线中有原始的枯尔木植物群，可能属于艾特隆阶。这样，中国东南部就没有泥盆系。施蒂勒在欧洲、把华力西运动分为五幕，其中最早一幕发生在泥盆系顶部和石炭系艾特隆阶之间，叫布列唐运动。漫长的缺失可以包含不只一个幕，但一定有一个运动把含枯尔木植物群的岩系和它所覆盖的岩系分开，他命名为江南运动，可能和布列唐运动相当。李毓尧等（1935）在五通组下划分出茅山砂岩，时代暂定为中泥盆世，仍归之于晚泥瓮世的五通织，五通组和早志留世的高家边页岩为假整合。李四光（1939）以加里东运动指中国东南部早石炭世以前的五通组下的不整合，志留纪以后的升起；以柳江运动一名指长江下游早石炭世石英砂岩和志留纪页岩间的直接覆盖关系。张文佑（1941）和赵金科等（1959）也都用柳江运动和广西运动来代替。

【宁夏运动】 Ningxia orogeny 潘江及宁夏地质局区测队（1975）命名。他们依据鱼类化石将中宁牛首山的泥盆系（原老君山系）划分为泥盆系中统石峡沟组及上统中宁组（现称沙流水组），并将二者之间的角度不整合称为宁夏运动。此运动在甘肃境内也普遍存在，表现为上泥盆统沙流水群与下—中泥盆统雪山群之间的角度不整合或平行不整合。

【百越运动】 Baiyue movement 张文佑等（1941）创名，指广西中泥盆世郁江组小山砂岩和早泥盆世四排组间的不整合现象。在榴江县桂岭屯和帛山西侧，是平行不整合成地理不整合，在宜北治安乡是小山砂岩覆盖在南岭群上，时代相差很远。他们说在榴江地方见有百越运动，国内其它地方尚需研究，它大概相当于苏格兰的上老红砂岩和下老红砂岩间的不整合，北美奥里斯凯纳（Oriskang）砂岩和奥诺达格（Onondaga）砂岩间的不整合（Szupaimovement）。敖振宽（1956）以此作为华力西旋□第一幕。赵金

科等（1959）认为是平行不整合或整合关系。徐怀大等（1959）说在田阳有微弱交角不整合。广西某普查大队（1959）指出江南古陆南缘有平行不整合，大明山一带还有褶皱运动伴生，造成地理不整合。广西地质局区测队（1980）认为泥盆系各组之间均为整合接触。郁江组与四排组之间并不存在平行不整合现象，更不用说微弱交角不整合，过去的判断多为断层接触之误。现仅在桂北见到中泥盆统的不同层位超覆于前泥盆纪地层之上。两者之间无构造运动存在。

【平阳运动】 Pingyang movement 张文佑等（1941）命名，指广西中泥盆世东岗岭组和小山砂岩间的平行不整合现象。在桂林、平乐、阳朔、荔浦、恭城和灌阳都能见到。他认为小山砂岩顶部的赤铁矿、紫色砂岩和砂质页岩和残留的赤铁矿是长期暴露的结果，表明有沉积间断，认为只有平行不整合。徐怀大等（1959）曾提到三江、龙胜、富钟、贺县、苍梧一带有不整合。广西某普查大队（1959）提到，东岗岭组超覆在郁江组，四排组乃至更老的地层上，这是地理不整合现象。广西地质局区测队把桂林、阳朔之间中泥忿统分为东岗岭组和应堂组，他们认为两者之间为整合接触，其余地区中泥盆统各组之间亦为整合接触关系。只是在中泥盆统的中下部普遍夹多层赤铁矿或菱铁矿层，矿层变化大，沿走向和倾向均可尖灭，并非缺失，不是侵蚀面长期暴露的结果。在桂北中泥盆统常有超覆现象。故平阳运动不存在。

【曲靖运动】 Qujing movement 郭文魁（1941）根据谢家荣的建议命名，1944 年正式发表。系指昆明—宣威间晚泥盆世海口组石英岩局部超覆在不同时代（下寒武—中泥盆 22）地层上的现象。在昆明筇竹寺覆盖在褶皱剧烈的下寒武统灰岩和页岩上，昆明二村覆盖在下奥陶统紫色页岩上，曲靖西面覆盖在中志留统马龙组上，曲靖城东青龙镇覆盖在中泥盆统灰岩上；宣威东山双龙桥不整合于下寒武统页岩上。据近年资料，昆明、玉溪的海口组假整合在下寒武统或震旦纪之上，在曲靖它和下泥盆统翠峰山组泥岩、石英砂岩和泥灰岩呈假整合接触。

【昆仑运动（一）】 Kun1un movement（1） 黄汲清（1945）创名。当时系指昆仑山地区中泥盆世以后，早石炭世提斯纳布组沉积以前发生的一次褶皱运动，伴随大量花岗岩侵入，相当于布列唐运动或黑森褶皱。黄汲清援引戴特拉的材料把昆仑山的提斯纳布组和齐尔古斯奎组相对比，时代为早石炭世。但近年来的资料证实齐尔古斯套组属晚泥盆世—早石炭世（中部含 leptophloeun rhonbicum）。所以此期运动应发生在中泥盆世末至晚泥盆世之间。其所波及的范围达到阿尔金山、喀喇昆仑山和塔里木等地。

【大明山运动】 Damingshan nlovement 广西某普查大队（1959）创名，代表晚泥盆世榴江组和中泥盆世东岗岭组之间的地理不整合和沉积间断。榴江组超覆在东岗岭组、郁江组乃至震旦系上，江南古陆南缘及大明山一带有不整合、侵蚀面及地理不整合等现象。北京地质学院（1961）和徐怀大（1959）改用邕宁运动一名。据广西区测队多年来的工作，尤其是近年对牙形刺化石的研究查明广西境内晚、中泥盆世之间皆为连续沉积，而且岩性及化石带皆有过渡层。广西地质局吴诒（1980）等认为大明山运动不存在，过去是将相变为硅质岩、硅质页岩的东岗岭组误认为榴江组之故。宜昌地质矿产所（1980）根据中南区泥盆系断代资料认为泥盆纪海水自南向北逐渐扩展。早泥盆世莲花山阶、那高岭阶沉积时，海侵范围限于南宁、武鸣、上林、大明山一带、晚期扩大到桂西那坡、靖西一带，东至全州、灌阳、苍梧，到中泥盆世才扩大到湘中、粤北。在总的海进中有时有小的退缩，因此泥盆系之间超覆关系是存在的，在古陆边缘反映更明显。以往所创名的“百越运动”、“平阳运动”、“邕宁运动”、“桂北运动”以及“大明山运动”等均属海侵超覆性质。建议废弃此名。

【邕宁运动】 Yongning movement 徐怀大等（1959）创名，指晚泥盆世榴江组与中泥盆世东岗岭组之间的假整合关系。在南丹、河池、天等、柳城及大苗山可见到。在桂北榴江组常超覆在震旦纪长安砂岩上，底部出现砾岩及赤铁矿。广西地质局区测队（1980）认为榴江组和东岗岭组的关系是整合接触，并无假整合现象存在，也未见榴江组超覆于震旦纪长安砂岩之上，建议废弃此名。

【桂北运动】 Guibei lnovement 张文佑等（1943）创名，指上泥盆统内部的微交角不整合。赵金科（1947）认为其间有时为交角不整合，有时为平行不整合，有些地方融县组底部有砾状灰岩，许多地方缺失古化灰岩，东岗岭组直接为融县组覆盖。徐怀大等（1959）认为晚泥盆纪中期之初，桂北有不明显的海退，以后又发生海进，有些地方缺失桂林组，融县组直接盖在榴江组或东岗岭组上。广西地质局区测队（1980）认为原定名时地层划分上有错误，地质构造也未查明，此运动实际上并不存在。

【八桂运动】 Bagui movement 张文佑等（1941）创名。指广西下石炭统上部上燕子组（属晚维宪期）和上泥盆统下部榴江组的不整合关系。在榴江、柳州、桂林、中渡和洛埠等地有交角不整合，它相当于施蒂勒的布利唐运动第三幕——塞肯幕（Selkin phase）。广西某普查大队（1959）在罗城发现维宪期的黄金组和杜内阶呈平行不整合关系。徐怀大等（1959）认为八桂运动是上升运动，其时代大致相当于杜内期至维宪期。赵金科等（1959）说八桂运动主要指江南古陆东南缘柳江、柳城、榴江和中渡一带，维宪砂岩不整合在上泥盆统榴江组上，是振荡运动。广西地质局区测队（1980）认为桂北地区岩关期普遍存在一次海退现象，但在下石炭统内并未发观有交角不整合或平行不整合接触关系。上述所列各地点的下石炭统与上泥盆统均为整合接触关系，仅在

龙州、扶绥一带缺失岩关阶。宜昌地质矿产所（1980）根据石炭系、泥盆系地层断代资料认为广西广大地区上泥盆统与下石炭统是连续整合接触，仅在桂东北地区呈平行不整合接触，并有铁、锰质的古风化物及古侵蚀面存在，属海侵超覆性质。

【柳江运动】 Liujiang orogeny 朱森（1932）创名，指广西早石炭世下燕子组（杜内统）和上泥盆统间的不整合，和施蒂勒的布利唐运动中的麻西幕（Marsic phase）相当。张文佑等（1941 在罗城、武宣、全州、兴安，灌阳、恭城、平乐和阳朔等地见到下燕子组和上泥盆统融县灰岩或古化灰岩成微交角不整合。赵金科（1917）指出，柳江运动是泥盆纪末期广西比较显著的褶皱和上升运动，在南部和东南部受到很大的影响，下石炭统覆盖在东岗岭组、榴江组和所有晚泥盆世以前的地层上。此运动属振荡运动性质。徐怀大等（1959）在桂东北及桂北，发现下石炭统超覆在榴江组、融县组和桂林组上，其间交角不大，是造陆运动，海水向南退去，形成不整合或假整合；桂西和桂中广大地区仍为整合接触。广西地质局地质普查大队（1959）认为上述所指地点的接触关系为断层。但在广西其它地方发现有角度不整合，地理不整合和侵蚀不整合。广西地质局区测队（1970）发现下石炭统岩关阶与上泥盆统为连续沉积，断层发生于上泥盆统内，以往所指的多为断层接触之误。但在局部地区如兴安、东兰、龙州及扶绥等地，岩关阶底部有 0.5—60 厘米厚的砂质页岩和铁锰质沉积物，有的缺失岩关阶，大塘阶呈平行不整合于泥盆统之上。故柳江运动虽然在原命名地不存在，但在其它地方有表现。而且此名称已广为流行，仍可使用。

【江西运动】 Jiangxi move ment 陈国达（1944）命名，指赣中石炭纪梓山群（此群中陈氏首次发现 Neuroperis gigantea 植物化石，确定其时代不是以前认为的二叠纪）和中晚泥盆世峡山群间的不整合。不整合有下列佐证：梓山群有底砾岩，它覆盖在下部古生代不同地层上，和峡山群为侵蚀接触。张采繁等（1964）把梓山群分为两个组，佛岭组的时代是早石炭世晚期，张公庙组是早石炭世中期，它们在赣中多不整合于板溪群上，在赣南假整合于上泥盆统峡山群之上。据《江西区域地层表》（1980）梓山群和峡山群已重新划分：下石炭统分为梓山组、横龙组，上泥盆统分为三门滩组、中棚组；中泥盆统为云山组。从中泥盆统云山组到下石炭统梓山组之间为连续沉积。有的资料指出梓山组之下有一层石英砾岩，可作为梓山组与横山组（或华山岭组）之间的假整合证据。但与江西运动原意不同了。峡山群一名已废弃。江西地质研究所认为，在江西中南部最明显的不整合位于龙山群（震旦纪—奥陶纪）与泥盆系、石炭系之间，其时间在志留纪至泥盆纪中期，此不整合面有穿时性，从江西省的西南到东北时间间隔越来越长，西南部接受中上泥盆系沉积时，东北还处于剥蚀阶段。如江西运动系指此不整合面，其含义必须重新厘定。如专指石炭—泥盆之间的不整合，则不存在。

【南山运动】 Nanshan movement 创名人不详。王鸿祯（1955）认为南山系包括泥盆系，故将南山系以上的不整合说成是布利唐运动。方大卫（1959）认为南山运动发生在泥盆纪末，相当于布利唐运动，在祁连山两侧，泥盆系强烈褶皱，下石炭统不整合在泥盆系及泥盆纪以前的地层上喻德渊（1959）认为南山运动和柳江运动相当，在祁连山和方大卫的意见一致。中国科学院地质研究所（1959）认为志留纪末的南山运动，使西北区的地槽普遍□返，属加里东运动。根据地质科学研究院（1962）的资料，早石炭世臭牛沟组和晚泥盆世老君山组间有不整合，老君山砾岩又不整合在早古生代南山群上，中石炭世羊虎沟组和臭牛沟组也有不整合。王鸿祯（1980）认为如以旧称南山系以上的不整合为准，其上为泥盆系所不整覆，则南山运动应属加里东运动。如以原意同布列唐运动相当，则南山地区泥盆系与石炭系之间的运动实不明显，因而此名是否保留，值得研究。

【梨园河运动】 Liyuanhe movement 胡敏（1948）命名，指甘肃张掖梨园河所见的微交角不整合现象，不整合上盘是石炭纪早期的臭牛沟组（属维宪期），下盘是晚泥盆世老君山群。他说梨园河运动发生在早石炭世间，是造山运动，相当于广西的八桂运动。宋叔和（1959）称为华力西早期的市列唐运动。甘肃地质局第一区测队（1980）的意见，据近年资料，乌鞘岭以西的老君山群时代是中下泥盆纪，其上直接为下石炭统不整合，因此在此期间至少包括几期运动，即中下泥盆纪与上泥盆纪沙流水群间的不整合；上泥盆纪与上覆杜内阶前黑山组间的平行—微角度不整合；下石炭统内部前黑山组与上覆臭牛沟组之间的微角度不整合等。由上可见梨园河运动代表的时限过长，含义不确切，建议不必继续使用。

【天山运动】 Tianshan orogeny 穆士开托夫（1928）命名。分二幕，第一幕在早石炭世末，第二幕在中石炭世末。中国科学院地质研究所（1959）认为天山运动发生在二叠纪前，是强烈上升及断裂。向鼎璞（1959）认为新疆的天山运动第一幕相当于布列唐运动，造成早石炭世奇尔古斯套组和中、早泥盆世精河组间的交角不整合关系；第二幕相当于撒顿运动，造成中、晚石炭世芨芨槽组和早石炭世奇尔古斯套组间的交角不整合。黄汲清（1959）认为，在天山蒙占地槽褶皱系中，华力西运动是主要造山运动，有三期：早期在晚泥盆世末、早石炭世初，中期在中、晚石炭世间；它又称为天山运动；晚期在二叠纪末至早三叠纪初。地质科学研究院（1962）根据化石认为奇尔占斯套组可与祁连山的老君山砾岩相比。在博乐霍洛地区上石炭统具底砾岩，且不整合在中石炭统上，不整合现象还在天山的其他地区存在。胡冰等人（1976）提议用天山旋回取代华力西旋回，并认为它是从早、中泥盆世之间的运动到晚二叠世、三叠纪之间的运动，共包括九个褶皱幕。尹赞勋等（1978）谓天山旋回是从中、晚泥盆世之间的运动到二叠、三叠之间的运动，共包括八个褶皱幕。姜春发（1979）认为天山地槽结束

于早二叠世末，二叠、三叠纪之间的运动已不属于地槽运动的范畴。新疆地质局区测队（1980）认为石炭纪时，天山明显地可以划分为南、北两个沉积相区，它们的地层层序、构造运动发生的时期、次数多少和强烈程度等，均有显著的差别。南天山地区石炭纪发生过四次运动；北天山地区石炭纪发生过六次运动。以往一些学者，一再强调中、晚石炭世间的构造运动，认为这是天山的一次主要褶皱幕（或主要造山运动）。实际上，天山各地中石炭统与上石炭统之间多为整合接触，仅北天山的部分地区呈平行不整合。天山地槽结束于早二叠世末的一次强烈造山运动。此外，也有人认为泥盆纪末的地壳运动（布列唐运动）在北天山影响广泛。但是，目前尚无肯定的杜内阶与上泥盆统直接接触的资料。

【天山旋□】 Tianshan cycle 张良臣等（1976）将天山运动改称为天山旋□，并分为几个变动或上升幕，即博斯腾上升（D_1 末期）、库米什变动（D_3 末期）、精河上升（杜内期内部）、特克斯上升（杜内期末期）、鄯善变动（C_1 末期）、吐鲁番变动（C_2 末期）、乌什变动（C_3 末期）、拜城变动（P_1 内部）、新源变动（P_1 末期）。新疆区测队（1980）认为精河上升与特克斯上升属相同时期，均发生在杜内期与维宪期之间，并非两幕，而且可能与伊犁运动重名。吐鲁番变动应改称为吐鲁番上升，是造陆运动。

【赣西运动】 Ganxi movement 高平等（1940）创名，指赣西壶天群和泥盆系之间，缺失下石炭纪而形成的假整合。泥盆系无化石，一部分同跳马涧组。所以在壶天群沉积以前，至少经过长期侵蚀，或数经沧桑之变。这一运动可能包括南京附近的江南、建康和淮南三幕。但也有人认为下盘地层时代不确切，此名应予废弃。

【建康运动】 Jiankang movement 李四光（1931）创名，指宁镇山脉早石炭世中期高骊山组和早期金陵组之间的平行不整合。这个运动比布列唐运动稍晚，可能是天山运动的早期一幕。李毓尧等（1935）说它和江南运动一起，相当丁文江的越南运动第一幕。杨敬之（1962）把杜内期末的建康运动和八桂运动对比。在湘南、粤北、粤西、黔南的维宪阶都夹有陆相沉积，这说明了海水进退不止一次。

【东陂运动】 Dongpi movement 莫柱荪等（1943）创名，在广东连县东陂盆地，他们把下石炭统上部东陂组分为三段，自下而上为：东陂段、东冲段和水井段。东陂段不整合在早、中泥盆世盲仔峡群和中泥盆世黄花坪群上；东冲段不整合在早石炭世早期连县组的三排段上；水井组平行不整合于连县灰岩上部牛岭村段上。由此，足以证实在维宪期和杜内期之间曾发生过大变动，它和李四光、张文佑等在广西发现的维宪阶和杜内阶间的不整合相当。据广东省地质局区测队资料，下石炭统岩关阶和大塘阶之间多为整合接触，有些地方两者界线不易确定，原创名人建议将“东陂运动”一名废弃。

【伊犁运动】 Yili movement 创名人未详。中国科学院地质研究所（1959）以此运动同昆仑运动（一）及萨乌尔运动并列，为华力西早期的地壳运动。新疆区测队（1980）认为在伊犁盆地早石炭世构造运动有三幕：①杜内期与维宪期之间，即大哈拉军山组与阿克沙克组之间，其性质属造陆运动，仅个别地区表现为角度不整合；②早一中维宪期之间（即阿克沙克组下亚组与上亚组之间），表现为中维宪期底部常有粗大砾岩沉积，并常见此地层超覆于更老地层之上；③维宪晚期地层与纳缪尔早期地层（相当牙满苏组或贵州摆佐组）之间局部存在侵蚀间断面，故亦有一次造陆运动。其中，以杜内期与维宪期之间的运动最普遍，所以如伊犁运动确系指早石炭世时期的运动，则应将其限定于第一幕。

【萨乌尔运动】 Sawuer movement 西尼村（1954）创名，指天山上、下维宪阶间的不整合，上维宪阶盖在泥盆系杜内阶及下维宪阶之上，有显著交角不整合现象，此不整合在天山的斋桑复向斜内几乎到处可见。萨乌尔运动后，斋桑复向斜隆起。新疆区测队（1980）认为整个准噶尔地区，早石炭世有过三次运动；①杜内期（黑山头组）与维宪期（南明水群）之间。属造山运动。表现在整个准噶尔地区乃至天山西段北坡、甘肃北山北部，南明水群（或与其相当的地层）与下伏地层的不整合接触（有时为超覆不整合）；②早一中维宪期（南明水群下部姜巴斯套组）与晚维宪期（南明水群上部那林卡拉组）之间的运动。这是一次造山一造陆运动，表现为上述地层间的小角度不整合或平行不整合；③维宪期（南明水群）与纳缪尔早期（萨尔布拉克组或巴塔玛依内山组）之间的运动。这期运动，在准噶尔南部及天山北麓为造山运动，表现为巴塔玛依内山组（或牙满苏组）与下伏地层的不整合或超覆不整合。而在准噶尔北部（包括萨乌尔山和斋桑盆地的东缘）却表现为由海变陆的“突然过渡”（整合），因此，西尼村（1954）所称上维宪和下维宪之间的萨乌尔运动，按时代看，应属第“2”次运动，即姜巴斯套组与那林卡拉组之间的运动。但是，斋桑复向斜的隆起不是在这次运动之后，而是在维宪晚期之后，并且在此地区表现为由海至陆过渡，并不存在由于构造运动而造成的沉积间断。

【周陂运动】 Zhoupi movement 见于1959年南岭区域地层表（草稿），指南岭早石炭世维宪期周陂组和杜内期龙田组之间的微不整合。张有正（1959）认为是平行不整合，属于海浸超覆性质。近年来，广东地质局区测队根据化石资料，已将龙田组部分划归上泥盆统帽子峰组，部分仍为岩关阶，周陂组划为大塘阶。而大塘阶与岩关阶之间为整合接触关系，不存在构造运动，周陂组及龙田组早已废弃不用。但在连平、忠信一带见一套浅海—滨海相碎屑岩建造（局部含煤）不整合覆于上泥盆统帽子峰或双头群之上，据所产动植物化石组合，其时代属早石炭世大塘期，并命名为忠信组，此组与下伏地层为平行不整合成超覆不整合接触，尚未命名。

【淮南运动】 Huainan movement 李四光（1931）创名，指中石炭世黄龙群和早石炭世晚期和州段间的侵蚀不整合，贾汪盆地最清楚，黄龙群（应为本溪群）覆盖在下石炭统及奥陶系上。李四光（1939）又指出，长江下游及南岭两麓，莫斯科统超覆在下石炭统上部（维宪阶）及较老地层上，莫斯科统底部常有砾岩或白云岩，其与下伏地层的接触面常高低不平。此运动相当于苏台德运动。张文佑等（1941）在广西发现中石炭世黄龙群不整合在中泥盆世东岗岭组上，中石炭世大浦组和上泥盆统间，中石炭世大浦组和早石炭世晚期上燕子组间也有不整合。徐怀大等（1959）说此运动在广西活动范围和八桂运动差不多。安徽地质局区测队（1980）认为在皖中及皖南，黄龙组与早石炭世之间，普遍有假整合存在，沿“休宁海峡”，黄龙组可以超覆不整合在下古生界及元古界地层之上。但在淮南缺失本溪组，淮南、淮北均不存在早石炭世沉积。因而，中石炭世黄龙组与早石炭世晚期间的构造运动，不应用淮南运动一名。

【昆明运动】 Kunming movement 李四光（1931）创名，代表中石炭世黄龙群和晚石炭世船山组间的不整合。云南及邻区交角不整合显著，其他各地为造陆运动。丁文江曾命名为越南运动第二幕。因丁文江枉昆明附近发现这个剧烈的运动，故李四光称为昆明运动，并认为和欧洲的阿斯特里（Asturian）运动相当，在云南是造山突变。曾鼎乾（1940）说昆明附近缺失上石炭统，早二叠世栖霞组盖在黄龙群上，似有交角不整合。郭文魁（1942）指出，昆明运动在云南南部较为显著，抵达昆明东北，已成强弩之末，晚石炭世乌拉统和中石炭世威宁统间有不整合，且威宁统在威宁背斜南北两翼，厚度相差500米，乌拉统底部砂岩夹有灰岩碎块，这些现象足以表明乌拉统和中石炭统之间有侵蚀面。郭文魁（1944）又认为，滇北没有不整合，显著的间断也少见，滇东一直在上升，它们呈侵蚀接触。

【鲁中运动】 Luzhong movement 刘国昌等（1950）创名，指在山东中部莱芜、新泰等地发现的晚石炭世太原群和中石炭世本溪群间的不整合。他认为这是鲁中地区轻微的褶皱和微弱的造山运动，相当于昆明运动。赵一阳（1957）认为，这是鲁中穹隆颤动产生的不整合观象，为局部的造山运动，在华北并不普遍存在。山东地质局（1980）认为，在菱芜地区这一不整合是极个别的现象，在其它地区为连续沉积。有人认为这是由于经过中奥陶世以后的造陆运动，使中石炭统本溪群沉积有多寡之分，造成太原群盖在本溪群的不同层位或直接覆于中奥陶统之上所致。

【云南运动（一）】 Yunnan movement（1） （1）谢家荣等（1941）命名，代表云南北部华力西运动之一幕，即早二叠世栖霞组和晚石炭世马平群（乌拉灰岩）间的地理不整合。栖霞组底部有砾岩，厚可达200米，乌拉灰岩受侵蚀，有时缺失，使栖霞组直接和中石炭世威宁群接触，是造陆运动。王鸿祯原称昆明运动，为避免和李四光的昆明运动相混，改为此名。郭文魁（1942）认为宣威、威宁间船山群（马平群）厚薄不一，时而尖灭，以扁豆状夹于栖霞组和威宁群之间，栖霞组底部有砾岩，在盐津、昭通间，栖霞组超覆于以前各层上，盐津之南柿子坝背斜两翼则有不整合现象，交角不整合发生在栖霞组和中志留世大关组间，它和下石炭统则为平行不整合。

【黔桂运动】 Qiangui epoirogony 赵金科等（1959）创名，指桂北早二叠世栖霞组和晚石炭世马平群间的平行不整合，是振荡运动。根据中国科学院黔南地层队（1959）资料，栖霞组底部煤系和马平群为平行不整合接触。据广西某普查队资料，在宜山局部有轻微不整合。广西区测队（1980）认为广西大部分地区上石炭统和下二叠统为整合关系，但局部地区可见两者为平行不整合接触。大瑶山隆起北缘、南丹、河池一带，栖霞阶底部为厚数米至10余米的炭质页岩夹劣质煤层和铝土矿层，最底部往往有砾岩或粉砂岩，与下伏上石炭统或壶天群呈平行不整合接触。

【秦岭运动】 Qinling orogeny 翁士灏（1927）命名，指古生代末期的地壳运动。在西秦岭，这个运动使古生代地层强烈褶皱，东秦岭地槽的褶皱延续到侏罗纪末期的燕山运动。葛利普（1924）也说秦岭地层的褶皱发生在古生代末期，使秦岭地槽发生迁移。维里斯（1907）认为秦岭的地壳运动发生在二叠一三叠纪的甘肃系和中、晚侏罗世的砂岩间。谭锡畴（1925）根据商城，固始、信阳等地的下侏罗统与‘五台系”，白垩系与‘五台系”以及白垩纪凝灰砾岩与下侏罗统间的不整合现象，指出秦岭褶皱形成于早、中侏罗世，或者延续到早白垩世。根据赵亚曾等（1931）的研究，秦岭二叠纪草凉驿群和震旦纪或寒武奥陶纪榨水群间有不整合存在；大巴山的巫山石灰岩和奥陶纪以及志留纪灰岩间有假整合；秦岭南部侏罗纪勉县群（或滴水铺群）和石炭纪略阳群间有假整合，他们认为调查区内有华力西运动存在。黄汲清（1931）在讨论秦岭地槽的迁移时指出在石炭纪末发生褶皱。喻德渊（1959）说早石炭世末的褶皱使中石炭世草凉驿群不整合在较古地层上，二叠纪中叶，秦岭北部发生褶皱，侏罗纪煤系常不整合在较古地层上，和淮阳山脉对比，认为秦岭最后一次造山运动属于三叠纪末的淮阳运动。姜春发等（1962）在东秦岭发现中、下三叠统复理式建造，它和上覆的侏罗系含煤岩层成不整合关系，认为东秦岭冒地槽结束于印支运动。故秦岭运动应代表秦岭地区的印支运动。

【东吴运动】 Dongwu revolution 李四光（1931）创名，后改称“东吴革命”，指上、下二叠统之间发生的一次剧烈的褶皱运动。这是根据南京青龙山和镇江南山的平面

地质图推导出的下二叠统栖霞组或孤峰组与上二叠统龙潭组间的角度不整合确定的。并认为是远东华力西运动中最激烈的一幕，相当欧洲萨阿尔运动。尹赞勋等（1978）对东吴运动的存在提出怀疑，认为到目前为止，关于苏、浙、皖、赣、湘、鄂等省的上，下二叠统间的接触关系，似乎还不曾遇到过明显的角度不整合，而都是平行不整合，因之，东吴运动不是一次褶皱运动，而只是造陆运动。

【鸣山运动】　Mingshan movements　高平等（1940）命名，指赣西晚二叠世鸣山组和早二叠世的茅口组之间的不整合。相当于李四光所称的东吴运动位置。他把东吴运动划在鸣山组之上，与乐平煤系呈不整合接触。详见东吴运动。

【东南运动】　Dongnan epeirogeny　阎峻峰等（1962）命名，指江西晚二叠世长兴组和中二叠世乐平组间的假整合。许多地区缺失乐平组的上部两组地层，若干地区在长兴组和乐平组之间有褐铁矿层，故认为其间有地壳运动，为上升（造陆）性质。王安德等（1965）指出苏、浙、皖地区龙潭组与长兴组间并无明显的地壳运动迹象、龙潭组也并非缺失其顶部地层。江西地质局研究所等单位（1977）在东南运动命名地点宜春飞剑潭水库发现原所称二叠世长兴统实为龙潭组上部的七宝山段。而老三段与七宝山段为连续沉积，二者产状一致、既无不整合也不缺失地层。虽然乐平煤系王潘里段顶部有一层含星点状黄铁矿或黄铁矿结核的细粉砂岩风化产物，但不能作为假整合标志。故认为东南运动实不存在。

【湖南运动】　Hunan movement　原称艮口运动。田奇□（1936）认为以艮口村这个小村庄来命名地壳运动是不确当的，他列举了湖南醴陵等地艮口群和泥盆系、石炭二叠之间的不整合现象，并把艮口运动改为湖南运动。湖南地质局区测队朱伦杰等依据动植物化石及区域资料认为醴陵等地的不整合现象实际上是晚三叠世三丘田组与其下的地层间的不整合，究竟相当于艮口运动（安源运动）还是三湾运动，因地层缺失太多而难以定论。这样“湖南运动”的含义就不确切了，故建议不予沿用。

【甘肃革命】　Gansu revolutions　叶连俊等（1942）命名。代表陇南早侏罗世勉县群和早二叠世十里墩组间的不整合，是陇南和西秦岭华力西晚期主要造山运动。

【通化运动】　Tonghua movement　王竹泉（1955）命名。发生在三叠系和二叠系、石炭二叠系之间，见于吉林临江县北的湾沟及松树镇。他认为这一造山运动是华力西运动的一幕，在中国北部称通化运动。但此词在东北地区基本不用。据吉林省区域地层表（1978），浑江小区只局部出现晚三叠系北山组。上下接触关系均系断层，且均为古生代地层。

【苏皖运动】　Suwan movement　李四光（1931）命名。代表早、中三叠世青龙群和晚二叠世龙潭组间的假整合。它是华力西运动的最后一幕，和欧洲的法尔兹幕相当。阮维周（1937）在贵池见到有三处不整合。张文佑等（1941）在广西见到有时整合，

有时不整合。一般认为这个运动比较微弱。安徽地质局区测队（1980）认为苏皖运动在安徽地质局境内不存在。在浙江长兴，安徽巢县铜陵、安庆、宿松等地三叠系与二叠系之间不存在过渡层，为整合接触。

【印支旋□】 Indo－Sinian cycle 弗罗马热（J. Fromaget，1934）把印支半岛晚三叠世的褶皱命名为印支褶皱。1945 年黄汲清采纳此名，把中国境内发生于三叠纪的地壳运动称为印支运动。以后，引伸出印支旋□这一名词。印支旋□实际是指包括整个三叠纪在内的中生代初期的地壳构造发展阶段，其起讫时限为距今 2. 25 亿年至 1. 9 亿年前。在我国，印支旋□期间构造格局发生了明显的变化，因此许多地质学家都承认这个构造旋□的重要性。

【大青山运动】 Daqingshan move 李星学（1954）命名，指内蒙石拐沟煤田早、中侏罗世石拐组和二叠、三叠纪萨拉齐群之间的不整合。上盘最老地层为石拐组下部的五当沟组（侏罗系底部）；下盘最新地层为萨拉齐群上部的脑包沟组（今确定为晚二叠世脑包沟群）。设想这一造山运动发生于晚二叠世及早侏罗世间是比较合理的，属印支旋□。内蒙地质局第一区测队（1980）认为此运动因上、下盘之间缺失三叠系，下盘时代难以肯定，建议废弃不用。

【太平洋运动】 Pacific movement ❶1939 年别洛乌索夫创“太平洋褶皱”一名，专指中生代时期形成的褶皱。朱森（1939）用以指华东侏罗纪和白垩纪间的构造作用。黄汲清（1945）认为亚洲有两个根本不同的燕山褶皱型式。一为特提斯式，一为太平洋式。王鸿祯（1956）用太平洋构造阶段一名，和欧洲的老阿尔卑斯阶段以及中国的燕山构造阶段同义。黄汲清（1956）认为，太平洋运动一名若要保留，它应包括印支运动、燕山运动和喜马拉雅运动。敖振宽（1956）认为，太平洋运动即中生代构造运动，包括三叠纪末的越南运动，侏罗纪末的燕山运动和白垩纪末的四川运动。北京地质学院（1961）认为太平洋运动即燕山运动。刘以宣等（1962）以太平洋运动包括中生代及中生代以后的各次地壳运动。❷指受太平洋底侧压作用，使大陆的硅铝层受到俯冲所形成的褶皱山脉及断层山脉的过程。其时代为早侏罗到老第三纪，约与燕山运动相当。日本的外带在太平洋运动之前，为自房总半岛的东南呈东西方向东延，其后受到来自南方的侧压作用而弯曲并形成日本大地沟带（fossa magna）。这一地带出现的褶皱、断裂以及关东地震期间的变动，有人认为都是太平洋运动的反复再现。

【南澳运动】 Nan’ao movement 颜沧波命名，指晚白垩世碧候群和上古生界大南澳群之间的不整合。碧候群底部有以大南澳群中的片岩圆砾为主的砾岩层（颜氏称为 M 砾岩层）。据现有资料，碧候群时代应为白垩纪—古新世；大南澳群时代应为石炭纪—三叠纪。福建区测队所编制的 1/50 万台湾省构造体系图，把大南澳群上部单独分出称“玉里群”，时代属晚二叠世—三叠纪；下部仍称大南澳群，时代属石炭纪—早二

叠世，因此现所指的南澳运动是白垩系—古新统碧候群和上二叠纪世—三叠系玉里群间之不整合。有人认为此运动代表的时间太长，地层缺失太多，不便采用。

【桂西运动】 Guixi movement 张文佑等（1943）创名，指广西那贞、思乐，田东中三叠世平而关群与早三叠世灰岩之间的不整合上；在田东西面，中三叠统不整合在马平群和栖霞组上；马龙圩附近，平而关群直接覆盖在马平群上；在罗楼附近，平而关群又和上二叠统及下三叠统成不整合接触。据广西地质局区测队资料，在武鸣灵马一带的中三叠世百逢组底部见有数十米至近百米的火山碎屑岩或砾岩；在崇左江洲一带中三叠统百逢组有厚1600余米的海底酸性火山岩，底部为凝灰岩，表明中二叠世时火山活动较强烈。而在广西其它地区见早、中三叠世地层均为整合接触，原创名人所到地点的不整合关系，实为断层接触。

【下扬子运动】 Lower Yangtze movement 张席禔（1958）命名，是早三叠世末和中三叠世前的地壳运动，为印支运动第一幕，比淮阳运动略早，经过这一运动，下扬子地区海水退去。此运动苏浙皖闽湘鄂诸省都存在。但有人认为资料不足，可不采用。

【印支运动】 Indosinian movement 1934年，法国地质学者J·弗罗马热（Fromaget）始将印支半岛晚三叠世前诺利克期与前瑞替克期的两个造山幕，命名为印支褶皱（Indasinides）。1945年，黄汲清首将中国的阿尔卑斯旋□划分为印支、燕山、喜马拉雅三个亚旋□，以印支造山旋□，称呼我国中生代初期的地壳运动，还先后将其划分为2—5个造山幕，并强调运一运动的重要意义。中国东部印支期的地壳运动较为明显，已早引起我国地质学者的重视并给予专名。如丁文江（1929）将前里阿斯期运动名为“东京运动”；李毓尧、李捷、朱森（1935）以南象运动、金子运动命名下杨子宁镇山脉地区早侏罗前及晚三叠前运动，以艮口运动命名湖南地区的上三叠与下侏罗之间的运动；黄汲清、徐克勤（1937）以安源运动命名上三叠统内的地壳运动；李四光（1939）将三叠纪末的造山运动名为淮阳运动；张文佑、孙殿卿、吴磊伯、徐煜坚（1941—1943）将广西三叠系内部的地壳运动命名为桂西运动、龙华运动等。中国西部，在解放以来也发现印支期地壳运动，对西南及青藏地区也有重要影响。印支运动的提出以及印支期构造在我国的研究，已有近半个世纪的历史。目前一般认为，印支期地壳运动在时期上，应包括整个三叠纪期间到早侏罗世之前的地壳运动，其时限约为225—190百万年；在分布上，我国西部的特提斯带发育有三江、松潘、甘孜、西秦岭及南秦岭的印支期地槽褶皱带，我国东部的滨太平洋大陆边缘活动带，印支运动西弱东强，以不同形式叠加在不同时期基底岩系之上，再往东台湾以至琉球群岛、日本一带则可能存在着一条海西印支期地槽型活动构造带；在影响上，印支期为我国西部印支地槽褶皱带的主要形成期，为我国东部古地理、古构造格架发生巨变的转折点，为亚洲大陆与太平洋之间构造体制演化的新阶段；在隶属上，印支期在构造发展中起着承前启后的

重要作用，我国地质学者有的主张应属于中、新生代阿尔卑斯旋□的开始，有的则主张属于晚古生代海西旋□的延续。

【金子运动】　Jinzi movement　李毓尧等（1935）创名，指宁镇山脉地区晚三叠世黄马青组和早、中三叠世青龙群间的交角不整合接触关系。在南京下蜀的金子山最显著而得名。黄马青组是陆相红色砂页岩，青龙群是海相灰岩。李四光（1939）把金子运动和淮阳运动并用。潘随贤（1962）指出，青龙群构成紧闭褶皱（∠50—70°），黄马青组构成开阔褶皱（∠20—40°），黄马青组底砾岩主要由青龙群灰岩构成，呈交角不整合接触。因此，从大范围来说，从青龙群及其以前地层和黄马青组间存在着一个很大的角度差（20—60°）来看，其间有一个褶皱运动是肯定的。张祖还（1962）把金子运动和南象运动合称为印支运动。他指出黄马青组和青龙群的不整合关系（即金子运动）是存在的，某些地方表现为很大的交角，说明在黄马青组沉积前，青龙群已受到相当激烈的褶皱变动，某些地方两者产状一致，也有断层接触。表示黄马青组底砾岩和青龙群呈显著的交角不整合接触。夏邦栋（1963）认为黄马青组厚度巨大，具碎屑性有磨拉石建造性质。郭令智等（1963）以青龙群的分布具线状性质和华力西印支期比较强烈的岩浆活动，认为那时华南加里东地槽褶皱区似乎未进入稳定的地台阶段，应属于向地台过渡的地槽褶皱后的造山阶段，黄马青组及象山群标志着新的陆相环境的发展时期，它们是在加里东和华力西印支期褶皱基底的基础上发展起来的上叠地堑式盆地或向斜凹陷沉积。尹赞勋等（1978）认为这一褶皱运动并不存在，理由是上下两套岩层倾向的不一致，即使观察可靠，也可以是由于原始倾斜或滑坍，或者由于两套岩层一强一弱，共同被较晚的褶皱运动卷入时所产生的差异变形。褶皱幕根据角度不整合，而角度不整合不一定代表褶皱幕。但张祖还（1980）仍认为金子运动存在。

【淮阳运动】　Huaiyang revolution　李四光（1939）创名，指三叠纪末期的褶皱运动，亚洲东部皆受影响，越南一带更有剧烈的褶皱，张文佑（1941）在广西也有发现；喻德渊（1945）在安庆马鞍山见黄马青组与青龙群之间的角度不整合，中国科学院地质研究所（1958）以淮阳运动和印支运动并用，作为华力西运动的延续，并结束了三叠纪地槽，与金子运动相当。目前有人对东马鞍山地区的淮阳运动提出了疑问。

【艮口运动】　Genkou orogeny　李毓尧、朱森等（1934）命名，指湖南宜章艮口村，晚三叠世艮口群和早二叠世栖霞组及其他老地层间的交角不整合。它和宜章、郴县比较后推测这个运动发生在三叠纪和侏罗纪之间。朱伦杰等认为这个运动发生在中三叠世末和晚三叠世初期，相当于安源运动。

【平而关运动】　Ping ’erguanmovement　贵州省地质局某地质大队（1959）创名。这次运动指黔中和黔南中三叠统关岭组（安尼西阶）和上部法郎组拉丁尼阶之间的地壳运动，一般为整合，局部为假整合，是印支运动第二幕。

【龙华运动】　Longhua movement　张文佑（1943）命名。指发生在广西宾阳城东上三叠统卡尼克页岩不整合在中三叠统上的现象。广西省地质局区调队（1980）认为上述地层划分有误，在命名地点及其周围并无上三叠统的存在，仅分布下三叠统及中三叠统下部的百逢组，原作为命名依据的卡尼克页岩，实为下三叠统，并且与二叠统是断层接触关系，建议废弃。

【安源运动】　Anyuan orogeny　黄汲清等（1937）创名，指三叠纪末期的一次褶皱运动。这是根据赣西萍乡煤田下煤系紫家冲段和三叠系茅口组间的明显角度不整合确定的。紫家冲段中有化石，证明为瑞替克—里阿期，三叠系为早、中三叠世，因之安源运动发生在晚三叠世瑞替克期以前。60 年代初的区测资料证实，这个运动发生在 T_2 – T_3^3 之间。在赣西其他地方、赣东、赣南、湖南、粤北等地区也有与此相当的运动发生。

【一平浪运动】　Yipinglang movement　张席禔（1958）命名，指中国南部晚三叠世诺利克期以前，卡尼克期以后的地壳运动，为印支运动第二幕，是上升运动，和淮阳运动、金子运动相当。云南一平浪组属于诺利克期。据云南地层表，此运动以假整合面为代表。

【南象运动】　Nanxiangmovement　李毓尧等（1935）创名，指早侏罗世象山群和晚三叠世黄马青组间的不整合关系。在南京南象山和栖霞山最显著，黄马青组及以前地层有时挤压过甚，发生局部倒转褶皱或逆掩断层，这个运动形成了宁镇山脉的雏形。命名的标准地点为南象山。李四光（1939）认为，宁镇山脉侏罗系常和黄马青组及较老地层不整合，南象山早侏罗世砾石砂岩不整合在黄马青组和栖霞组上，栖霞山侏罗系和二叠系、石炭系不整合，黄马青组的时代为晚三叠世，所以南象运动发生在晚三叠世以后，早侏罗世以前。潘随贤（1962）认为在南京至芜湖一带，因象山群继续了黄马青时期的坳陷而沉积，两者呈较微弱交角度不整合关系。张祖还（1962）指出，象山群和黄马青组在下扬子地区产状往往是近乎一致的，看不出明显的不整合关系；在宁镇山区有时局部出现微交角不整合；在南象山南麓则有明显的交角不整合存在。象山群和青龙群及其他老地层大多是呈显著的交角不整合接触。因之，他认为黄马青组形成后，褶皱运动继续进行，金子运动形成的褶皱隆起区一部分又相对下降，接受了象山群沉积，形成象山群和青龙群等的交角不整合，不能因局部假整合而误解了地壳运动的性质。施央申等（1963）认为象山群和黄马青组为整合或平行不整合关系，有过渡岩层存在，具有构造的形态继承的特点。印支褶皱晚期（即金子运动）产生了黄马青组的红色建造，象山群的沉积是继承了此运动形成残留向斜盆地。因此，本区主要褶皱变动属于印

支期（金子运动）。

【三湾运动】　Sanwan movement　黄汲清等（1937）创名，见于赣西萍乡煤田，侏罗纪三邱田段（或上煤系）和三家冲段间的交角不整合，它没有安源运动分布广泛，其强烈程度也不及安源运动。不整合现象在三湾和花坎南面见到，三邱田段覆盖在三家冲段、亭子山段和紫家冲段等侏罗系的不同层位上。三湾附近路旁有上煤系的底砾岩出露，它由大小不等的次棱角状砾岩组成，大多数的砂岩砾岩来自下煤系中的砂岩，因为三邱田段属于里阿斯晚期或中侏罗世，所以三湾运动发生在侏罗纪初期。李英鉴（1959）把赣西中生代煤系分为门口山统和安源统，前者时代为早侏罗世里阿斯期，后者为晚三叠世瑞替克期，其间存在不整合代表三湾运动，它是造山运动，在赣西各中生代煤田中普遍存在。郭伯康等（1959）认为早侏罗世水裕统和晚三叠世安源统之间是假整合。陈钟惠（1963）认为上煤系和下煤系是平行不整合关系。

【越中运动】　Yuezhong movement　刘以宣等（1962）使用，指三叠纪与早侏罗世之间的地壳运动。著者本意可能用来代替印支运动。他们认为粤西加里东运动不显著，主要褶皱的生成是中生代的越中运动以及各次太平洋运动的结果。中国地质科学院宜昌地质研究所（1980）据近年资料认为这一地区上三叠统与下侏罗统间为整合接触，未见构造运动现象存在。广西地质研究所认为用越中运动代替印支运动没有必要，而且在广西桂东加里东运动很明显，粤西紧邻桂东，因此认为粤西加里东运动不明显，证据是不足的。

【三都运动】　Sandu movement　刘元镇等（1951）命名。发现于湖南资兴三都。此运动表现为平行不整合，即指上三叠统顶部的唐垅组与其下的杨梅垅组之间的假整合面，是继三湾运动之后的又一次运动。发生时间是在晚三叠世晚期至中晚期。近年来区测工作证实，唐垅组代表早侏罗世的沉积，杨梅垄组代表晚三叠世晚期沉积。因此，三都运动一名就应代表上三叠纪与下侏罗纪之间的沉积间断。

【东京运动】　Tokyo movement　丁文江 1929 年创名，他将燕山运动分为三幕。把东京运动列为第一幕，指发生在早侏罗世与晚三叠世之间的运动；第二幕发生在晚侏罗世（J_3）与早白垩世之间；第三幕则出现在早白垩世与晚白垩世之间。黄汲清（1945）认为此运动相当于老细末里运动，因 J·弗罗马热已把“东京褶皱”一名用于加里东褶皱，而把相当于丁氏的“东京运动”命名为印支褶皱，故将“东京运动”一词废弃。有人指出此词在实际工作中造成很多混乱，因此建议仍沿用 1927 年翁文灏先提出的燕山运动。

【燕山旋□】 Yanshancycle 中国由侏罗纪初（1.9亿年前）到白垩纪末（0.7亿年前）的地壳构造发展阶段。在我国东部，在这个持续1.2亿年的构造旋□中，以构造运动频繁和伴有强烈的岩浆活动为特征。而且，这一旋□的构造运动影响几乎遍及全国。现在我国绝大部分地区的构造型式，基本上是在燕山旋□期间造成的。

【蒸山运动】 Yanshanian movement 翁文灏于1927年以燕山为标准地区创名，原义代表侏罗纪末期、白垩纪初期产生的不整合、火成岩活动和成矿作用。1929年翁文灏又将燕山运动划分为A.B两幕，分别代表前髫髻山组、前王氏组的不整合。丁文江（1929）把燕山运动分为三幕，其中把晚三叠世瑞替克期后的印支运动称为燕山运动第一幕。谢家荣（1936、1937）将燕山运动分为五期，分别以前门头沟组、前九龙山组、前东岭台组、前坨里组、前长辛店组的不整合或假整合为代表。李四光（1939）在燕山运动名下分为六个幕，它从中三叠世末，一直延续到白垩纪末。张文佑等（1941）将燕山运动包括宁镇、兴安、闽浙三次地壳运动。黄汲清（1945）认为谢家荣的燕山运动第一幕应属印支旋回，并将北京西山区的燕山运动分为前九龙山组与髫髻山组、前坨里组、前长辛店组三个幕。后来（1960）黄汲清又将中国东部的燕山运动分为五期，并认为燕山运动是中国东部、苏联远东和西伯利亚的主要造山运动，甚至波及到中国西部。李春昱（1948—1951）把燕山运动只作为侏罗纪晚期，或侏罗纪末、白垩纪初的一个幕，后来（1964）他又将其限定是侏罗纪—白垩纪间的地壳运动。赵宗溥（1959、1963）先后将中国东部的燕山运动划分为三个和六个造山幕，并认为此运动延续到始新世。半个多世纪以来，我国地质学者已对燕山运动进行过大量研究工作。目前一般认为，蒸山运动为整个侏罗、白垩纪期间广泛发育于我国全境的重要构造运动，主要表现为褶皱断裂变动、岩浆喷发侵入活动及部分地带的变质作用，在不同的构造部位，燕山运动的强度与表现形式有着明显差别，如就我国东部以至整个西滨太平洋带来说，燕山期的构造变动与岩浆活动有着愈向太平洋方向愈加强烈的演变规律。燕山期的地壳运动与构造变动具有长期性与多幕性相统一、渐进与激化相交替的特点，与此相应，燕山期的岩浆喷发与侵入活动具有多期次性的特点。燕山期为我国重要的形变期与成岩、成矿期，也是我国基本构造格架的形成期与改造期。目前看来，燕山运动不仅为我国的重要地壳运动，而且这一时期的地壳运动对整个环太平洋带以至部分特提斯带等都有着重要影响，因而燕山运动应属洲际性的重要构造运动。

【湘粤运动】 Xiangyue movement 李毓尧等（1934）命名，指湘南、粤北红层和晚三叠世艮口群间的不整合，不知确切时代，大致和燕山运动相当。据区测资料，发现在醴陵、辰溪也有这个不整合存在。关于红层的时代，近年来研究，有侏罗世和白垩世两个时代的地层。此词现已无人使用。

【朝阳变动】 Chaoyang dislocation 辽宁地质局第一区调队命名（1979），指辽西

地区侏罗系中统海房沟组砾岩不整合覆于侏罗系下统北票组之上。在北票等地关系最为清楚。相当于燕山运动第一幕。经过这次变动后，引起了本区地势分化，形成新的盆地，并伴随岩浆活动，侵入兴隆沟组的杨家杖子花岗岩被海房沟组不整合掩盖，同位素年龄值为1.7亿年。

【松岭变动】 Songling dislocation 辽宁地质局区调队（1979）创名，指辽西地区白垩系下统义县组火山岩与下伏侏罗系上统土城子组红层之间的不整合关系。它系燕山运动主幕的遗迹。此运动促使建昌盆地、北票盆地、金岭寺—羊山盆地褶皱隆起，形成松岭、黑山、阜新—义县盆地。同时造成侏罗系上统土城子组和侏罗系中统兰旗组倒转的逆掩断裂。热河地区生物群空前繁盛。而在东北地区区域地层表辽宁分册中，土城子组已划为侏罗纪中统，义县组划为侏罗纪上统下部，故松岭变动应属中上侏罗纪之间的运动。

【萍乡运动】 Pinxiang movement 黄汲清等（1937）创名。指赣西萍乡附近白垩纪红色岩系和下侏罗统间的不整合关系，郭伯康等（1959）称作印支运动的最后阶段。高平等（1940）认为本区没有白垩纪地层。这一不整合为燕山运动形成。陈钟惠（1963）提到，本区红色岩系和江西其他地区的岩性对比，初步认为是下第三系，它和上煤系顶部的三丘田段成不整合接触关系，这是燕山运动在本区的表现。

【宁镇运动】 Ningzhen orogeny 李四光（1939）创名，原指侏罗纪末的一次褶皱运动。这是根据宁镇山脉白垩纪建德群和侏罗系之间的角度不整合确定的。这一运动使侏罗系产生强烈褶皱和逆掩断层，相当于燕山运动A幕和新细末里运动。李春昱（1962）把闽浙的建德群分为三组，时代为晚侏罗世到早白垩世，它和上三叠统上部至下侏罗统梨山（或乌灶）煤系呈交角不整合接触。原来白垩纪建德群已改为中上侏罗统，因之这一运动发生的时间也相应改为侏罗纪早期。

【震旦运动（一）】 Sinian movement（1） （1）章鸿钊（1936）创名。他认为中生代晚期至始新世后，中国东部地壳运动可分五期（见上表），每期动向均和前期相反，且都和震旦方向（东北—西南方向）略近直角，在意义上和翁文灏的燕山运动稍有不同，只限于燕山运动具震旦方向者。他用地壳波动说和地壳均衡说来说明震旦运动的起源，并认为是因地下岩浆前后反复活动而引起的。这五期地壳运动和太平洋东岸完全能进行对比。在实际工作中，现在广泛使用的是燕山运动和喜马拉雅运动，很少用震旦运动一词。

地质时期	动期	动向	有关系的火成岩
始新世后	第五期	从东南来	玄武岩流
始新世前 晚白垩世前	第四期	从西北	花岗岩类
早、晚白垩世间	第三期	从东南	流纹岩类
早白垩世中	第二期	从　北	粗面岩或凝灰岩
晚侏罗世后以迄 早白垩世初	第一期	从东南	安山岩类

【兴安运动】　Xing’an movement　李四光（1939）命名，是发生在早白垩世后、晚白垩世前的地壳运动、火山活动。东南沿海各省的流纹岩、安山岩和凝灰岩等，为这一运动的产物。张文佑等（1941）在广西也发现这一运动的迹象，晚白垩世伴有火山喷发。顾知微（1962）把流纹岩确定为白垩系下统的下部，李春昱（1961）认为是上白垩统顶部，而原来认为是下第三系的赤石组为流纹岩覆盖，它的时代是晚白垩世。广西区测队（1980）认为这一运动在广—西表现较为明显，晚白垩世地层普遍角度不整合于早白垩世地层及更老的地层之上。使早白垩世地层发生轻微的褶皱。上白垩统火山岩发育。宜昌地质矿产所杨振强（1980）认为东南沿海各省的火山岩喷发具有多期次、多旋□的特点，从早白垩世一直到晚第三纪火山活动频繁。在广东、广西的流纹岩也不能断定仅仅只限于晚白垩世，时限太长，兴安运动一词概括不了东南沿海从白垩纪至第三纪的多次构造运动。

【闽浙运动】　Minzhe orogeny　李四光（1939）创名，原指中生代末的一次褶皱运动。这是根据闽浙地区下第三系和白垩系间的角度不整合确定的。此运动形成东南及南部各省的花岗岩及碱性岩侵入体，相当于燕山运动尾幕和北美的拉拉米运动。喻德渊（1964）说这是扬子及鄂黔滇褶皱带最后一次较大的褶皱运动。东南沿海经过这次运动，结束了大活动期，基本上趋于稳定。据近年来资料，闽浙地区原定为白垩纪的建德群或武夷群已改为侏罗—白垩系，原下第三系衢江组改为早白垩统，江苏原认为早第三纪的浦口组已改为晚白垩统。因之，这个运动发生的时代也相应改为中白垩世之前。

【四川运动】　Sichuan（Szechwan）movemqent　谭锡畴（1931）创名，指发生在四川红层沉积以后的一次褶皱运动。红层时代为上侏罗统和下白垩统。与邻区比较，此运动发生在早白垩世和始新世之间。李春昱等（1943）根据川东地区红层同侏罗系一起倒转，及脊椎动物和鱼化石，认为此运动发生在始新世以前，和拉拉米运动相当。侯德封等（1945）在黔北发现第三纪（?）茅台砾岩和侏罗系及白垩系不整合，认为相当燕山运动第二幕。李春昱（1050）认为这个运动在秦岭很重要，山脉由此而形成，东南各省四川运动的强度，较加里东运动为弱，和燕山运动相当。喻德渊（1959）把四

川运动和闽浙运动并用。他说白垩纪未经四川运动四川盆地边缘产生剧烈褶皱及逆掩断层，盆地内部产生一些复背斜和复向斜，如川东弧群、龙门山前凹陷、成都向斜、川北向斜、赤水凹陷及峨眉隆起等，第三纪期内盆地内部多是山麓堆积及河流冲积的砂砾层，很少有大面积的沉积。黄汲清（1960）指出，这个运动究竟是指早、晚白垩世间的运动，还是白垩纪末的地壳运动的问题有待解决。近年工作证实，川西原白垩系石门组（灌口组）上部应为下第三系；川东垫江原东湖群发现恐龙化石，应为晚白垩统，川南原自流井组应为早、中侏罗统，故四川运动的时间应早一些。

【喜马拉雅旋□】　Himalayan cycle　由第三纪初期至现代的地壳构造发展阶段。这个在地壳发展史上最晚的一个构造旋□，是因喜马拉雅山脉形成于这个构造阶段而得名。

【合黎运动】　Helimovement　孙健初（1946）创名，指下第三系和白垩系间的不整合，在甘肃永登咸水河及皋兰河口一带，上新世—渐新世的甘肃组和白垩纪河口组不整合；酒泉、玉门一带，白垩纪惠回堡群沉积后，发生地壳运动，使这一地层缓缓倾斜，有正断层发生和火山活动；此运动在河口及下宣子也见到；白垩系内部的不整合在民和—享堂间首见，或系合黎运动的续动。目前，对惠回堡群的时代还有争论，有人认为属早白垩世，有人认为属晚侏罗世。河口群现定为早白垩世。

【喜马拉雅运动】　Himalayan orogeny　黄汲清（1945）首先引用，指新生代以来的造山运动。这一运动在亚洲大陆广泛发育，因首先在喜马拉雅山区确定，故名。这一造山运动使中生代的特提斯海变成巨大山脉，更新统的湖泊、河流堆积物隆起高度达2000多米。喜马拉雅运动一般认为包括三个主要造山幕。地质科学院等认为：第一幕在始新世末期至渐新世初期，海水从青藏高原全部退出，并伴随有强烈褶皱、断裂以及中酸性岩浆侵入，绝对年龄在50—60百万年或30—40百万年；第二幕开始于中新世初期，有强烈褶皱、断裂、岩浆侵入、变质作用等，形成了大规模逆冲断裂和推覆构造，导致地壳大幅度隆起，岩浆侵入，其侵入岩绝对年龄为10—20百万年；第三幕从更新世至现在，这时主要表现为高原的急剧隆起，周围盆地的大幅度沉降以及老断裂的继续活动，部分地区有第四纪火山喷发活动。喜马拉雅运动，不仅限于喜马拉雅山区，也发生在中国台湾省以及地中海、高加索、缅甸西部、印尼、菲律宾、日本和堪察加等广大地带。这个带是地壳上最新的褶皱山系，直至今天它的活动性仍很强烈。由喜马拉雅运动形成的褶皱带叫喜马拉雅褶皱带。喜马拉雅运动有人简化为“喜山运动”，不用地名全名，容易造成混乱。

【太平运动】　Taiping movement　颜沧波命名，指台湾省渐新世苏澳统和晚白垩纪碧候群间的不整合。苏澳统有底砾岩层（称E砾岩层），砾石大多来源于碧候群。小林贞一（1954）认为这个运动不存在。现有资料表明，碧候群时代应为白垩纪—古新世；“苏澳统”时代不清。现所指的太平运动应为白垩系—古新统碧候群和始新统西村组间

的不整合。

【茅山运动】　Maoshan movement　李毓尧等（1935）创名，指宁镇山脉茅山一带浦口组沉积之后发生的地壳运动。A幕发生在赤山组和浦口组之间，形成褶皱和逆掩断层等；B幕发生在雨花台组和赤山组之间，只形成平缓的褶皱。李四光（1939）在安徽、南京也发现这种现象，认为茅山运动和阿尔卑斯运动、喜马拉雅运动相当。近年来有人认为浦口组和赤山组的时代为晚白垩纪（周仁麟，1961）。故此运动实际发生在晚白垩世浦口组和赤山组之间。

【衡阳运动】　Hongyangmovement　田奇□（1936）创名，为湖南始新世潭市组和衡阳组间的不整合。杨钟健等（1938）认为湖南红层全部属早第三纪，其中没有白垩纪或上新世的地层，潭市组和衡阳组是一个地层单位。衡阳运动应指早第三纪红层的扰动，发生在中第三纪。李春昱（1948）认为，红层为早第三系，衡阳运动应改为早第三纪，在对比表中列在始新世和白垩纪间。湖南地质局区测队（1980）认为，湖南红层时代有早白垩世、晚白垩世及早第三纪。白垩纪末的燕山运动亚旋回，使早第三系红层与下伏白垩纪红层微不整合，形成平缓褶皱，及大量断裂。而宜昌地质所则认为晚白垩至始新世早期为连续沉积。红层内部的不整合见于晚白垩世晚期东塘组与下伏晚白垩世早中期的戴家坪组之间。田氏（1938）所指的潭市组所产的鱼化石和植物化石的确切时代应为古新世至早始新世，此组地层与代表晚白垩晚期的砂砾岩为连续沉积。因此，衡阳运动所代表的时代可能指广泛见于中南区的晚白垩世晚期与晚白垩世早期之间的不整合或假整合。

【南岭运动】　Nanling movement　翁文灏（1927）创名，指南岭地区第三纪中期的地壳运动，它使花岗岩侵入和金属矿带生成，相当于喜马拉雅运动。丁文江（1929）认为南岭运动属于喜马拉雅时代是不可靠的，南岭花岗岩没有侵入到第三系中，因此，南岭运动是蒸山运动的第三幕。章鸿钊（1936）指出南岭运动始于始新世以后，直至潭市砂岩形成之后，作为震旦运动第日期。大多数人认为南岭山脉是燕山运动的产物（谢家荣1940，杨杰1950）。徐克勤等（1943）在江西南部见渐新世（或中新世）雩都红色砂砾岩和始新世“罗□系”为一显著不整合，“罗□系”倾斜常甚急，“雩都系”则较为平整。这是A幕，时代为早第三纪后期。同时，“雩都系”常有三、四度的倾斜，和上覆的上新世（或早更新世）赣县砾石层为不整合；万安城南还见有“雩都系”的块状断层，这是B幕，时代为新第三纪。南岭运动A、B幕和茅山运动A、B幕两两相当。广东地质局区测队将南岭运动对应于燕山运动的一、二、三、四、五幕和喜马拉雅的二幕，每期构造运动均伴随有岩浆活动和成矿作用。宜昌所则认为南岭运动与李春昱（1936）所定的四川运动都应属于中始新世与早始新世之间的运动。

【大容运动】　Darong movemenrt　张文佑等（1942）创名，指广西桂平上新世白

石山组和早第三纪永福组间的不整合。由于这个运动在容县大容山出现了大容花岗岩侵入于永福组中，赵金科等（1959）确定永福组为下第三系下部，白石山组为下第三系上部。广西区测队（1980）认为原命名地点全属早白垩世下部新隆组，以往所称的底砾岩实为层间砾岩；大容山花岗岩也未侵入到永福组中，而是永福组沉积不整合于此岩体体之上，或为断层接触。

【星予运动】　Xingzimovement　莫柱荪等（1943）创名，粤北连县星子盆地北部，早三叠世连县组逆掩在早第三纪丹霞组上，上面没有沉积，不知确切时代，大致相当于茅山运动。粤北各地此运动颇为显著，例如坪石盆地四周，丹霞层亦为较老地层逆掩，丹霞层本身也有无数大小断层和逆掩断层。

【江宁运动】　Jiangningmovement　首见于李毓尧等（1947）文章中，指宁镇间赤山层与方山组之间的不整合，相当于茅山运动 B 幕。著者指出，在皖南大通组（砂砾岩及砂岩）和赤山组相当，在大通及木竹盆地，赤山层都发生了倾斜，即为江宁运动所致。此层的褶皱亦多倾向北西 320°。今已确定方山组（洞玄观组）为上新世（中新世），赤山组上白垩统。

【西山运动】　Xishan movement　杨杰（1950）命名。在北京西山比较普遍发现有西北—东南向的褶皱和断折，以门头沟城子村、西郊八宝山、斋堂王城峪和房山大安山、良乡大灰厂四处特别显著。这些地区，白垩纪晚期的坨里组和始新世长辛店组一起受到褶曲，使长辛店组和上覆的保德红土成不整合接触关系。按照他的意见，燕山运动的主动期在白垩纪中期，也即坨里组沉积以前，形成东北—西南向的构造，西山运动的主动期在第三纪中期（渐新世？），也即长辛店组沉积之后，并改造了燕山运动造成的构造。西山的构造由这两个地壳运动而形成，西山的现代地势则形成于西山运动。它和南岭运动相当，可能是章鸿钊的震旦运动第 5 期。杨杰（1958）又在唐山发现有西山运动存在，形成西北—东南向的背斜和断折，改造了燕山运动形成的构造。据周明镇（1953）研究，长辛店组的时代很可能是晚始新世，可是上覆的红色土，究竟是保德期红土，还是周口店期的红土，尚无化石佐证。河北地质局综合队（1980）认为北西向构造发生的时间可能在始新世早期，甚至更早，至渐新世则活动强烈、至今仍有活动。这种现象在冀北不少地区都可见到。它是晚近构造活动的一种表现。在时间上可能与南岭运动或早期喜马拉雅运动相当。北京地质局（1980）认为城子村、斋堂王城峪、房山大安山等煤层中的北西—南东向折皱和断折，有些属于配套构造，不一定是另一次运动的产物。作为西山运动依据不充分。故建议废弃此词，用喜马拉雅运动代之。

【田阳运动】　Tianyang movement　张文佑等（1941）根据赵金科等的调查而创名，指广西田阳城南半里，马平群逆掩在上新世那坡组上。广西地质局区测队（1980）指出所谓那坡组，现已划为始新统的那读组。据宜昌地质矿产所 1979 年资料，百色地

区不存在上新世地层，缺失第三系，原定的那坡组属于下第三系。至于马平群逆掩其上，亦无资料证明。

【茅台运动】 Maotai movement 侯德封等（1945）创名，因黔北第四系不整合覆盖在第三纪（？）茅台组砾岩上，茅台组构成小型向斜，认为是燕山运动第二期以后发生的地壳运动，和茅山运动相当。毛志中（1979）认为贵州始新世石脑组（即黔北称的茅台群），普遍具有褶皱和断裂，与上覆第四系呈不整合接触，推断这次运动发生在早第三纪晚期，与江宁运动相当。

【昆仑运动（二）】 Kunlun movement（2） （2）孙健初（1946）创名，指甘肃酒泉第三纪疏勒河组（甘肃群最上部）和第三纪末期的玉门组砾石层间不整合，玉门砾石层是山麓堆积，这是 A 期；此运动形成文殊山皱形。玉门组为疏勒河组覆掩，玉门砾石层掀动成山岭（文殊山），形成山巅土石层，这是 B 期。永登咸水河及皋兰河口一带，第四纪的安宁组（桔红色砂土）和甘肃群（湖相砂土）不整合。酒泉、玉门一带，甘肃组下部（白杨河组）沉积后，祁连山上升、侵蚀以至夷山填谷，遂成甘肃群上部地层（牛胳组）；祁连山继续上升，侵蚀加速，构成山麓堆积之玉门组（砾石层）。以后，又激烈隆起，为昆仑运动最显著阶段，地层断移推掩。在民和—享堂间，第三系受压而倾斜，此为陇山运动，亦相当于昆仑运动。孙健初（1942）原未定专名，仅说第三纪末期有造山运动，西藏高原的隆升与此运动有关，多断层而少褶曲。目前，一般认为甘肃群的时代为中新世—上新世，疏勒河组和白杨河组分别为上新世和中新世，玉门组为早更新世。安宁组红色砂土为中更新世（刘东生等，1964）。

【台湾运动】 Taiwan orogeny 小林贞一（1954）命名。他说台湾地槽的造山运动在更新世前达到了很剧烈的阶段，这便是台湾运动，台湾的构造由此而趋于完成。台湾山脉在中新世以前还是地槽，中新世开始，在北部形成“胚芽褶皱”，基本上还是地槽。上新世时期，西台湾带中最大沉降部分向南迁移。上新世末的造山运动比较强烈，连地向斜中也产生了局部不整合，褶皱山地迅速发展起来，形成同造山期的实辑山堆积物。其中，上部的触口山砾岩是典型的造山运动堆积，实□山统和苗栗统（N_2）一般是整合，局部地方偶有侵蚀面，代表强烈运动的序幕。由于上新世至更新世的实□山组本身的波曲和断层，小林贞一认为台湾运动继续延至此层堆积以后。地质科学研究院（1962）认为上新世末—更新世初是台湾最重要的造山期，巨厚的触口山砾岩和卑南砾岩是磨拉石建造，它们和上新世复理石建造成显著的不整合关系，说明了这次造山运动使本区全面褶皱□返，显示了这次造山运动的强烈性和普遍性。福建区测队据现有资料认为，台湾运动主要指下更新统□山组和中—上更新统（台地堆积）间的不整合。可能相当于蓬莱运动。

【云南运动（二）】 Yunnan movement（2） （2）孟宪民（1948）命名。发生

在上新世湖相褐煤泥炭层后，甚至在更新世冰川沉积后。

【太行运动（二）】 Taihang movement（2） （2）王竹泉（1955）创名。他说秦岭及太行山边缘均有冲积世（即全新世）的断层，太行山麓的地震带表明断裂至今还在活动。他认为这是喜马拉雅运动后，中国北部地质史上时代最新的另一种型态的地壳运动，在山地上升区包括汾河期和板桥期侵蚀，在盆地和平原下降区，包括马兰期和盆地期堆积。由于此词有时被用于太行山区最古老的一次运动。山西区测队建议取消此词，以免混淆。

国外地壳运动

【上卢安伊造山旋□】 Upper Luanyi cycle 非洲大陆前寒武纪五个造山旋□中最早的一个，为 30 亿年前的一次造山旋□。在北部刚果为 34.8 亿年前，南部刚果为 32.7 亿年前，几内亚为 31.5 亿年前。非洲大陆经过上卢安伊造山旋□及其以后的沙姆维（Shamvaian）造山旋□（27—23 亿年前），林波波（Limpopo）造山旋□（21.5—16.5 亿年前）形成了稳定的地块。

【沙姆维造山旋□】 Shamvaiancycle 非洲大陆前寒武纪的第二个造山旋□，约在 27—23 亿年前。赞比亚及南津巴布韦最为显著。东非的卡维罗多（Kavirondo）系、尼安萨（Nyanza）系、多多马（Dodoma）系都是这一造山旋□中的产物，紫苏花岗岩、云母片岩、片麻岩等以及南津巴布韦的大岩脉也形成于这一时期。

【基诺尔运动】 Kcnoran orogeny 史托克维尔（Stockwell1964）创名，指加拿大地盾前寒武纪早期的一次造山运动。这个运动是根据北美加拿大苏必利尔和斯莱夫地区太古界上部提米斯卡明（Timiskaming）群和下元古界下部布鲁斯（Brucc）群之间的角度不整合确定的。这次运动有深成岩的侵入作用，变质作用和变形作用。绝对年龄值为 23.9—26 亿年以前，是目前所知地球最早的前寒武纪造山运动之一，也是划分太古界和元古界的依据。它与阿尔冈曼运动、非洲南部的罗得西亚褶皱和欧亚大陆的贝罗摩尔褶皱的造山运动大致相当。中国地质科学院一比四百万地质图编图组（1976）认为这一运动相当于我国太古代末的阜平运动或鞍山运动。

【阿尔冈曼运动】 Algomanorogeny 又译阿尔戈马运动、阿尔冈曼构造作用幕。史蒂勒（1957）创名，指发生于美洲休伦系和阿尔冈曼系（即太古界与元古界）之间的造山运动，根据美国明尼苏达及其邻区安大略等地前寒武纪的褶皱运动确定的，伴随有花岗岩侵位，绝对年龄值为 24 亿年以前。与加拿大地盾太古代末期的基诺尔（Kenoran）运动相当。过去所谓的基威廷（Keewatinian）和苏必利尔（Superior）等运动都属

于这一旋□。苏联文献认为这是地球上最巨大的褶皱变形，与欧、亚、非洲的卡累利阿变革相当。

【斯维可芬造山运动】 Svecofennian orogeny 又译瑞芬造山运动，瑞典、芬兰的太古代的造山运动。这一造山运动开始为火山岩及沉积岩（变质为长英麻粒岩）的形成，继之为褶皱作用并伴有初期斯维可芬花岗岩侵入、绿色岩岩脉贯入，后期斯维可芬花岗岩侵入以及混合岩化作用。

【林波波造山旋□】 Limpopo cycle 是非洲大陆前寒武纪的第三个造山旋□，时间约为21.5—16.5亿年前。它与其它造山旋□相比，影响范围并不十分明确。林波波造山带中褶皱、变质作用剧烈的地带有加丹加的基巴利—托罗—布甘达（Kibali－Toro－Bug－anda）带，东非的乌宾迪—鲁西芝（Ubendian－Rusizian）带，东津巴布韦的林波波带或迈西（Messiah）带，刚果西部的马永贝（Mayumbe）带，西南非洲的弗兰次方提因（Franzfontrein）花岗岩、安哥拉东北部的卢科西（Lukoshian）带、卢伊扎（Luizian）带等。但在南非的德瓦士兰（Transvaal）系、格里卡托乌（Griquatowo）系、布什韦尔得（Bushve Id）基性火成岩体则未见到有变质的迹象。

【墨西拿造山旋□】 Messinacycle 非洲大陆津巴布韦墨西拿带发育的造山运动，为前寒武纪的造山运动，它与非洲广泛发育的褶皱运动林波波造山旋□相当。墨西拿造山带初期为基性—超基性岩体的侵入，其后受褶皱及区域变质作用，花岗岩的侵入而形成大理石、硅岩、绿泥石绢云母片岩。一般认为墨西拿带就是德兰土瓦（Transvaal）系的沉积岩受这一变质作用形成的。

【卡累利阿运动】 Karelian orogeny 欧洲波罗的地盾前寒武纪中期的一次造山运动，是根据下元古界卡累利阿杂岩同上元古界下约特尼（Subjotnian）群之间的角度不整合确定的。其发生时间距今为20—19亿年（据萨洛普 L. T. Salop，1972）。莫伊谢也夫认为是后雅图利时期发生在波罗的地盾上的构造作用幕。

【哈德逊运动】 Hudsoni anorogeny 根据北美加拿大苏必利尔区下元古界上部阿尼米基（Animiki）群和上元古界下基维诺（Keweenaw）群之间的角度不整合确定的，其发生的时间距今为18亿年左右（据 C. H. Stockwell）。中国地质科学院一比四百万地质图编图组（1976）认为这一运动相当于我国早元古代末吕梁运动。

【潘诺克运动】 Penokean orogeny 北美中、下元古界之间的造山运动，是根据北美明尼苏达和密执安地区的阿尼米基（Animiki）群和基维诺（Keweenawan）群之间的角度不整合确定的。此运动使前寒武纪地层变形并伴随花岗岩侵入，绝对年龄约为17.00亿年以前，与加拿大地盾的哈德逊运动（Hndsonian）相当。中国地质科学院一比四百万地质图编图组（1976）认为这一运动相当于我国早元古代期间的五台运动。

【劳伦运动】 Laurentian orogeny 又译劳伦构造作用幕。❶太古代末的造山运动，是根据加拿大地盾太古代和元古代地层之间的显著不整合而确定的。这一运动使太古代库契钦格组和基瓦丁统地层发生强烈褶皱和变质，并伴随有劳伦花岗岩的浸入。❷纳利夫金认为是太古代末的造山运动。它造成了太古代和元古代地层之间的显著不整合。劳伦一词使用得比较混乱，定义也不严格，既指加拿大地盾的前寒武纪花岗岩，又指那里的前寒武纪造山作用。得名的地点为加拿大东部劳伦斯河西北的劳伦高原。而 1863 年洛甘（Logan）在那里调查的劳伦花岗岩，现已确定其绝对年龄值只有 10 亿年，后来劳桑（Lawson 1885）又把接近美国和加拿大边界苏必利尔湖西北部的最古老花岗岩误称为劳伦花岗岩。舒克特（Schuchert）又据此得出他的劳伦运动或劳伦造山运动。他认为这一运动结束了太古代。近年来工作证明劳桑的劳伦运动早于距今 24 亿年的老阿尔冈曼造山运动或阿尔冈曼花岗岩。有人建议、为了避免混乱，把劳伦一词恢复洛甘的原来含义，即相当于格林威里运动。

【基巴利造山旋□】 Kibaran cycle 非洲大陆前寒武纪期间五个造山运动中的第四期。时期为 12.9—8.5 亿年前。基巴利造山带中以加丹加的基巴利（Kibaran）带，东非的布隆迪（Burundian）带、卡拉圭—安科勒（Karagwe – Ankolean）带、乌金安（Ukingan）带、康斯（Konse）带、赞比亚的伊鲁米迪（Irumide）带。南非的纳马夸兰—那塔尔（Namaqualand – Natal 带等的褶皱及变质作用最为显著。基巴利带中南非的沃特堡（Waterbèrg）系等则没有受到明显的褶皱作用。

【卡拉圭—安科勒旋□】 KaragwecAnkolecycle 中部非洲、赤道非洲地区前寒武纪后期的重要造山旋□。它与基巴利（Kibaran）旋□（12.9—8.5 亿年前）、乌隆迪（Urundi）旋□为同一时期的造山旋□。一般呈北东—南西走向。变质作用可分两期，第一期为片理形成期，这一变质期形成白云母，红柱石的白云母化，蓝晶石、十字石、硬绿泥石的形成为其特征、第二期为褶皱运动期，基岩受这一运动的作用变形而使片麻岩形成穹隆构造。

【休伦运动】 Huronian orogeny 北美休伦纪地层沉积之后、元古界中出现的褶皱运动。它是根据北美休伦族的名字命名。有人还认为此运动发生在太古代末。苏联称为休伦构造作用幕或休伦褶皱。

【格林威尔运动】 Grenville orogeny 根据北美加拿大苏必利尔区上元古界中基维诺（M. Keweenaw）群和上元古界上基维诺（U. Keweenaw）群之间角度不整合确定的，其发生时间距今为 10—8.8 亿年左右（据 C. H. Stockwell，1968）。但此词含义不十分严格，广泛用于前寒武纪的圭要深成的、变质的甚至沉积的事件，它影响了加拿大地盾东南部边缘的广大地区。开始，格林威里一词只用于这一地区的南部变质沉积岩系，劳伦一词则用于其伴生的深成侵入岩。也有人反对此种用法。

【基拉尔尼造山运动】 Killarneyan orogeny **加拿大地盾南部元古代后半期发生的造山运动。基拉尔尼花岗岩贯入休伦（Huronian）系中，并且不整合覆于元古代后期的基维诺（Keweenawan）系之上。**

【斯图尔特运动】 Sturtorogeny **根据澳大利亚南部阿得雷德上元古界布拉（Burra）群和其上的翁贝拉塔纳（Umberatana）群之间的角度不整合确定的，其发生时间距今为7.5亿年（据B. P. Thomson，1969）。**

【卡多米造山运动】 Cadomianorogeny **法国诺曼底半岛卡昂（Caen）地区前寒武纪千枚岩与覆于其上的寒武纪砾岩间的不整合。千枚岩的准确年代虽然尚不明确，由于变质程度较浅，认为是元古代的产物。故卡多米运动的时代可能为前寒武纪末期。**

【阿森特运动】 Assyntian orogeny **史蒂勒（1944）创名，在西欧使用广泛，系指发生在前寒武纪阿尔冈曼末期的造山运动，为前寒武纪最后一次褶皱运动。典型地区为苏格兰西北高原。其特征是特里多里亚层（Torridonianstrata）呈角度不整合为下寒武统所覆盖。此词由于特里多里亚层的时代没有肯定而含义不清。特里多里亚层可能比下寒武统古老得多。在苏联把此运动称为贝加尔构造作用幕。**

【加丹加运动】 Katangaorogeny **根据非洲扎伊尔加丹加省命名，指非洲中部上元古界昆得伦古（Kundelungu）统形成后发生的一次大规模的褶皱运动，其发生时间距今为7.8—6.5亿年（据L. T. Salop，1972）。这一运动波及范围甚广，澳大利亚，斯里兰卡、印度，南美等地皆受影响，与我国晋宁运动，欧洲的阿森特运动和西伯利亚的贝加尔运动可能相当。**

【贝加尔旋□】 Baikal move ment **❶以苏联西伯利亚贝加尔地区的贝加尔旋□而命名，指元古代末到寒武纪的褶皱旋□，❷包括里菲代并以早寒武世的巨大构造运动结束的旋□。在北地岛和太梅尔、萨产、图瓦、库兹涅茨阿拉套以及萨拉依尔的广阔山结地区，在中哈萨克斯坦和天山的北部弧中，它是在加里东构造旋□之前发生的。贝加尔褶皱作用的结果形成西伯利亚地台的广阔地块。它的古老核心联结在一齐并被强大的褶皱山系掩盖。贝加尔褶皱按表现规模是全球性的。**

【贝加尔构造作用幕】 Baikalian orogeny **西伯利亚贝加尔地区前寒武纪末的造山运动。此词在苏联使用得很广泛，以西伯利亚的贝加尔湖命名。已经确定的一些幕有的已延续到寒武纪早期。**

【加里东旋□】 Caledonian cycle **以英国苏格兰的加里东山命名的构造旋□。系指开始于寒武纪初期，结束于志留纪末的构造发展阶段。**

【萨拉伊尔构造旋□】 Salaircycle　在苏联指寒武纪发生的地壳运动，因首先在萨拉伊尔低山区最先研究而得名。此构造旋□一般有早晚二个构造作用幕，早期指早寒武世的地壳变动；晚期指中、晚寒武世出现的构造作用。

【萨拉伊尔构造作用幕】 Salair orogeny　萨拉伊尔构造旋□中寒武世中期，特别是晚期出现的构造作用。在西伯利亚地槽表现明显，在北美不显著。尼霍洛谢夫（Hexopomee，1958）认为它是加里东构造旋□初期的巨大作用幕。

【撒丁运动】 Sardinian（Sardic） orogeny　史蒂勒（1924）创名，显生宙造山运动之一，发生于寒武纪末期。以撒丁岛得名。S. V. Bubnoff 认为可能与沙拉伊尔造山运动同时期。

【塔康运动】 Taconian（Taconic）史蒂勒（1924）创名，又译塔科尼克运动，为发生于北美东部阿帕拉契亚地槽区的晚奥陶世的造山运动，以纽约州东部的塔康山最显著而得名，它包括从早奥陶到早志留世的一系列脉动构造，使得地槽东部的优地槽（Magog 带）的泥质岩受到褶皱及变质作用，并有向西的上冲断层。在史蒂勒的原意中，是指一个造山期（早晚志留世之间）。塔康期深成岩较之同一地区的阿卡德深成岩（中寒武世）为少，但是分布很广，距今约 4. 5—4. 0 亿年。在苏联的文献中称“塔康构造作用幕”。

【塔康构造作用幕】 Taconianorogeny 塔康运动的同义词，在苏联文献中指发生于早、晚志留世之间的构造作用幕。在不列颠群岛、北美、澳大利亚、印度支那、阿帕拉契亚山等地均可见到。

【老加里东造山作用幕】　莫依谢耶夫认为塔康构造作用幕是加里东旋□较早的一幕，在阿尔泰地区还应包括晚寒武—晚奥陶世地质时期的构造作用，故命名为老加里东造山作用幕。

【阿尔金运动】 Ardenianorogeny　斯蒂勒（1924）创名，又译阿当运动，亚登运动。其时代为志留纪晚期罗德洛阶。属加里东旋□，发现于阿尔金，特隆德耶姆凹槽、斯皮次伯根群岛。

【阿尔金构造作用幕】　阿尔金运动的同义语，在苏联指晚志留世内部罗德洛和当顿阶之间构造作用。在苏联西西伯利亚被认为是晚志留世构造作用中最重要的一幕。

【伊利运动】 Erian orogeny　史蒂勒（1924）创名。显生宙造山运动之一，时代为志留纪和泥盆纪之间，属加里东旋□，又称希比里运动。

【希比里运动】 Hibernianorogeny 即“伊利运动”。

【加里东运动】 Caledonianeroge　在欧洲普遍用于早古生代变形的一个名词。泛指早古生代志留纪和泥盆纪之间发生的地壳运动，是以英国苏格兰的加里东山命名的。那里志留系和更早地层被强烈褶皱，同上覆的泥盆系呈明显的不整合接触；并形成了从

爱尔兰、苏格兰延伸到斯堪的纳维亚半岛的东北—西南向的加里东造山带。有人认为加里东运动只指早古生代发生的造山运动，而且典型的造山运动时代应接近志留纪末期。有的人主张加里东运动既包括造山运动也包括造陆运动。史蒂勒（1924）和其他许多人将此词用于一个造山时期——包括从奥陶纪到志留纪甚至更晚时期的一系列脉动。并划分出三个构造作用幕；塔康幕（奥陶纪和志留纪之间），阿尔金幕（志留纪内部）和伊利幕（志留纪和泥盆纪之间）。

【海西（宁）旋□】　Hercynian cycle　又称华力西旋□。旋□的时限大致相当于晚古生代，即自泥盆纪初期起，至二叠纪末的地壳构造发展阶段。史蒂勒（1924）将海西（宁）旋□划分为五个构造作用幕：布列唐幕（泥盆纪和早石炭世之间），苏台德幕（早、中石炭世之间），阿斯突里幕（中、晚石炭世之间），萨阿尔幕（早、晚二叠世之间）和法尔琴幕（二叠纪和三叠纪之间）。

【华力西旋□】　Variscian cycle　即“海西（宁）旋□”

【阿卡迪运动】　Acadian orogeny　古生代中期的造山运动，特别是用于阿帕拉契亚山区。名词来源于加拿大新斯科舍省的法文古名阿卡迪亚（Acadia）。在加斯佩（Gaspe）及其邻近地区，造山运动的高峰时代仅从有限的地层确定到晚泥盆纪的早期，但是变形作用，深成岩侵入和变质事件可以持继更长的时间。侵入岩和变质事件的时代已经用放射性方法测定，发生在3.6—3.3亿年以前。阿卡迪最好不要作为单一的造山幕看待，而应看作是史蒂勒的造山时期。阿卡迪运动的结果是阿卡迪地槽消失而形成山地。有人认为此运动相当于欧洲华力西的布列唐幕和北美西部的安特勒幕。

【本州造山运动】　Honshu orogeny 牛来正夫（1955）命名。为日本古生代末期以至中生代初期本州地槽发生的造山运动，约与华力西运动相当。在这一时期形成三郡变质带、领家一三波带深成变质带，同时形成黑赖川构造带及四万十地槽。

【安部族造山运动】　Abean orogenic movement　凑正雄氏（1960）以日本古东北地方居住的民族之名命名，广义的本州造山运动的一幕。为本州造山运动的前半期以东北日本为中心发生的造山运动；以北上山地的清水运动，世田米运动为代表。本州地槽自泥盆纪以至石炭纪的前半期为优地槽，清水褶皱作用（褶皱、变质、深成作用）后地壳发生隆起、陆化而受到剥蚀。石炭纪中期以后开始大规模海进、优地槽的轴部向外侧移动。石炭纪末期由于世田米褶皱作用（坂本泽不整合）使这一地区广泛上升，受到强烈的侵蚀，因此二叠纪盆地有厚层含花岗岩砾石的堆积物。

【塔伯拉伯造山运动】　Tabberabberan orogeny　澳大利亚东部塔斯曼（Tasman）地槽区于泥盆纪中期至晚期发生的造山运动。受这一运动的作用，于塔斯曼地槽区普遍形成不整合，并有酸性以至超基性岩的贯入；上泥盆系至下石炭系地层中岩相变粗，并有含植物化石的陆相地层的沉积。

【布列唐运动】 Bretonian orogeny 又译不列东运动，史蒂勒（1924）创名，显生宙构造运动之一。它包含从晚泥盆世到早石炭世以前的几个构造带，并认为是华力西造山旋□早期的造山运动。在苏联的文献中认为此运动发生在泥盆纪和早石炭世之间。典型地点在莱茵片岩山的北端、哈坎山、苏台德山、中哈萨克斯坦、印度支那、南美等地。苏联布勃诺夫莫伊谢夫等人认为布列唐构造作用幕由谢里克（Selkisch）亚幕或捷里亚幕、拿骚（nassauisch）亚幕、麻西（marsisch）亚幕组成。

【安特勒运动】 Antlerorogeny 罗伯特（R. T. Robert，1951）创名。美国内华达州古生代造山运动之一，发生于晚泥盆世和早密西西比亚世间。这次运动使大盆地的古生代岩层广泛变形。自内华达中部延而至哥伦比亚东部，形成一细长的造山带。以内华达州巴特尔山（BattleMountain）的安特勒峰（AntlerPeak）得名。其主要表现是沿着罗伯特山冲断层，有侵入岩的西部优地槽岩层掩盖在东部冒地槽的岩层之上。在主幕之后，还有较小的造山脉动，持续到二叠纪。此运动大致与美国东北部的阿卡迪运动相当。

【苏台德运动】 Sudetian orogeny，Sudetic orogeny 史蒂勒（1924）创名，显生宙构造运动之一。时代为早晚石炭世之间。苏联文献认为此运动发生在中、晚石炭世之间，属华力西旋□。在波兰、捷克之间的苏台德山、孚日山、黑森林山、哈茨山、矿山盆地，萨克森、英国、北美东部等地可见到角度不整合现象。乌索夫（ycoB，1934）认为此运动在库兹巴斯出现在早、晚石炭世之间。

【阿斯特里运动】 Asturian orogeny 史蒂勒（1924）创名，显生宙构造运动之一、时代为石炭纪晚期，位于维斯法阶和斯蒂芬阶之间，属华力西旋回。苏联文献认为发生在中、晚石炭世之间。此运动在苏台德、英国、阿斯特里、卡尔尼克阿尔卑斯和其他地区都可见到。莫伊谢夫认为运动发生在上石炭统上、下部分之间。乌索夫（Yeou，1936）认为运动在库兹巴斯地区为晚石炭世和二叠纪之间。

【卡宁伯拉造山运动】 Kanimbran orogeny 澳大利亚东部石炭纪期间塔斯曼（Tasman）地槽区发育的造山运动。主要表现为二叠系含煤地层不整合覆于泥盆系及石炭系地层之上；泥盆系中有花岗岩侵入；石炭系地层则褶皱发育，并有大量的酸性火山岩。受这一运动作用的结果，使地槽东部大部陆化。

【阿莱干造山运动】 Allegheny orogeny P·B·King（1959）命名。现代的阿帕拉契亚山脉（南阿帕拉契亚）及山前地区二叠纪时非变质的古生界的褶皱、上冲等变动，过去一向认为是阿帕拉契亚变动的中心。但上溯其历史可达奥陶纪，因而广义的含义应包括冒地槽地区的古生代末期的运动。

【索诺马造山运动】 Sonoma orogeny 北美西部科迪勒拉（Cordilleran）地槽二叠纪时期的地壳变动。内华达州西部索诺马山区分布的二叠纪含燧石地槽性岩层与其上部的火山性岩层呈显著的不整合接触。

【华力西运动】 Variscan orogeny 又称海西运动。泛指欧洲晚古生代的造山运动，时代从石炭纪到二叠纪。但对这一运动的解释不尽一致，大致有三种：①指德国南部哈尔茨山区的晚古生代晚石炭世末发生的一次造山运动；②晚古生代（华力西旋回）发生的造山运动；③晚古生代（华力西旋回）发生的地壳运动（包括造山运动和造陆运动等）。由华力西运动形成的褶皱带叫华力西褶皱带，在欧洲呈北西向分布。相当的运动还有阿尔泰运动。此词徐士（Suess）曾称为阿莫利加运动。

【阿莫利加运动】 ArmorJcan orogeny 徐士（Suess）命名。华力西运动的旧称，他根据法国西北部布列塔尼半岛阿莫利加地区晚古代造山运动表现明显而确定的，现已废弃不用。

【海西（宁）运动】 Hercynian orogeny 又称华力西运动。一般是指欧洲晚古生代的造山运动，时代从石炭纪到二叠纪。作为华力西运动的同义词。目前欧洲对这二个词的用法分为二派。许多德国地质学者把“海西（宁）”看作是北西向褶皱，而无时间含义，所以他们一般都采用“华力西”于造山运动；而许多法国和瑞士地质学者赞同 M. Bertrand，把“海西（宁）”用于时间意义，因此采用“海西”于造山运动。把北阿尔卑斯的结晶岩体叫做海西运动形成的产物，而不叫华力西运动，与它相当的运动还有阿尔泰运动。

【阿尔泰运动】 Altaides 徐土（Sness）创名，指晚古生代发生的造山运动。它形成的造山带横跨欧亚大陆，甚至包括北美的阿帕拉契亚和瓦奇塔（Ouachita）造山带。由于在中亚地区的阿尔泰山晚古生代变形显著，故名。但是，阿尔泰山对欧洲人非常遥远，情况不清，所以此词很少为现代大地构造学者所应用，流行的用法仍是华力西运动。

【阿帕拉契亚运动】 Appalachian revolution（orogeny） 发生在北美东部上石炭纪宾夕法尼后期至二叠纪末期的一次造山运动，在北美形成了阿帕拉契亚山脉的基本构造。它是华力西造山旋回的最后一幕，结束了阿帕拉契亚地槽。此地槽在泥盆纪时出现中央隆起，开始有大量碎屑物从中央隆起带搬运到西部的冒地槽中，二叠纪时发生倒转褶皱、上冲断层等构造。三叠纪时在不整合面上形成了磨拉斯相的 Newark 统。

【萨阿尔运动】 Saalian（Saalic） orogeny 译萨尔运动，史蒂勒（1924）创名，显生宙构造运动之一，位于二叠纪奥图阶和萨克森阶之间的造山运动。属华力西旋□。苏联文献中认为此运动出现于早、晚二叠世之间。在苏台德山、比利牛斯山、卡尔尼克阿尔卑斯、乌拉尔、北美东部和阿根廷的科迪勒拉山等地都可见到不整合现象。马扎罗

维奇（1938）认为萨阿尔幕相当于乌拉尔构造作用幕。

【法尔琴运动】 Pfalzlan orogeny 又译法尔兹构造作用幕。史蒂勒（1924）创名。显生宙造山运动之一，时代为二叠纪末，在莱茵河中游的法尔琴至萨阿尔他地区，Bundsandsleln 不整合于 Rotliegend 之上，属华力西旋□晚期。苏联文献认为是二叠纪和三叠纪之间的构造作用幕。在孚日山、英国、法国、比利牛斯，西阿尔卑斯、乌拉尔、阿根廷的科迪勒拉山等地都可见角度不整合现象。马扎罗维奇（1938）认为法尔琴构造作用幕相当于天山幕。日本文献认为是一次不太明显的运动。

【秋吉造山旋□】 Akiyoshi orogenic cycle 古生代末期以至中生代三叠纪期间日本发生的一系列造山运动。这一造山运动的结果，秩父地槽的大部分发生褶皱、上升陆化，中轴部形成飞弹变质带及三郡变质带。

【阿尔卑斯旋□】 Alpine cycle 在欧美的地质界中，这一术语被广泛使用。这个以欧洲阿尔卑斯山脉命名的构造旋□，包括了中生代和新生代在内的地壳构造发展阶段。我国地质学家基于中国的实际情况，将阿尔卑斯旋□分解为印支、燕山和喜马拉稚三个独立的构造旋□，因之很少使用阿尔年卑斯旋□这个名词。

【阿尔卑斯运动】 Alpine morement 中、新生代发生在阿尔卑斯旋□内的各次地壳运动，不论是造山运动或是造陆运动，都统称为阿尔卑斯运动。史蒂勒（1924）划分出十一个幕（运动）：老基米里幕（三叠纪和侏罗纪之间）、新基米里幕（侏罗纪内），奥地利幕（早、晚白垩世之间），亚海西幕（白垩纪中期），拉拉米幕（白垩纪和古新世之间），比利牛斯幕（始新世和渐新世之间）、撒夫幕（渐新世和中新世之间），斯图利幕（中新世中期）、阿提克幕（中新世和上新世之间）、路登幕（下、中上新世之间）、瓦拉赤幕（上新世和第四纪之间）。但是欧美大部分地质学者把阿尔卑斯运动的时间限制在第三纪，在不同的地方表现为不同强度的许多幕，在中新世或上新世结束。中国地质学界一般不采用这个名称，因为在中国，发生于中生代的地壳运动称为印支运动和燕山运动，发生于新生代的运动称为喜马拉雅运动。

【亚平宁运动】 Alpineorogeny 即“阿尔卑斯运动”。

【萨克森造山运动】 Saxonian orogeny 阿尔卑斯造山期间，（即中生代—新生代时期除阿尔卑斯造山带外），欧洲同期发生的运动。其中以德国的日耳曼造山运动为最典型。

【拉拉米旋□】 Laramian cycle 北美西部落基山、科迪勒拉山等地区的造山作用旋□，时代包括从三叠纪初期到白垩纪末，约相当于欧洲的阿尔卑斯旋□的早期、中期，相当于中国的印支旋□到燕山旋□。详见“拉拉米运动”。

【秋吉造山运动】 Akiyoshi orogenesis 日本三叠纪中期发生的主要的地壳运动，是秋吉造山旋□中期主要的一幕。在日本的中国地方二叠系中统或三郡变质岩带与三叠

纪上统之间呈不整合接触。秩父地槽的北半部受这一运动的影响基本上陆化。同时形成飞弹带深成岩类及三郡带变质岩类。

【馆造陆运动】　Tateepeirogenesis　小林贞一（1941）命名，指日本南部北上山地三叠系稻井层群基底的平行不整合。

【细末里运动】　Cimmerian orogeny　译“启莫里运动”，又称基米里构造作用。史蒂勒（1924）创名，显生宙构造运动之一。细末里运动包含两幕：老细末里运动发生于三叠纪末，瑞替阶和诺利阶之间，新细末里运动发生于侏罗纪末，属阿尔卑斯旋回早期。在苏联文献中，细末里构造作用幕有两个含义：①发生于三叠纪侏侏罗纪期间；②在一些地区发生于和罗纪末和白垩纪初。他们认为按出现的时间，细末里构造作用幕相当于太平洋构造作用幕。

【老细末里运动】　Old Cimmerian orogeny　史蒂勒（1924）创名，又译“老启莫里”、“老基米里”，发生于三叠纪末瑞替阶和诺利阶之间的构造作用幕，属阿尔卑斯旋回早期。发现于阿尔卑斯山，比利牛斯山、狄拿里克山、高加索及其他地区。但也有人认为发生于三叠纪和侏罗纪之间。

【安第斯运动】　Andesianmove ment　①在晚侏罗（牛津—启莫里）出现的构造作用幕。在安第斯是最强烈的褶皱运动。②在启莫里期末和侏罗纪齐顿世初期在一些巨大的地质区中出现的构造作用幕。安第斯运动形成的褶皱称安第斯褶皱带。安第斯地槽中生代开始陆化，整个中生代期间继续上升。在阿根廷境内的安第斯山最大上升幅度为2000—3000米。

【安第斯构造作用幕】　苏联文献中把安第斯运动称为安第斯构造作用幕。

【阿加斯造山运动】　Agassiz orogeny　北美西部侏罗纪晚期发生的地壳运动。阿拉斯加南部及哥伦比亚地区的奥克斯福德（Oxfordian）砾岩不整合覆于侏罗系地层之上，约与北美其它地区的内华达（Nevadan）造山运动相当。但其规模较小，认为是运动初期的变动。

【新细末里运动】　Young Cimmerian orogeny　又译新基米里构造作用幕，史蒂勒（1924）创名，发生于侏罗纪和白垩纪之间的构造运动，属阿尔卑斯旋□早期，详见细末里运动。

【新基米里构造作用暮】　即“新细末里运动”。

【佐川造山旋□】　Sakawa orogeniccycle　小林贞一（1941）命名，指侏罗纪初期以至白垩纪晚期日本及亚洲的一个造山旋□。是继秋吉造山旋□后的一系列地壳运动的总称。运动的轴部在造山旋□中略向太平洋一侧移动。佐川造山旋□分为前佐川造陆运动、佐川造山运动，后佐川造陆运动三幕。前佐川造陆运动有丰岳造陆运动、飞弹造陆运动，结果形成古日本脊梁；佐川造山运动在西南日本内带有大贺造山运动，东北日本

为大岛造山运动，西南日本外带为佐川造山运动。

【前佐川造陆运动】 pre – Sakawaepeirogenesis 小林贞一（1946）命名。佐川造山旋□最初的一幕，先后有丰岳造陆运动及飞弹造陆运动，受这一运动的影响，形成古日本脊梁。

【丰岳造陆运动】 Toyogatake epeirogenesis 小林贞一（1941）命名。是佐川造山旋□中前佐川造陆运动中的一幕，指日本侏罗系基底的不整合（北上、山地津川层群、中国带西部丰浦层群），是三叠纪末期的地壳运动。为秋吉、佐川两个造山旋□的分界，本州造山运动后的一个隆起期。

【飞弹造陆运动】 Hida epeirogene sis 小林贞一（1941）命名。是佐川造山旋□中前佐川造陆运动的一幕，时代为中侏罗纪，是继三叠纪末期丰岳造陆运动后的又一次造陆运动。结果使山口地带盆地上升陆化，形成手取盆地、七良谷层与鸟巢统间的假整合以及志津川统中的局部不整合，最后形成古日本脊梁。

【大贺造山运动】 Oga orogenesis 小林贞一（1941）命名。是佐川造山旋□中的一幕，又分为吉母、胁野两个亚幕，其简称大贺造山运动的激烈期（paroxysm）。他认为侏罗纪时日本的中国地方西部的丰浦沉降区逐步缩小，侏罗纪末至白垩纪间大规模的大贺推覆体（nappe）分布于日本内带的整个地区，有北方的秋吉、准秒吉相的石灰岩块向南方移动逆掩于非石灰岩相的古生层之上，并有夜久野基性深成岩类沿断层面贯入。但是目前认为所谓“大贺推覆体”并没有那样大的移动，只是被厚层非石灰岩相古生代地层包围的原地石灰岩稍有移动而已，是经过漫长的白垩纪形成的。同时夜久野基性深成岩类已经查明为古生代末期的产物。因此所谓大贺造山运动已被否定。

【大岛造山运动】 Oshima orogenesis 小林贞一（1941）命名。北上山地白垩系有田统大岛层的褶皱与宫古统的宫古层间的不整合。东北日本三叠纪后期以至白垩纪初期之间的地层，受大岛造山运动的影响，褶皱断层极为发育。1957 年山下升认为这一构造的形成是古生代末以来长期的分阶段进行的产物，进入白垩纪后与日诘—气仙诏构造线等的活动、火成活动同时完成。

【后佐川造陆运动】 Post – Sakawaepeirogenesis 小林贞一（1941）命名。佐川造山旋□中最后的一幕。在此期间佐川造山带除中九州红色盆地及和泉地槽外均上升陆化，与此同时在太平洋一侧形成中村地槽。

【内华达运动】 Nevadian orogeny 北美科迪勒拉山西部侏罗纪和早白垩世之间的造山作用。这次作用有构造变形、岩石变质和岩浆侵入等作用。典型关系见于加利福尼亚州的内华达山脉，在这里根据其最上层覆盖地层化石鉴定为晚侏罗世（在启莫里阶和波特兰阶之间），但是早于或晚于内华达的变形也能见到。根据内华达山脉中的花岗岩和其他深成岩石的侵位来看，持续的时间长于变形时间，其绝对年龄值为 1.8 亿年到

0.8 亿年，即从早侏罗世到早白垩世。地质学家们对其含义使用各不相同，其时限和空间或者不予严格限定，或者加以限定。但最好按施蒂勒的原意把它作为一个造山时期来使用。内华达运动的结果是地区性的陆化，形成科迪勒拉地盾，在西侧太平洋岸发育新的太平洋地槽，东侧形成落基山冒地槽及墨西哥地槽。

【兰吉他塔造山运动】 Rangitata orogeny 新西兰中、上侏罗纪至下白垩纪期间发生的造山运动。石炭纪至三叠纪间新西兰地区发育的地槽，侏罗纪时南部开始形成地背斜，成为向西倾斜的背斜逐渐向北部扩展。隆起部分的两侧形成白垩纪以至始新世的沉积盆地，地背斜的主体为侏罗纪变质作用形成的阿尔卑斯结晶片岩。这一造山运动最晚至老第三纪时即终止，为环太平洋晚中生代地壳变动的一环。

【奥地利运动】 Austrian orogeny 史蒂勒（1924）创名，显生宙造山作用之一，发生于早白垩世属阿尔卑斯旋□。在苏联文献中称奥地利构造作用幕，有两个含义，①发生于早、晚白垩世之间的构造作用幕，分为两个亚幕。发现于阿尔卑斯山脉，比利牛斯山脉、喀尔巴阡山脉、狄那里克山脉、塔夫利山脉、美洲西部等地。②阿尔卑斯山涅欧克期和土伦期之间的构造作用幕。

【佐川造山运动】 Sakawa orogenesis 小林贞一（1941 命名。佐川造山旋□中期最重要的一幕，开始于下白垩纪的宫古世，结束于上白垩纪的早期。这一时期在西南日本内带发生大贺造山运动，东北日本发生大岛造山运动，西南日本外带有佐川造山运动。其中以秩父地带最为剧烈，如黑阜、大蕨、小富士、佐川、斗贺野、御在所等地构成复杂的覆瓦构造。

【亚海西运动】 SubherCynian orogeny 史蒂勒（1924）创名，显生宙造山运动之一。发生于晚白垩世土伦期和赛诺期之间，属阿尔卑斯旋□。在苏联的文献中也有认为发生在中白垩纪中期，特别是在桑顿期的。

【秋津造陆运动】 Akitsu epeirogenesis 小林贞一（1941）命名，指中生代末朔日本列岛发生的造陆运动，结果使日本列岛大部分陆化。

【拉拉米运动】 Laramian orogeny 又译拉拉米构造作用幕、腊南运动。史蒂勒（1924）创名。发生于白垩纪和古新世之间的构造运动，属阿尔卑斯旋□。见于阿尔卑斯山，比利牛斯山、喀尔巴阡山、狄那里克山、高加索、塔夫达山和其他地区的不整合现象。现已证明拉拉米运动不是一个幕而是几个幕，而且在不同的地方出现的时间也不同。苏联有人把这个运动用于早第三纪早期或渐新世和中新世之间（亚洲东北，苏联褶皱弧中）。拉拉米运动在美国落基山东部的变形发育得很典型，它的几个幕包括了从晚白垩世直到古新世末期，伴随有岩浆岩侵入和矿床形成。

【拉拉米构造作用幕】 即“拉拉米运动”。

【亚平宁旋□】 Alpine cycle 即“阿尔卑斯旋□”。在北美，此词系指第三纪到

第四纪时期的造山旋□，相当于中国的喜马拉雅旋□。

【比利牛斯运动】 Pyrenean orogeny 史蒂勒创名，显生宙造山运动之一，发生于始新世末巴通阶（Bartonian）和路登阶（Ludian）之间，属阿尔卑斯旋□。苏联文献认为发生在白垩纪和占新世之间，见于阿尔卑斯山、比利牛斯山、利古里亚—亚平宁山、狄拿里克山、高加索、塔夫利达山、落基山反其他地区的不整合现象。有人译为“皮伦运动”。

【阿布沙罗克造山运动】 Absarokan orogeny 厄德利（A. J. Eardley）1952 年命名，指美国犹他州始新世末至渐新世初期间的造山运动。它是以阿布沙罗克山脉为中心的火山作用，岩浆贯入，并伴有平缓的褶皱及上升的运动。

【广岛变动】 Hiroshima disturbance 山下升（1957）命名，因广岛花岗岩而得名。日本本州地区地史上的一个大分界线。它是三叠纪晚期—老第三纪的本州地背斜时代的一个阶段，侏罗纪中期以前称地背隆起期，其后以至老第三纪即为广岛变动期。自古生代末至中生代初的造山运动以后，本州地区基本上已经陆化。这一地区的隆起运动与一般的地槽带不同，是以与地层变形、区域变质等无关的酸性火成作用为其特征。与此同时外侧的四万千地槽则大幅度的沉降与沉积。这—时期的岩浆活动不仅是日本列岛，整个亚洲大陆亦极为活跃，统称燕山运动。

【日高造山运动】 Hidaka orogcncsis 北海道中部（日高区）晚中生代以至第三纪期间的造山运动。以褶皱及深成变质作用为其特征，为典型的阿尔卑斯型造山运动。日高造山带是日本显著的造山带，宽达 30—40 公里。

【高千穗运动】 Takachiho movement 日本南九州老第三系日南层群与新第三系地层间的不整合。老第三系的日南层呈复杂的构造，新第三系地层则呈缓倾斜的单斜构造覆于其上。是为日本新生代造山运动中主要的一幕，以日向南部地区表现最为明显。它与喜马拉雅运动相当。

【萨夫运动】 Savian（Savic）orogeny 又译撒夫构造作用幕，史蒂勒（1924）创名，显生宙造山运动之一；发生于晚渐新世查提阶（charttian）和阿基坦阶（Aquitanian）之间。此运动在阿尔卑斯山、比利牛斯山、喀尔巴阡山、利古里亚—亚乎宁山、狄拿里克山、印度、塔夫利达山、美洲西部及其他地区都可见到。小林贞一（1941）认为发生于白垩纪和老第三纪之间。名称来源于南斯拉夫的萨夫河。

【斯提里运动】 Styrian orogeny，Styrian phase 史蒂勒（1924）创名，阿尔卑斯旋□造山幕之一，发生于渐新世与中新世之间。苏联文献认为发生于中新世中期，由两个亚幕组成：一在海尔微（Helvetion）期的早期，一在托尔顿（Tortonian）期的早期。出现在阿尔卑斯山、喀尔巴阡山、利占里亚—亚平宁山、塔失利山、美洲西部及其它地区。苏联有人认为在有些地区（如高加索）这一构造作用幕发生在早中新世末期和中

中新世初期。创名地点为斯提里阿尔卑斯山。

【海尔微运动】 Helvetian orogeny 欧洲新生代上渐新世—中渐新世的造山运动，是阿尔卑斯造山运动的一幕。1953 年卡迪施（J. Cadisch）认为是瑞士阿尔卑斯运动的最大一幕。

【大八州变动】 Oyashima disturbance 又称大八州造山运动，1938 年渡边久吉命名，指中新世末期日本列岛区域性地壳运动，上新统地层不整合覆于中新统及其以前的地层之上。地壳隆起幅度在 1000 米以上，是一次相当激烈的变动。这一运动波及范围极广，包括北海道中部、东部，三浦半岛，菲律宾群岛，东印度群岛以及喜马拉雅山地带。它与喜马拉雅造山运动第二幕相当。日本列岛受此变动后隆起而陆化。1941 年、1951 年小林贞一认为新生代为日本弧解体的时代，并将这一时期中发生的多数变动总称之为大八州地壳变动群。

【大八州造山运动】 Oyashima orogeny 即大八州变动。

【大八州地壳变动群】 Oyashima disturbance group 小林贞一（1951）命名。日本列岛新生代地壳变动的总称。参见“大八州变动”。

【阿提克运动】 Attian（Attic） orogeny 又译亚蒂克运动，阿提克构造作用幕。史蒂勒创名，显生宙造山运动之一，发生于中新世萨尔马特（Sarmatian）阶和蓬蒂（Pontian）阶之间。苏联文献认为发生于中新世和上新世之间，发现于阿尔卑斯、喀尔巴阡、狄那里克、高加索、塔夫利达山及其他地区。纳利夫金认为是发生于上中新世萨尔马特和默奥提克阶之间的幕。

【缘东海运动】 Peri – Tunghai tectonic movement，Peri – Tunghaidisturbauce 又称缘东海变动，小藤文次郎（1916）命名，指新生代期间东中国海域周边的地壳变动。老第三纪时形成自朝鲜半岛东海岸太白山变位线（dislocation lines of the Thai – Paik – San range）经日本九州西侧及琉球弧外侧至我国台湾省呈弧状构造线，并有第三系的沉积。上新—更新世时，断层、褶皱运动极为剧烈，太平洋一侧的断层于琉球弧前构成深海，内侧则自琉球以至樱岛形成火山山脉。

【北高加索构造作用幕】 NorthCaucasus opogeny 高加索中新世末的构造作用幕。同义语有库班造山幕。

【库班造山暮】 Cuban orogeny 即“北高加索构造作用幕”。

【罗纳造山运动】 Rhodanian orogeny 又译路登运动。史蒂勒（H. Stille）1924 年划分的地质历史时期中 30 余个短暂的造山运动之一，时间为上新世末蓬蒂阶（Pontian）与普莱赞阶（Plaisancian），之间，因法国东南部的罗纳（Rhone）而得名。

【卡斯卡底运动】 Cascadian revolution 舒克特（Schuchert）等人所使用的一个名词，指北美西部第三纪末期的造山运动。他们认为这一次地壳活动结束了第三系沉积。

但是在典型地区（卡斯卡特山脉）没有发现在此时期发生过明显的地壳运动。故认为此词应当废弃，可将此词用于靠近本区的上新统与更新统之间的造山运动，不过还要有生物地层的证据。苏联的文献把这个运动用于中新世中期到更新世之间的地壳运动。日本的文献则认为卡斯卡底运动是自拉拉米运动以后，科迪勒拉地区中新世以来的重要运动。在与正断层形成的同时，地壳大幅度上升，并伴有火山活动，海岸山脉发生褶皱运动。

【安的列斯造山作用】 即“卡斯卡底造山作用幕”。

【瓦拉赤运动】 Wallachian orogeny 史蒂勒创名，显生宙造山作用之一，发生于上新世末。苏联文献认为系发生于上新世和第四系之间的构造作用幕。发现于阿尔卑斯山、喀尔巴阡山、利古里亚—亚平宁山、狄拿里克、高加索、印度和美洲西部。

【凯库拉造山运动】 Kaikoura orogeny（diastrophism）第三纪晚期至第四纪期间形成今日新西兰山地的造山运动，是以南岛东北部的凯库拉山脉而得名。

【瑞穗造山运动】 Mizuhoorogeny 东日本岛弧系（千岛、东北日本、伊豆—马利亚纳）中新世以至现代持续的地壳变动、火山活动、深成变质作用的总称。

【帕萨迪运动】 Pasadenan orogeny 史蒂勒（1936）创名，为显生宙最年轻的一次造山运动，时代为中更新世，根据加尼福利亚南部上新统和下更新统的关系确定，上更新统不整合覆于其上。帕萨迪为加尼福利亚的一个城镇。苏联文献中还指更新世后期的一切造山作用。

【六甲变动】 Rokko movement 池边展生（1956）命名，指西日本，主要是濑户内地区上新世至更新世间的地壳运动。濑户内地质区自上新世中期开始形成与大阪层群相当的沉积盆地，它的发育过程在近畿地方中部的“近畿三角带”最为典型。本地区的构造是以与本州略呈平行的东西向构造，及与其成直交的琉球弧，七岛马利亚纳弧南北向的构造组成。从构造发展史看来，应属第三纪的构造方向。运动的初期以东西向构造较为发育，更新世中期以后则以南北向构造最为发育。这一构造方向的活动一直持续到现代。1966 年池边展生，藤田和夫对六甲运动进一步定义，仅限用于近畿中部形成的南北向构造的地壳运动。

汉语拼音词目索引

说　明

1. 词目索引按汉语拼音排列。
2. 根据词目首字的拼音可在音序表中查到词目在索引中的页码。
3. 根据索引中的页码便可查到词目的释文。

一、词目首字汉语拼音音序表

A

B

C

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

W

X

Y

Z

其它

二、词目汉语拼音索引

A

a

ai

an

C

其它

本分册编写单位

学科	编写单位
构造地质学	武汉地质学院
	成都地质学院
大地构造学	武汉地质学院
	地质辞典办公室
多旋□说	中国地质科学院地质研究所
断块构造说	中国科学院地质研究所
地洼学说	中国科学院长沙大地构造研究所
波浪状镶嵌构造说	西安地质学院
	西北大学地质系
地质力学	中国地质科学院地质力学研究所
板块构造说	地质辞典办公室
	中国地质科学院地质研究所
新构造学	成都地质学说
	河北地质学院
	国家地震局地震研究所
地壳运动	地质辞典办公室
	中国地质科学院地质力学研究所

地 质 大 辞 典

DIZHI DA CIDIAN

（二）

矿物 岩石 地球化学分册

地 质 出 版 社

《地质大辞典》分册目录

第一分册　普通地质、构造地质分册（上册）
普通地质、构造地质分册（下册）
（构造地质、地质力学）
第二分册　矿物、岩石、地球化学分册
第三分册　古生物、地史分册
第四分册　矿床地质、应用地质分册
第五分册　地质普查勘探技术方法分册（上册）
地质普查勘探技术方法分册（下册）
（地球物理勘探、地球化学探矿）

地　质　大　辞　典

（二）

矿物　岩石　地球化学分册

地质矿产部地质辞典办公室编辑
责任编辑　吴树仁　王曙
地质出版社　出版
*
开本：787×1092　16K　印张：25　字数：548千字
2005年6月北京第一版·2005年6月北京第一次印刷
ISBN 7－116－05867－2/H·65
定价：1280.00元（全五册）

出版说明

地质科学是一门基础理论科学，也是一门应用科学。人们要研究地球的形成和发展，探索地壳运动的规律，开发矿产资源，规划工农业建设，都离不开地质科学的理论与方法。我国人民在认识地质现象，开发与利用矿产资源方面，有着悠久的历史和卓越的创造。解放以来，我国的地质工作和地质科学研究都得到了蓬勃的发展，随着我国四个现代化建设事业的发展，广大的地质工作人员，都迫切希望提高科学理论和技术水平，而广大群众也希望对地质科学和有关科学有更多的了解。这样就需要有一部综合性工具书，比较全面地介绍地质科学及有关学科的基本概念和内容。

为此原国家地质总局责成书刊编辑室和中国地质科学研究院组织力量编纂本辞典，成立了由许杰等同志组成的领导小组。几年来，经过三十多个教学、科研和生产单位数以百计的科学技术人员的共同努力，经过全国四百多个单位的认真审查与修改，现已编纂完毕。

这本辞典是我国建国以来的第一部综合性地质辞典，全书共包括四十多个学科的名词、术语一万一千多条，三百余万字，插图一千余幅。为了进一步征求广大读者的意见，按各学科的内部联系，暂分为五个分册出版。俟分册出齐之后，再修订编成总册发行。这五个分册是：

第一分册：关于地球的形成与发展方面的学科，包括宇宙地质学，地球物理学，古地磁学，火山地质学，地震地质学，外动力地质学，地貌学，冰川地质学，地质力学，大地构造学，构造地质学等；

第二分册：关于地球的物质组成方面的学科，包括结晶学，矿物学，玉石和宝石，火成岩岩石学，沉积岩岩石学，变质岩岩石学，地球化学，同位素地质学，岩矿鉴定和岩矿分析等；

第三分册：关于地球的历史方面的学科，包括古生物学，古人类学，地层学，地史学，第四纪地质学和古地理学等；

第四分册：关于地球的矿产资源和某些应用地质方面的学科，包括金属

矿床和非金属矿床学，煤田地质学，石油及天然气地质学，海洋地质学，水文地质学，工程地质学，地热地质学，环境地质学等；

第五分册：关于地质普查勘探技术方法方面的学科，包括测绘，遥感地质，数学地质，区域地质调查，地球物理勘探及地球化学探矿，钻探工程和坑探工程，矿山地质工作，固体矿产工业要求及矿产普查勘探方法，矿产加工利用等等。

本辞典本着密切结合地质工作的实际需要，选择各学科中常用常见的名词术语，解释力求简明扼要，通俗易懂。

对于地质科学中的不同学派和观点，根据党的“百家争鸣”的方针，都作了介绍。例如，在构造地质学方面，介绍了地质力学，多旋回说，块断说，地洼说，镶嵌说，以及板块构造说等等；在矿床成因方面，也尽量收集了不同的学说和观点。

为了便于读者对外来术语的理解，避免因译名不同而引起的歧义，各学科名词一般均附有英文或俄文，或同时附英、俄两种文字；古生物学名词均附了拉丁文学名，以供参考。

参加本辞典编写工作的主要单位为：武汉地质学院，长春地质学院，成都地质学院，河北地质学院，北京大学地质系、地理系、地球物理系，南京大学地质系，西北大学地质系，中南矿冶学院地质系，昆明地质学校，中国科学院地质研究所、贵阳地球化学研究所、北京天文台，地质部海洋地质局、第二海洋地质调查大队、航空物探大队、计算技术应用研究所、江陵石油综合研究队、水文地质工程地质局、水文地质工程地质研究所，中国地质科学研究院地质矿产研究所、地质力学研究所、地球物理和地球化学探矿研究所、峨嵋矿产综合利用研究所、地质博物馆，内蒙古自治区地质局地质研究队、宁夏回族自治区地质局，陕西地质局区测队、测绘队，云南地质局第十地质队等共三十多个单位，最后由地质辞典办公室负责编辑定稿。

本辞典的内容和附图不少来自国内外有关著作和文献，限于体例，未予注明出处；在编写和审查、定稿过程中得到了许多单位和个人的热情协助与大力支持，在此一体□表示诚挚的谢意。

由于我们缺乏编纂这样一部综合性的工具书的经验，辞典中难免存在着

一些缺点和问题，其中有些是与目前地质工作的研究程度有关的，如地层方面，我国东、西部研究精度差别很大，因此选词也就不可能平衡；某些新兴边缘学科的名词术语稳定程度较差，所选词目及其解释都可能不够恰当等。我们诚恳地希望广大读者提出批评和建议，以利我们进一步改正和修订。

地质辞典办公室

2005 年 6 月

凡　　例

一、本分册为《地质大辞典》第二分册，是有关岩矿、地球化学方面各学科的名词解释。包括结晶学、矿物学、宝石和玉石、火成岩石学、沉积岩石学、变质岩石学、地球化学、同位素地质学、岩矿鉴定和化学分析等十门学科，共收词条二千二百余条，插图一百余幅。

二、本分册收录的词目范围，为以上各学科中常见常用的基本内容和新提出的名词术语。

三、本分册词目一般都附了英文名词或俄文名词，或同附有英、俄两种文字的名词。英文排前，俄文接排，其间用分号（;）隔开，同语种的同义词用逗号（,）隔开。

四、一词多义的词目，其释文根据涵义不同，用阴码❶、❷、❸……分别叙述。

五、为了便于读者按学科内容或按汉语拼音查找名词，本分册前面附有学科分类词目目录，后面附有“汉语拼音词目索引”。

学科分类词目目录

结晶学

矿物学

宝石和玉石

火成岩石学

沉积岩石学

变质岩石学

地球化学

同位素地质学

岩矿鉴定

化学分析

结晶学

【结晶学】 crystallography 研究晶体的生成和变化、外表形态的几何性质、化学组成和内部结构、物理性质以及它们相互间关系的一门科学。主要包括晶体生成学，几何结晶学，晶体结构学，晶体化学，晶体物理学及数学结晶学等分支。它们阐明晶体各个方面的性质和规律，并可用以指导对晶体的利用和人工培养。

【晶体生成学】 crystallogeny 结晶学的一个分支。研究晶体的发生、成长、变化等方面的现象和规律。它对指导人工制备晶体以及解释晶体的某些现象、特性和阐明地质成矿作用过程中的一系列问题等方面均具有意义。

【几何结晶学】 geometrical crystallography 结晶学的一个分支。是早期结晶学的主要内容，也是矿物学的基本内容之一。研究具有规则外形晶体的几何形状以及其间的各种几何关系。它对晶体的描述、分类和矿物的鉴定均具有重要意义。

【晶体结构学】 crystallology 结晶学的一个分支。研究晶体内部结构的各种规律和晶体结构的具体测定。它对从根本上阐明晶体的一系列现象和性质起着重要的作用。

【晶体化学】 crystallochemistry 又称“结晶化学”。结晶学的一个分支，是结晶学与化学之间的边缘科学。主要研究晶体的化学组成与晶体结构之间的关系。对于阐明晶体的性质及它们相互间的内部联系等方面有着重要的意义。

【晶体物理学】 crystallophysics 结晶学的一个分支，是结晶学与固体物理学之间的边缘科学。主要研究晶体的各项物理性质。它在指导对晶体的利用及矿物的鉴定方面均具有意义。

【结晶质】 crystalline substance 简称“晶质”。组成物质的原子或离子都是有规律地在三维空间呈周期性重复排列的、即具有格子构造的固态物质。每一种结晶质各自都有确定的熔点。由结晶质构成的物体就是晶体。

【非晶质】 amorphous substance 又称“玻璃质”。组成物质的原子或离子不呈规则排列，因而不具格子构造的固态物质，例如，玻璃、塑料，地质作用中由火山熔岩流快速冷凝而成的黑曜岩、珍珠岩，以及因受放射性元素蜕变的影响而晶格遭受破坏的某些褐帘石、烧绿石等，都属于非晶质。非晶质没有固定的熔点，受热时逐渐软化而最后变成流体。非晶质物体因内部不具格子构造，不能自发地成长为几何多面体，因而被称为无定形钵。与结晶质相比，非晶质是不稳定的，它有向结晶质转变的自发倾向。

【变生非晶质】　metamict　又称“蜕晶质”或“似晶质”。含铀、钍等强放射性元素的原生晶质矿物，在放射性元素蜕变的影响下，仍保持其晶体外形，而内部晶格则遭受破坏，转变为非晶质。此种成因的非晶质特称为变生非晶质。矿物的变生非晶质化将引起矿物物理性质的显著变化，表现为颜色变深而不均匀，光泽减弱，比重变小，折射率降低，解理消失，呈贝壳状断口等。

【晶体】　crystal　由结晶质构成的物体，即内部的原子或离子有规律地在三维空间呈周期性重复排列的，因而具有格子构造的固体。一切晶体都有自发地成长为几何多面体外形的固有特性；但许多晶体在生长过程中受到外界条件的限制，因而最终并不一定表现出几何多面体的规则外形。晶体的分布极其广泛，绝大部分的固体矿物都是晶体，土壤主要由粘土矿物的细小晶粒组成。此外，从各种金属、合金、陶瓷、水泥制品到白糖、食盐、青霉素等绝大多数的固态化合物，一直到组成生命有机体的某些物质，如我国在世界上首次用人工方法合成有活力的蛋白质——结晶牛胰岛素等，也都是晶体。晶体的大小相差很大，可以从小于1微米（10^{-3}毫米）到几十米。有时，晶体一词仅指具有几何多面体外形的晶体，即结晶多面体；而将不具几何多面体外形的晶体称为晶粒。

【结晶作用】　crystallization　指形成晶体的作用，即原来不结晶的物质在一定的物理化学条件（温度、压力、组分浓度）下转变为结晶质的作用。物质结晶的方式有：（1）由气体结晶，如火山口硫蒸气冷凝直接形成硫磺晶体；（2）从液体（溶液或熔融体）中结晶，如盐湖中因蒸发使溶液达到过饱和而结晶出石盐、硼砂等晶体，岩浆熔融体因过冷却而结晶出长石、石英、云母等晶体；（3）由固态的非晶质结晶，如非晶质的火山玻璃经过晶化而形成结晶质的石髓。

【重结晶作用】　recrystallization　这一术语用法不一。在结晶学中可有两种含义：（1）已形成的晶体，由于所处物理化学条件的变化，部分地熔融或溶解而转入母液，然后又重新成长的作用。（2）已形成的晶体，由于温度和压力的影响，在固体状态下再次成长，而使结晶颗粒由细变粗的作用，如石灰岩变质成大理岩时，方解石晶粒的变粗。也有人将后者称为再结晶作用，以与前一种含义的重结晶作用相区别。

在岩石学中，凡是岩石基本上处于固体状态下，其中有矿物的新晶粒形成的作用，都称为重结晶作用或再结晶作用。新形成的晶粒，其化学成分和矿物成分可以与原岩的相同，也可以不同；原岩的矿物可以是结晶质的，也可以是非晶质的。

【再结晶作用】　见“重结晶作用”。

【晶核】　crystal nucleus　又称“晶芽”。物质结晶时的成长中心。它可以是结晶作用过程中首先结晶出来并达到一定临界尺寸的一些极小的晶粒，也可以是某些外来的固体微粒。后者包括：与结晶物质相同的晶粒；与结晶物质的结构类同、能吸附溶质的

其他物质的晶粒；能吸附溶质的胶体颗粒。由本身结晶形成的晶核称为自发晶核，由外来微粒构成的晶核称为非自发晶核。人工培养晶体时放入的籽晶，就是远大于临界尺寸的非自发晶核。

【晶芽】 crystalline nucleus 见“晶核”。

【晶面】 crystal face 在晶体生长过程中自发形成的包围晶体表面的平面。晶面基本上是光滑平整的平面；但仔细观察时，常可见微有凹凸而表现出具规则形状的各种晶面花纹。晶面实质上就是晶格的最外层面网。

【面角】 interfacial angle 指晶体上晶面法线间的夹角，其数值等于相应晶面间实际夹角的补角。

【面角恒等定律】 law of constancy of interfacial angles 又称“面角守恒定律”或“斯丹诺定律”。其内容为：在一定的温度、压力下，化学成分和晶体结构均相同的晶体之间，其对应晶面间的夹角恒相等。这一定律的意义在于它从千变万化的歪晶中揭示出了晶体在外形上所固有的规律性，从而奠定了几何结晶学的基础。但是，现代对晶体研究的结果表明，实际晶体的内部结构总是或多或少地偏离理想状况的，因此，晶体的面角恒等只是在一定的精确度上而言的。

【晶棱】 crystal edge 指晶体上晶面与晶面的交线。两个实际相交晶面的交线称为实际晶棱，任意两个互不平行的晶面延展相交后的交线称为可能晶棱。晶棱相当于晶格中的行列。晶棱在晶体上的方向用晶棱符号来表示，即：过结晶轴的交点作晶棱的平行线，在后者上任取一点，设此点在三个结晶轴上的坐标值之比为 ra∶sb∶tc（a∶b∶c 为轴率），将 r∶s∶t 化为最简单的整数比，然后略去比例符号，用中括号括起来，写作〔rst〕形式，即为晶棱符号。

【晶带】 crystal zone 晶体上各晶面间的交棱均互相平行的一组晶面的组合，称为一个晶带。平行这些晶棱，并通过晶体中心的直线称为“晶带轴”，其方向以相应的晶棱符号来表示，用以代表晶带。如〔100〕晶带即代表晶体上所有平行于〔100〕方向的晶面所组成的晶带。任意两个互不平行的晶面即可决定一个晶带。

【晶带定律】 zone law 又称“魏斯定律”。即晶体上的任一晶面至少同时属于两个晶带；或者说，两个晶带相交的平面必为一可能晶面。根据晶带定律可知：由任意两个互不平行的晶面即可决定一个晶带，而由任意两个晶带又可决定一个晶面；从而，由互不平行的四个任意已知晶面（其中每三个均不属于同一晶带）即可导出此晶体上一切可能的晶面和晶棱，并推算出相应的晶面符号和晶棱符号。

【晶带轴】 zone axis 平行于某个晶带的所有晶面，且通过晶体中心的直线。

【对称要素】 symmetry element 物体相同部分之间的有规律重复称为对称。在研究对称时，为使物体作有规律重复而凭借的一些几何要素（点、线、面）称为对称要素。晶体外形上可能存在的对称要素有：对称面，对称中心，对称轴，倒转轴和旋转反映轴。其中倒转轴与旋转反映轴之间有一定的等效关系，可以彼此取代。在晶体内部结构中，除上述对称要素外，还可能出现象移面和螺旋轴，并必定有平移轴存在。

【对称中心】 centre of symmetry 又称“对称心”。对称要素之一。是位于晶体中心的一个假想点，在通过此点的任意直线上，其两边等距离处必有对应的相同部分；借助于对称中心的倒反作用，可使对应的相同部分相互重复（倒反作用也称反伸作用，它相似于照像机镜头的成像作用，由它所造成的像与原物体互成上下、左右、前后均颠倒相反的关系，大小彼此相等，各对应点距对称中心的距离也都各自相等）。对称中心的习惯符号为 C，国际符号用 $\bar{1}$ 来代表。

【对称面】 plane of symmetry 对称要素之一。是通过晶体中心的一个假想平面，它可将晶体等分为互成镜像反映关系的两个相同部分（即两者分别相当于一个物体和此物体在镜子中的映像，而对称面就相当于一面镜子）。借助于对称面的反映作用，可使此两个相同部分相互重复。对称面的习惯符号为 P，国际符号为 m。

【对称轴】 symmetry axis 又称“旋转轴”。对称要素之一。是通过晶体中心的一条假想直线，晶体绕此直线每旋转一定角度，各相同部分便发生一次重复，亦即整个晶体复原一次。旋转 360°过程中晶体复原的次数称为此对称轴的轴次；使晶体复原所需的最小转角称为基转角。轴次 n 与基转角 α 之间的关系为：

$$\frac{360°}{\alpha} = n$$

晶体由于受内部结构规律的限制，其可能存在的对称轴如下表：

【旋转轴】 rotation axis 即“对称轴”。

	对称轴				
轴次（n）	一次	二次	三次	四次	六次
基转角（α）	360°	180°	120°	90°	60°
习惯符号（L^n）	L^1	L^2	L^3	L^4	L^6
国际符号	1	2	3	4	6
图示记号		⬮	▲	■	⬢

其中 L^1 到处都存在，无特殊意义。

【倒转轴】 rotary－inversionaxis 又称“旋转反伸轴”或“反演轴”。是一种复合的对称要素。相应的几何要素是，位于晶体中心的一个假想点与通过此点的一根假想直线两者的组合。当晶体绕此直线旋转一定的角度后，紧接着再借助于此假想点的倒反（也可以先倒反再旋转），其最后结果可使各相同部分发生重复。类似于对称轴，倒转轴也有一定的轴次和基转角。晶体中可能存在的倒转轴及其符号如下表。

	倒转轴				
轴次（n）	一次	二次	三次	四次	六次
基转角（α）	360°	180°	120°	90°	60°
习惯符号（L_i^n）	Li^1	Li^2	Li^3	Li^4	Li^6
国际符号	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{6}$
图示记号					
等效的对称要素或其组合	C	P	L^3+C	—	L^3+P （$P\perp L^3$）

【旋转反伸轴】 即“倒转轴”。

【反演轴】 inversion axis 即“倒转轴”。

【旋转反映轴】 rotary－reflectionaxis 又称“映转轴”。是一种复合的对称要素。相应的几何要素是，通过晶体中心的一个假想平面与过中心且垂直此平面的一根假想直线两者的组合。当晶体绕此直线旋转一定的角度后，紧接着再借助于此假想平面的反映（也可以先反映再旋转），其最后结果可使各相同部分发生重复。晶体中只能有一次、二次、三次、四次和六次旋转反映轴。通常用 L_{2n}^n 来表示，2n 为旋转反映轴本身的轴次。旋转反映轴与倒转轴之间存在着对应的等效关系，即：1 次旋转反映轴 $=L_i^2$，$L_2^1=L_i^1$，3 次旋转反映轴 $=L_i^6$，$L_4^2=L_i^4$，$L_6^3=L_i^3$，彼此间可以相互替代。

【象转轴】 用法不一，有的用以指倒转轴，有的则用以指旋转反映轴。

【高次轴】 axis of the higher degree 凡轴次高于二次的对称轴、倒转轴或旋转反映轴以及螺旋轴，统称为高次轴。

【对称型】 class of symmetry 又称“点群”。

一个晶体中的全部对称要素的总和。晶体中可能的对称型共 32 种，它们按对称特点的不同而分属于七个晶系。任一对称型，其对称要素的种类、数目及方向都是确定的，全部对称要素都必定共点而交于晶体的几何中心。详见“晶系”。

【点群】 point group **即“对称型”。**

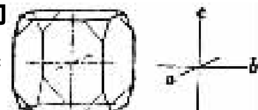
【晶系】 crystal system **晶体按对称分类的级别之一。晶体的32种对称型按对称特点的不同可划分为七个晶系，它们分属于三个晶族。具体列如下表。**

晶族		晶系		对称型			矿物晶体
名称	对称特点	名称	对称特点	对称要素总和*	国际符号	圣弗利斯符号	实例
低级晶族	无高次轴。所有的对称要素必定互相垂直或平行	三斜晶系	无L^2和P	L^1	1	C_1	高岭石
				C	$\bar{1}$	$C_i=S_2$	钙长石
		单斜晶系	L^2和P均不多于一个	L^2	2	C_2	—
				P	m	$C_s=C_{1h}$	斜晶石
				L^2PC	2/m	C_{2h}	正长石
		斜方（正交）晶系	L^2和P的总数不少于三个	$3L^2$	222	$D_2=V$	泻利盐
				$L^2 2P$	mm	C_{2v}	异极矿
				$3L^2 3PC$	mmm	D_{2h}	橄榄石
中级晶族	必定有且只有一个高次轴。当除高次轴外，还有其他对称要素存在时，它们必定与唯一的高次轴垂直或平行。	四方（正方）晶系	唯一的高次轴为L^4或L_i^4	L^4	4	C_4	彩钼铅矿
				$L^4 4L^2$	422	D_4	镍矾
				$L^4 PC$	4/m	C_{4h}	白钨矿
				$L^4 4P$	4mm	C_{4v}	羟氯铅矿
				$L^4 4L^2 5PC$	4/mmm	D_{4h}	锆石
				$L_i^4(L_4^2)$	$\bar{4}$	S_4	砷硼钙石
				$L_i^4 2L^2 2P$ ($L_4^2 2L^2 2P$)	$\bar{4}2m$	$D_{2d}=V_d$	黄铜矿
		三方（菱形）晶系	唯一的高次轴为L^3	L^3	3	C_3	细硫砷铅矿
				$L^3 3L^2$	32	D_3	α-石英
				$L^3 3P$	3m	C_{3v}	电气石
				$L^3 C(L_6^3)$	$\bar{3}$	$C_{3i}=S_6$	白云石
				$L^3 3L^2 3PC$ ($L_6^3 3L^2 3P$)	$\bar{3}m$	D_{3d}	方解石
		六方晶系	唯一的高次轴为L^6或L_i^6	$L_i^6(L^3P)$	$\bar{6}$	C_{3h}	—
				$L_i^6 3L^2 3P$ ($L^3 3L^2 4P$)	$\bar{6}m2$	D_{3h}	硅酸钡铁矿
				L^6	6	C_6	霞石
				$L^6 6L^2$	622	D_6	β-石英
				$L^6 PC$	6/m	C_{6h}	磷灰石
				$L^6 6P$	6mm	C_{6v}	红锌矿
				$L^6 6L^2 7PC$	6/mmm	D_{6h}	绿柱石

晶族		晶系		对称型			矿物晶体
名称	对称特点	名称	对称特点	对称要素总和*	国际符号	圣佛利斯符号	实例
高级晶族	高次轴多于一个，对称要素间可以彼此斜交	等轴（立方）晶系	必定有四个L^3，同时，必定还有三个相互垂直的L^4或L_i^4或L^2，它们与每一个L^3均以等角度相交	$3L^2 4L^3$	23	T	香花石
				$3L^2 4L^3 3PC$ $(3L^2 4L_s^6 3P)$	m3	T_h	黄铁矿
				$3L_i^4 4L^3 6P$ $(3L_s^4 4L^3 6P)$	$\bar{4}3m$	T_d	闪锌矿
				$3L^4 4L^3 6L^2$	43	O	赤铜矿
				$3L^4 4L^3 6L^2 9PC$ $(3L^4 4L_s^6 6L^2 9P)$	m3m	O_h	方铅矿

＊L^2、P 等记号分别见“对称中心”、“对称面”、“对称轴”、“倒转轴”及“旋转反映轴”。括弧内是以旋转反映轴代替相应的倒转轴时的对称要素总和。

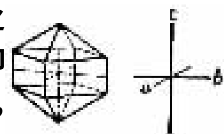
【等轴晶系】　isometric system　又称“立方晶系”。七个晶系之一，属高级晶族。其对称特点是，必定有四个三次对称轴，同时，不是还有三个相互垂直的四次轴，就是还有三个相互垂直的二次对称轴。此三个四次轴或二次对称轴即选择作为晶体的三个结晶轴，轴角 $\alpha=\beta=\gamma=90°$，轴单位 $a=b=c$。参见“晶系”和“晶体几何常数”。



等轴晶系

【立方晶系】　cubic system　即“等轴晶系”。

【四方晶系】　teragonal system　又称“正方晶系”。七个晶系之一，属中级晶族。其对称特点是唯一的高次轴为四次轴。此四次轴即选择作为晶体的 c 轴，三个结晶轴相互垂直，轴角 $\alpha=\beta=\gamma=90°$，轴单位 $a=b\neq c$。

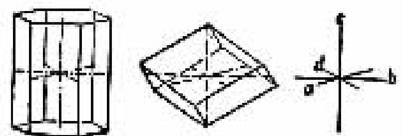


四方晶系

参见“晶系”和“晶体几何常数”。

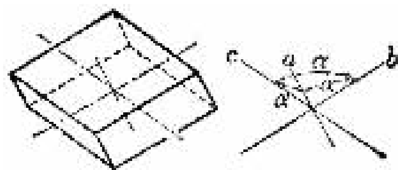
【正方晶系】　即“四方晶系”。

【六方晶系】　hexagonal system　七个晶系之一，属中级晶族。其对称特点是，唯一的高次轴为六次对称轴或倒转轴。此惟一的六次轴即选择作为晶体的直立结晶轴 c 轴，三个水平结晶轴的正端互成 120°交角，它们与 c 轴均正交，轴角 $\alpha=\beta=90°$，$\gamma=120°$，轴单位 $a=b\neq c$。详见“晶系”和“晶体几何常数”。



六方和三方晶系

【三方晶系】　trigonal system　又称“菱形晶系”。七个晶系之一，属中级晶族。



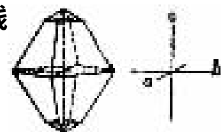
三方晶系（三轴定向）

其对称特点是，惟一的高次轴为三次对称轴或倒转轴。此惟一的三次轴即选择作为晶体的直立结晶轴 c 轴，三个水平结晶轴的正端互成 120°交角，它们与 c 轴均成正交，是为四轴定向，此时，轴角 $\alpha=\beta=90°$，$\gamma=120°$，轴单位 $a=b\neq c$。也有采用三轴定向的，此时三个结晶轴与晶体唯一的三次轴均以相同的角度斜交，彼此间绕三次轴成对称分布，轴角 $\alpha'=\beta'=\gamma'\neq 90°$、120°，$a'=b'=c'$。详见“晶系”和“晶体几何常数”。

【菱形晶系】　rhombohedral system　即“三方晶系”。

【斜方晶系】　orthorhombic system，rhombic system　又称“正交晶系”。

七个晶系之一，属低级晶族。其对称特点是，无高次轴，但一次对称轴和对称面的总数不少于三个。晶体即以三个相互垂直的二次对称轴或对称面法线作为结晶轴，轴角 $\alpha=\beta=\gamma=90°$，轴单位 $a\neq b\neq c$。

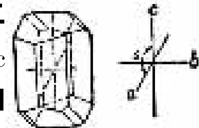


斜方晶系

详见“晶系”和“晶体几何常数”。

【正交晶系】　即“斜方晶系”。

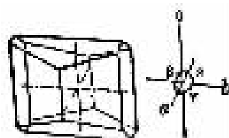
【单斜晶系】　monoclinic system　七个晶系之一，属低级晶族。其对称特点是，无高次轴，且二次对称轴和对称面均不多于一个。晶体即以此惟一的二次对称轴或对称面法线作为 b 轴。b 轴与 a 轴、c 轴均成正交，a 轴与 c 轴则斜交，轴角 $\alpha=\gamma=90°\beta=90°$，轴单位 $a\neq b\neq c$。详见“晶系”和“晶体几何常数”。



单斜晶系

【三斜晶系】　triclinic system　七个晶系之一，属低级晶族。其对称特点是，既无高次轴，也无二次对称轴和对称面。三个结晶轴均相互斜交，$\alpha\neq\beta\neq\gamma\neq 90°$，轴单位 $a\neq b\neq c$。详见“晶系”和“晶体几何常数”。

【晶族】　category　晶体按对称分类的级别之一。共分为低级、中级、高级三个晶族。低级晶族包括三斜、单斜和斜方三个晶系，它们都不具有高次轴。中级晶族包括四方、六方和三方三个晶系，它们的共同特点是必定有且只有一个高次轴。高级晶族只有等轴晶系一个晶系，它的特点是具有多于一个的高次轴。详见“晶系”。



三斜晶系

【晶体定向】 crystal orientation 有两种含义：（1）在尚未研究过的某种晶体上，选定各个结晶轴的方向和定出其轴率的工作；（2）在已知的某个晶体上，找出其各个结晶轴所在方向的工作。通常可以依据晶形、双晶、解理及光性测定、劳厄照相等方法来确定。

【结晶轴】 crystallographic axis 简称“晶轴”。用来确定晶面和晶棱在晶体上的方向而人为地选择的三根（或四根）座标轴。选择结晶轴时必须考虑到晶体所固有的特点，应使之平行于晶体的对称轴（或倒转轴）、对称面法线或适当的晶棱方向。等轴、四方、斜方、单斜和三斜晶系选三个结晶轴：a 轴、b 轴、c 轴，三者交于晶体中心，其中 c 轴永远置于直立的方向，上正下负；b 轴位于左右方向，右正左负；a 轴对着观察者，前正后负。三方和六方晶系由于对称性特殊，常选定四个结晶轴，即 a 轴、b 轴、d 轴和 c 轴，四者交于晶体中心，其中 c 轴仍置于直立方向，上正下负；a 轴、b 轴、d 轴均位于同一水平面内，三个轴的正端相互间的交角均为 120°，b 轴正端指向右方，a 轴和 d 轴的正端分别指向左前方和左后方。

【轴角】 crystal axial angle 晶体中三个结晶轴（三方和六方晶系晶体当选用四个结晶轴时，其 d 轴可略去不计）彼此间的交角。用 α、β、γ 表示，它们依次对应于 b 轴与 c 轴、c 轴与 a 轴、a 轴与 b 轴正端间的夹角。根据对称特点，只有单斜晶系晶体的 β 角及三斜晶系晶体的全部三个轴角随晶体的不同而异，是晶体的特征性常数；其他各晶系晶体的轴角及单斜晶系晶体的 α 和 γ 角均为确定的特殊角。参阅“晶体几何常数”。

【轴率】 axial ratio 又称“轴单位比”。如晶体中三个结晶轴 a 轴、b 轴、c 轴上的单位长依次为 a、b、c，则三者的连比 a∶b∶c，即为轴率。根据对称特点，在四方、三方和六方晶系中有 a = b 的关系，故其轴率可简写为 a∶c；在等轴晶系中则有 a = b = c，所以，等轴晶系的任何晶体之轴率总是 a∶b∶c = 1∶1∶1，从而不具有特殊意义。除等轴晶系外，不同晶体的轴率都是不同的，它是晶体的一个特征性常数。参看“晶体几何常数”。

【轴单位比】 即“轴率”。

【晶体几何常数】 geometric constant of crystal 简称“晶体常数”。指轴角 α、β、γ 和轴率 a∶b∶c。正确选择的晶体几何常数应与晶体内部结构中的晶胞参数相一致。除等轴晶系外，不同晶体的几何常数各不相同，是晶体的一组特征性常数。各晶系的晶体几何常数特点如下表：

晶系	晶体几何常数特点	实例
等轴晶系	$a = b + c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90°$	方铅矿
四方晶系	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90°$	锆石 $a:c = 1:0.64037$
六方晶系 和三方晶系 （四轴定向）	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90°$ $\gamma = 120°$	绿柱石 $a:c = 1:0.4989$ 方解石 $a:c = 1:0.8543$
三方晶系 （三轴定向）	$a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90°$	方解石 $\alpha = 101°55'$
斜方晶系	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90°$	自然硫 $a:b:c = 0.8131:1:1.9034$
单斜晶系	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90°$ $\beta > 90°$	正长石 $a:b:c = 0.6585:1:0.5554$ $\beta = 116°03'$
三斜晶系	$a \neq b \neq c$ $\alpha > 90°$ $\beta > 90°$ $\gamma \neq 90°$	钠长石 $a:b:c = 0.6335:1:0.5577$ $\alpha = 94°03'$，$\beta = 116°29'$ $\gamma = 88°09'$

【三斜度】 triclinicity **在微斜长石中，用来表征晶体偏离单斜对称的程度的一个参数。符号 Δ。**

【整数定律】 law of whole **又称“有理指数定律”或“阿羽依定律”。其内容为：如以平行于晶棱的三根直线作为坐标轴（三者交于晶体中心且不在同一平面内），则晶体上任意二晶面在三根坐标轴上所截截距的比值之比为一简单整数比。设二晶面在三根坐标轴上的截距分别为**$\overline{OA_1}$、$\overline{OB_1}$、$\overline{OC_1}$ **和**$\overline{OA_2}$、$\overline{OB_2}$、$\overline{OC_2}$**，令**$\frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA_2}} : \frac{\overline{OB_1}}{\overline{OB_2}} : \frac{\overline{OC_1}}{\overline{OC_2}} = p:q:r$**，则** $p:q:r$ **必可化为简单的整数比。这一定律的意义在于它阐明了用数学方法来表示晶面在晶体上的方向的可能性，从而为晶面符号的建立奠定了基础。**

【有理指数定律】 law of rational indices 即“整数定律”。

【截距系数】 numerical inter ception 又称“标轴系数”。晶面在结晶轴上所截的距离，称为截距。截距以各自结晶轴上的单位长来进行量度时，所得出的系数便是截距系数。设晶面在某一结晶轴上的截距为$\overline{OA}$，此结晶轴之单位长为 a，并有$\overline{OA}=pa$，p 即为截距系数。

【晶面指数】 index of crystal face 晶面在三个（或四个）结晶轴上的截距系数的倒数比，当化为最简单的整数比后，所得出的三个（或四个）整数称为该晶面的晶面指数。参见“晶面符号”。

【晶面符号】 symbol of crystal face 用来表示晶面在晶体上的方向的符号。常用的为米氏符号，它以晶面在三个结晶轴上的截距系数的倒数比来表示。设晶体的轴率为 a∶b∶c，某一晶面在 a 轴、b 轴、c 轴上的截距之比为 pa∶qb∶rc，取截距系数 p、q、r 的倒数比，则$\frac{1}{p}:\frac{1}{q}:\frac{1}{r}=h:k:l$。h∶k∶l 应化为最简单的整数比，然后略去比例符号，用小括号括起来，写作（h k l）形式，即为晶面符号；其中 h、k、l 称为晶面指数。例如，某一晶面在三个结晶轴上的截距之比为 2a∶3b∶6c，截距系数的倒数比为$\frac{1}{2}:\frac{1}{3}:\frac{1}{6}=3:2:1$，其晶面符号即为（3 2 1）。当晶面与某一结晶轴平行时，相应的该晶面指数即为 0；晶面如截某一结晶轴于负端时，其负号写于相应的晶面指数的上方。例如（$00\bar{1}$）即代表截 c 轴于负端而与 a 轴、b 轴均相平行的晶面。三方和六方晶系由于有四个结晶轴，相应地其晶面符号便由四个晶面指数组成，依次与 a 轴、b 轴、d 轴和 c 轴相对应，且前三个晶面指数之代数和永远为 0，例如（$1\ 0\ \bar{1}\ 0$）、（$6\ \bar{1}\ \bar{5}\ 1$）等。应注意晶面符号与单形符号的区别。后者是用大括号括起来的，代表整个单形，如{3 2 1}、{$6\ \bar{1}\ \bar{5}\ 1$}等。

【米氏符号】 Miller′s symbol 国际上通用的一种晶面符号。详见“晶面符号”。

【晶形】 crystal form 晶体的几何外形。每一种矿物的晶体常有一定的习见晶形，这是由晶体内部的化学组成和晶体结构决定的，因此，晶形可作为鉴定矿物的依据之一。同时，同一种矿物的晶体在不同的物理化学条件下形成时，其晶形又往往会表现出一定的差异，因而，对晶形的研究也有助于了解晶体生成的条件，并借以阐明矿物的成因。

【单形】 simple form 晶体上相互间能够由对称要素联系起来的一组晶面的组合，称为一个单形。属于同一个单形的各个晶面彼此间按一定的对称关系分布，它们必定可以通过对称要素的作用而相互重复。当晶体理想发育时，同一个单形的各晶面应具有相同的形状、大小。在实际晶体中，经常因为在形成时受到外界条件的影响而不能表现出同形等大的特点来，但同一个单形的各晶面与对称要素间的方位关系不变，彼此间仍保持相同的物理和化学等性质。晶体上可能出现的几何形状不同的单形共 47 种，它们是：低级和中级晶族晶体均可有的单形：单面，板面（平行双面）；

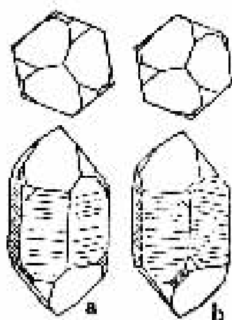
低级晶族晶体特有的单形：双面，菱方柱，菱方锥，菱方双锥，菱方四面体（以上名称中“菱方”又称“斜方”，如菱方柱又称斜方柱，等等）；

中级晶族晶体特有的单形：三方柱，复三方柱，四方柱，复四方柱，六方柱，复六方柱，三方锥，复三方锥，四方锥，复四方锥，六方锥，复六方锥，三方双锥，复三方双锥，四方双锥，复四方双锥，六方双锥，复六方双锥，三方偏方面体，四方偏方面体，六方偏方面体，菱面体，四方四面体，复三方偏三角面体，四方偏三角面体（以上名称中“四方”又称“正方”，“偏方面体”又称“梯面体”）；

高级晶族晶体特有的单形：立方体（六面体），四六面体，八面体，三角三八面体，四角三八面体，五角三八面体，六八面体，四面体，三角三四面体，四角三四面体，五角三四面体，六四面体，菱形十二面体，五角十二面体，偏方复十二面体（偏方二十四面体）。47种单形中，在矿物晶体上常见的仅有十几种。单形常用单形符号（简称“形号”）来表示。它是将这个单形中正指数为最多且首先最近于垂直a轴、其次较近于垂直b轴的该晶面之晶面指数用大括号括起来而构成。如立方体之单形符号为{100}，它代表立方体的全部六个晶面。同样的单形符号，在不同的对称型中，特别是在不同的晶系中，所代表的单形可以是不同的。

【聚形】　combination，combinate form　两个或两个以上的单形聚合在一起所构成的晶形。只有对称性彼此相同的单形才能在一起组成聚形。组成一个聚形的单形种类是有限的，最多不会超过七种；但组成一个聚形的单形个数则无限制，可以有若干个同种单形同时并存。所以，聚形的种数可多至无数。聚形中，属于同一个单形的各晶面，它们的性质必定相同；不属于同一个单形的晶面，彼此间的性质则不相同。此外，聚形中由于各个单形的晶面相互切割的结果，可以使得晶面的形状与该单形单独存在时的晶面形状有很大的变化。

【左形】　left－handed form　两个相同的单形，几何形状完全一样，但彼此的取向相反，两者间互成镜象反映的关系，不能借助于旋转使它们彼此重合，就好象人的左右



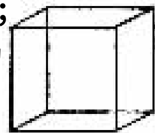
石英晶体的左形(a)和右形(b)

两手一样，这样的两个单形即互为左右对称形，其中一个为左形，而另一个则为右形。凡是只具有对称轴的对称型，其晶形（既包括单形，也包括聚形）都有左形和右形的

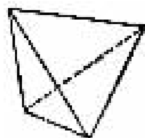
区别。最常见的如石英晶体（属于 L^3L^2 对称型）的左形晶体和右形晶体（见图）。

【右形】 right - handed form 见“左形”。

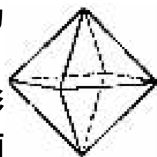
【立方体】 cube 单形名称。只在等轴晶系晶体上出现。是由两两平行的六个正方形的相同晶面所组成的正平行六面体。其三对晶面彼此间均相互垂直；每个晶面均与三个结晶轴中的一个垂直而与另两个平行。单形符号为 {100}。萤石、黄铁矿等晶体常具此单形。


立方体

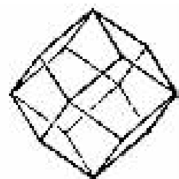
【四面体】 tetrahedron 单形名称。只在等轴晶系晶体上出现。是由四个等边三角形的相同晶面所围成的正四面体。其通过中心且联接每一对晶棱中点的三根联线彼此垂直而等长。相邻晶面间的夹角为 $70\frac{1}{2}°$；每个晶面均与晶体中的一个三次对称轴垂直，并与三个结晶轴均相截，截距相等。单形符号为 {$11\bar{1}$}（正四面体）或 {$1\bar{1}1$}（负四面体）。闪锌矿、黝铜矿等晶体常具此单形。


四面体

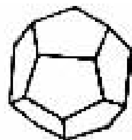
【八面体】 octahedron 单形名称。只在等轴晶系晶体上出现。是由两两平行的八个呈等边三角形的相同晶面所组成的正八面体。其通过中心且联接每一对角顶的三根联线彼此垂直而等长。相邻晶面间的夹角为 $109\frac{1}{2}°$；每一对晶面均与晶体中的一个三次对称轴垂直，每个晶面与三个结晶轴均相截，截距相等。单形符号为 {111}。磁铁矿、尖晶石等晶体常具此单形。


八面体

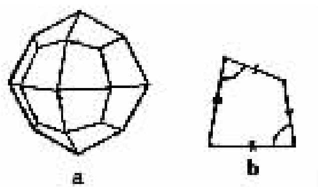
【菱形十二面体】 rhombic dode cahedron，rhombododecahedron 单形名称。只在等轴晶系晶体上出现。由两两平行的十二个呈菱形的相同晶面组成，相邻晶面间的夹角分别为 120°和 90°；每个晶面均与三个结晶轴中的一个平行，而与另两个相截，截距相等，单形符号为 {110}。石榴子石、磁铁矿等晶体常具此单形。


菱形十二面体

【五角十二面体】 pentagonaldodecahedron，pyritohedron 单形名称。只在等轴晶系晶体上出现。由两两平行的十二个呈五边形（其中有四条边等长）的相同晶面组成。相邻晶面间的夹角不等于 120°或 90°；每个晶面均与三个结晶轴中的一个平行，而与另两个相截，截距不相等。单形符号为 {hk0}（h、k 分别代表两个不等的正整数）。黄铁矿等晶体常具此单形。

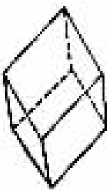

五角十二面体

【四角三八面体】 trapezohedron，tetragonal trisoctahedron 单形名称。只在等轴晶系晶体上出现。由两两平行的二十四个呈四角形（其四条边分为两组，组内两边等长，但两组间不等长。如图 b）的相同晶面组成，恰似由八面体的每一个等边三角形晶面变为三个相同的四角形晶面而成。每个晶面与三个结晶轴均相截，其中的两个截距相等，而另一个截距则小于该两个截距。单形符号为 {hkk}（h、k 代表正整数，且 $h > k$）。石榴子石等晶体常具此单形。



四角三八面体(a)及晶面(b)

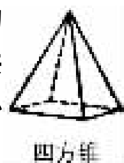
【菱面体】 rhombohedron 单形名称。只在三方晶系晶体上出现。是由两两平行的六个菱形的相同晶面所组成的斜平行六面体，恰似由立方体沿其中一对角顶联线的方向（即三次对称轴的方向）拉长或压扁而成。各相邻晶面间均斜交；其上部三个晶面与下部三个晶面彼此间绕三次对称轴错开60°而相间排列。方解石、石英等晶体常具此单形。



菱面体

【柱】 prisin 单形中的一类。按组成单形的相同晶面之数目及单形之横切面形状的不同，共有七种不同的柱，如下表。柱类单形的共同特点是，组成单形的各个晶面均平行于同一直线；除菱方柱外，此直线方向即为晶体中惟一的高次轴方向，亦即结晶轴 c 轴的方向。

单形名称	晶面数目	横切面的形状及其特点	所属晶系
四方柱（正方柱）	4	正方形。内角均为90°	四方晶系
复四方柱（复正方柱）	8	复四方形。任二相邻的内角不相等，但相间的各内角相等	
三方柱	3	等边三角形。内角均为60°	三方晶系和六方晶系
复三方柱	6	复三方形。任二相邻的内角不相等，但相间的各内角相等	
六方柱	6	正六边形。内角均为120°	
复六方柱	12	复六方形。任二相邻的内角不相等，但相间的内角相等	三方晶系和六方晶系
菱方柱（斜方柱）	4	菱形。相邻的二内角不相等，互为补角；但相间的内角相等	单斜晶系和斜方晶系



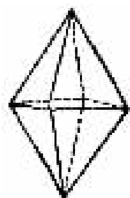
【锥】 pyramid 称“单锥”，单形中的一类。按组成单形的相同晶面的数目及单形横切面形状的不同，共有七种不同的锥，如下表。锥类单形的共同特点是，组成单形的各个晶面均相交（或延展后相交）于一点，且此点必定位于晶体中惟一的对称轴上，亦即结晶轴 c 轴上。

单形名称	晶面数目	横切面形状	所属晶系
四方锥（正方锥）	4	正方形	四方晶系
复四方锥（复正方锥）	8	复四方形	
三方锥	3	等边三角形	三方晶系
复三方锥	6	复三方形	
六方锥	6	正六边形	六方、三方晶系
复六方锥	12	复六方形	六方晶系
菱方锥（斜方锥）	4	菱形	斜方晶系

* 各种横切面形状的特点参见“柱”。

【单锥】 即“锥”。

【双锥】 dipyramid，bipyramid 单形中的一类。按组成单形的相同晶面的数目及单形横切面形状的不同，共有七种不同的双锥，如下表。它们好象由相应的两个锥以底相合而成。双锥类单形的共同特点是，组成单形的上下各半数晶面分别相交（或延展后相交）于上下各一点，在菱方双锥中，此二交点必定位于晶体中的同一个二次对称轴上；在其余各双锥中，此二交点必定位于晶体中唯一的高次轴上，亦即结晶轴 c 轴上。



单形名称	晶面数目	单形单独存在时晶面的形状	横切面形状*	所属晶系
四方双锥（正方双锥）	8	等腰三角形	正方形	四方晶系
复四方双锥（复正方双锥）	16	不等边三角形	复四方形	
三方双锥	6	等腰三角形	等边三角形	三方、六方晶系
复三方双锥	12	不等边三角形	复三方形	六方晶系
六方双锥	12	等腰三角形	正六边形	三方、六方晶系
复六方双锥	24	不等边三角形	复六方形	六方晶系
菱方双锥（斜方双锥）	8	不等边三角形	菱形	斜方晶系

* 各种横切面形状的特点参见“柱”。

【板面】 pinacoid 单形名称。又称“平行双面”。由两个相互平行的相同晶面组成。板面可以在除等轴晶系以外的其他各晶系晶体上出现；当出现于中级晶族晶体上时，其晶面必定垂直于晶体中惟一的高次轴，亦即结晶轴 c 轴，相应的单形符号则为{001}或{0001}。

【平行双面】 即“板面”。

【底轴面】 basal pinacoid 简称“底面”。专指单形符号为{001}和{0001}的单面或板面单形，有时也指中、低级晶族中的（001）或（0001）晶面。其特点为晶面只与直立结晶轴 c 轴相截而与其他结晶轴均平行。

【结晶习性】 crystal habit 又称“晶癖”。指某一种晶体在一定的外界条件下总是趋向于形成某一种形态的特性。根据晶体在空间上三个方向的发育程度不同，可将结晶习性分为三种基本类型：（1）一向延伸：晶体沿一个方向延伸，呈柱状、针状、纤维状等，如绿柱石、电气石和角闪石等矿物常具此习性。（2）二向延展：晶体沿平面延展，呈板状、片状、鳞片状等，如黑钨矿、云母和石墨等常具此习性。（3）三向等长：晶体在三个方向上均匀发育，呈等轴状、粒状等，如黄铁矿、石榴子石等常具此习性。结晶习性主要决定于晶体的化学成分和晶体结构，同时与晶体形成时的外界条件（如温度、压力、浓度、粘度及杂质等）也密切相关。

【歪晶】 distorted crystal 指外形偏离理想晶形的晶体。晶体理想发育时，凡属于同一单形的各晶面都应具有相同的形状和大小，符合于晶体本身所固有的对称性。在歪

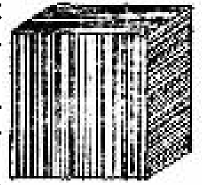
晶中，同一单形的各晶面，它们的形状、大小都可不同，但物理化学等方面的性质仍保持相同。此外，歪晶在几何外形上的偏差并不改变晶面间的夹角关系。因此，可以通过测角、投影等手段以及对晶面性质的研究，恢复出歪晶的理想晶形，并确定其真实对称。实际晶体在不同程度上都是歪晶。

【骸晶】 skeleton crystal 晶体生长过程中，沿着角顶或晶棱方向生长特别迅速而形成的晶面中心相对凹陷的结晶骨架。经常呈漏斗状树枝状或羽毛状等形态。例如，雪花即是冰的骸晶。骸晶主要是在溶质供应很不均匀的条件下结晶时形成的。

【聚形条纹】 即“晶面条纹”。

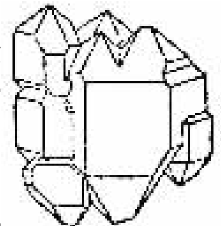
【生长条纹】 即“晶面条纹”。

【晶面条纹】 striation，striae 又称“生长条纹”或“聚形条纹”。指在单晶体中，出现于同一单形的各个晶面上的直线状条纹。它是在晶体成长过程中，由两个单形的细窄晶面成阶梯状生长，反复交替出现而形成的。例如，石英晶体的柱面上一般都有水平的晶面条纹；黄铁矿立方体晶面上也常有晶面条纹，其三对晶面上的条纹方向相互垂直（见图）。晶面条纹在形态上与双晶条纹相似，但晶面条纹是在晶体成长过程中形成的，它的分布必定符合于晶体本身所固有的对称特点，而且它不可能在解理面上出现。参见“双晶条纹”。


晶面条纹

【蚀象】 etch figure 晶体在长成后因受到溶蚀而在晶面上形成的一些具有规则形状的凹斑。蚀象的具体形状和方位均受晶面的面网性质所控制。对蚀象的研究可以有助于确定晶体的真实对称以及识别双晶。

【平行连晶】 parallel intergrowth，parallel grouping 指同种晶体成平行关系的规则连生体。成平行连生的各个单晶体之间，其内部结构完全平行一致，表现在外形上各单晶体之间的所有各组对应晶面全都一一相互平行。


石英的平行连晶

【双晶】 twin crystal 同种晶体的一种非平行的规则连生体。其连生的规律性表现在：成双晶关系的两个单晶体，除了在某几个特定的方向上，内部结构中的对应行列和面网彼此平行一致外，其余皆互不平行，但全都呈反映对称或（和）旋转 180°对称的关系。此种对称关系由双晶面或双晶轴来描述，并使双晶常呈现某种特定的形状。对于一些常呈双晶出现的矿物，如十字石，各种长石等，双晶是鉴别它们的重要依据之一。此外，双晶对于某些晶体（如压电水晶、冰洲石）的工业利用价值有很大的不利影响。

【孪晶】 即“双晶”。

【双晶面】 twinning plane 双晶中的一个假想平面，通过它的反映，可使双晶中的一个单晶体与另一个单晶体重合或处于平行的方位。双晶面不可能与单晶体中的对称面平行。双晶面的方向通常用平行于某一晶面或垂直于某一晶棱的方式来表示。

【双晶轴】 twin axis，twinning axis；双晶中的一根假想轴线，设想使双晶中的一个单晶体绕此轴线旋转180°后，则能与另一个单晶体重合或处于平行的方位。双晶轴不可能与单晶体中的偶次对称轴平行。双晶轴的方向通常用平行于某一晶棱或垂直于某一晶面的方式来表示。

【接合面】 composition plane，composition surface 双晶中两个单晶体间实际邻接的公共界面。当接合面为一规则平面时，其方向可用平行于某一晶面的方式来表示。大多数双晶的接合面往往与双晶面重合一致。

【双晶缝合线】 twin partition 双晶接合面在晶面、解理面、断口或任意其他切面上的迹线。

【双晶条纹】 twinning striation； 指在聚片双晶中，出现于某些晶面和解理面上的直线状条纹。它是由一系列被双晶缝合线所分隔开的晶面或解理面的细窄条带组成的。例如在斜长石晶体的{001}解理面上，通常都有平行［100］的双晶条纹。参见“晶面条纹”。

【接触双晶】 contact twin，juxtaposition twin 双晶的一种类型。两个单晶体以一个平面相接触而构成的双晶，其接合面简单而规则。常见的有锡石的膝状双晶。

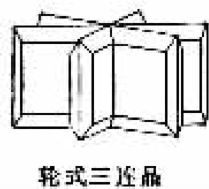
【贯穿双晶】 penetration twin，interpenetration twin 又称“穿插双晶”或“透入双晶”。双晶的一种类型。两个或两个以上单晶体相互贯穿所构成的双晶，其接合面复杂而不规则。常见的有萤石的尖晶石律双晶。

【穿插双晶】 即“贯穿双晶”。

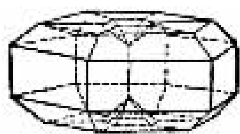
【透入双晶】 即“贯穿双晶”。

【聚片双晶】 polysynthetic twin 双晶的一种类型。由接合面均相互平行的多个单晶体，按同一种双晶规律多次重复所构成的双晶。在聚片双晶中，在与接合面相交的晶面和解理面上，都可以看到由一系列平行的双晶缝合线所组成的双晶条纹。常见的聚片双晶有斜长石的钠长石律双晶，方解石的机械双晶等。

【轮式双晶】 cyclic twin 又称“环状双晶”。双晶的一种类型。由接合面不相平行，但依次成等角度相交的多个单晶体，按同一种双晶规律多次重复所构成的双晶。双晶的整体连接成轮辐状或环状。按所连接的单晶体的个数而称为三连晶、四连晶、五连晶、六连晶和八连晶等。常见的轮式双晶有白铅矿的贯穿三连晶。


轮式三连晶

【环状双晶】 ring－shaped twin 即“轮式双晶”。通常专指连接成环状外形的轮式双晶，如金红石的环状六连晶。


环状六连晶

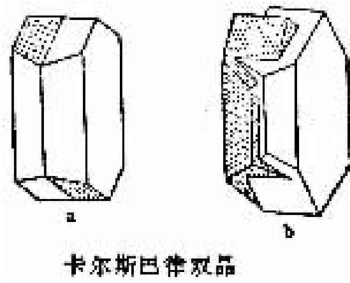
【机械双晶】 mechanical twin 又称“滑移双晶”。晶体形成后受到应力的作用，使晶体内的部分晶格沿着一定的面网方向发生均匀的滑移变形所导致的双晶，一般都成聚片双晶。例如，方解石以（$01\bar{1}2$）为双晶面和接合面的聚片双晶大多是机械双晶。机械双晶是晶体塑性变形的一种形式。

【滑移双晶】 glide twin 即“机械双晶”。

【次生双晶】 secondary twinning 指在晶体形成以后所产生的双晶。通常所称的次生双晶都是指机械双晶，因后者是典型的次生成因的。有人把转变双晶（在同质多象变体的转变过程中产生的双晶）和聚晶双晶（在晶体成长过程中，由两个小晶粒以双晶关系聚合在一起并继续成长而成的双晶）也归属为次生双晶。实际上，这两类双晶都是在晶体成长过程中产生的。

【双晶律】 twin law 双晶中单晶体之间相互结合的规律，它由双晶面或双晶轴的方向来规定，并常给予一定的专门名称，如尖晶石律、卡尔斯巴律、膝状双晶律等。一个双晶经常可以有不只一个的双晶面和（或）双晶轴，它们彼此间有一定的关系。双晶律习惯上只选取其中的某一个来表示。

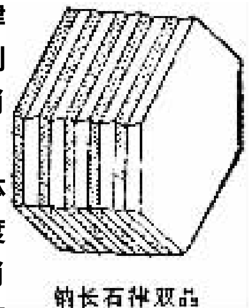
【卡尔斯巴律双晶】 Carlsbad twin，Karlsbad law 简称“卡式双晶”。见于各种长石晶体中。双晶轴为 c 轴；接合面平行（010）（卡尔斯巴 A 律），个别情况下平行（100）（卡尔斯巴 B 律）。一般呈简单的接触双晶（图 a），但也可见到由三个或四个单晶体组成的聚片式双晶。当晶体以斑晶出现时，则常呈贯穿双晶（图 b）。



卡尔斯巴律双晶

【卡式双晶】 即“卡尔斯巴律双晶”。

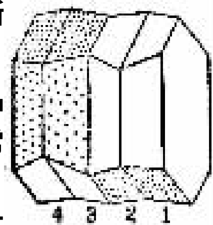
【钠长石律双晶】 albite law 见于三斜晶系的长石晶体中。双晶面和接合面均平行（0 1 0），双晶轴垂直（0 1 0）。通常呈聚片双晶。钠长石律双晶在斜长石中极为常见，可在｛0 0 1｝解理面及一些晶面上见到平行的双晶条纹。在微斜长石和歪长石中，钠长石律双晶总是与肖钠长石律双晶在一起共同组成格子状双晶。


钠长石律双晶

【肖钠长石律双晶】 pericline law 见于三斜晶系的长石晶体中。双晶轴为 b 轴，接合面为平行于 b 轴而与（0 0 1）成某个角度相交的所谓菱切面。通常呈聚片双晶。在微斜长石和歪长石中，肖钠长石律双晶总是与钠长石律双晶在一起共同组成格子状双晶；在斜长石中，肖钠长石律双晶可单独出现，也常与钠长石律双晶共同出现，但此时，两组

聚片双晶的叶片相互交截而并不组成象微斜长石或歪长石中那样的格子状双晶。

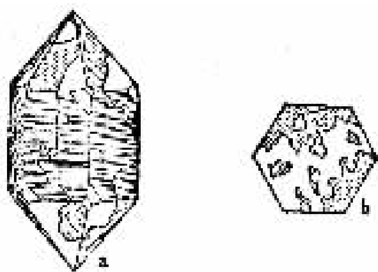
【卡－钠复合双晶】　Carlsbad－al bite compound twin　见于斜长石晶体中。由两个以上的单晶体分别按卡尔斯巴律、钠长石律及钠长石－卡尔斯巴律三种不同的双晶律结合在一起所共同组成。图中单体1与2以及单体3与4之间均以钠长石律相接合；单体2与3之间以卡尔斯巴律相接合，于是，单体1与4之间也成卡尔斯巴律双晶的关系；单体1与3以及单体2与4之间则均构成钠长石－卡尔斯巴律关系，其双晶轴平行（0 1 0）且垂直c轴。上述三种双晶律的双晶轴均相互正交。整个复合双晶的接合面平行（0 1 0），通常都为聚片双晶。



卡钠复合双晶

【格子双晶】　tartan　twinning　见于微斜长石晶体中。由钠长石律与肖钠长石律两组相互垂直的聚片双晶组合而成，在正交偏光镜下可见呈交织的方格状。在歪长石晶体中也常见。

【道芬双晶】　Dauphiné twin　由两个左形或两个右形石英晶体以c轴为双晶轴而形成的贯穿双晶（图a）。接合面不规则。它在外形上与单晶体很相似，但可由下列现象识别它：（1）三方双锥或三方偏方面体单形的晶面绕c轴相隔60°即重复出现；（2）晶面上可见弯曲的双晶缝合线，在缝合线的两边，晶面的反光不一样，柱面上的晶面条纹亦不相连续；（3）断口上可见不规则的弯曲的双晶缝合线；（4）在垂直晶体c轴切面上的人工蚀象，显示单体界线不规则，呈岛屿状图案（图b）。由两个左形晶体构成的双晶称为左旋道芬双晶，由两个右形晶体构成者则称为右旋道芬双晶。组成道芬双晶的两个石英单体，它们的光轴方向和旋光性都是一致的，但电轴方向正好相反，故道芬双晶又称为电双晶。具有道芬双晶的石英晶块不能作为压电材料，但不影响它作为光学材料的价值。

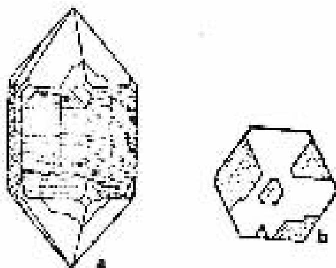


道芬双晶

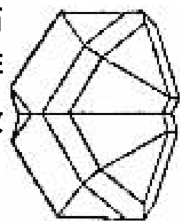
【巴西双晶】　Brazil twin　石英晶体中常见的一种双晶。是由一左一右的两个石英晶体所构成的贯穿双晶（图a）。双晶面（$11\bar{2}0$）；接合面平直。它在外形上与单晶体很相似，但可由下列现象识别它：（1）在同一柱面上，其两角同时出现呈左右对称关系分布的两个三方偏方面体单形的晶面；

（2）晶面上可见呈平直折线状的双晶缝合线，在缝合线的两边，晶面的反光不一样，柱面上的晶面条纹亦不相连续；（3）断口上可见规则的“人”字形纹；（4）在垂直晶体c轴切面上的人工蚀象，显示单体界线比较平直，呈折线状图案（图b）。

组成巴西双晶的两个石英单体，它们不仅电轴方向正好相反，而且光轴方向虽然一致，但旋光方向也正好相反，故巴西双晶又称为光双晶。具有巴西双晶的石英晶块不能作为压电材料和光学材料。

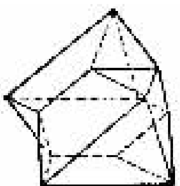

巴西双晶

【膝状双晶】 knee shaped twin 又称“肘状双晶”。常见于金红石和锡石晶体中。双晶面和接合面均平行（101）。构成双晶的两个四方柱状单晶体的 c 轴相交成 $114\frac{1}{2}°$或 112°，双晶形态有如弯曲的膝状，故名。呈接触双晶（见图）或环状双晶。


膝状双晶

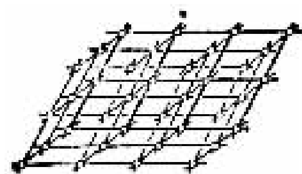
【肘状双晶】 elbow twin 即“膝状双晶”。

【尖晶石律双晶】 spinel law 见于尖晶石族矿物的晶体中。双晶面平行（111）。呈接触双晶（见图），接合面与双晶面一致；整个双晶通常平行于接合面发育而呈扁平的板状习性。


尖晶石律双晶

【浮生】 overgrowth 指异种晶体的规则连生。由一种晶体按一定的方向附生于他种晶体之上而形成。例如，金红石以｛100｝面网浮生于赤铁矿的｛0001｝面网上，金红石的 c 轴平行于赤铁矿的一个水平结晶轴。浮生的出现主要是由于两种晶体具有在结构上相似的某种面网而引起的。

【空间格子】 space lattice 又称“空间格架”。通常与“空间点阵”视为同义语。是由一系列有规律地在三维空间成周期性重复排列的几何点（称为结点）所联接成的无限的立体几何图形。它是从具体的晶体结构中抽象出来的。结点在空间格子中排列的规律性体现了晶体结构中原子、离子或分子在空间分布上的规律性。排列在一条直线上的结点联接成行列，行列上相邻结点间的距离称为结点间距。凡相互平行的行列，其结点间距必定相等。分布在一个平面上的结点则联接成面网，面网上单位面积内的结点数称为面网密度，相邻二平行面网间的距离为面网间距。凡相互平行的面网，其面网密度和面网间距必定全都相同。一个空间格子总是可以被三组相交的面网将整个空间划分为一系列相互平行叠置的平行六面体而表现为格子状（图 a）。如果使所划分出来的平行六面体既能体现出整个空间格子的对称性，直角关系尽可能多而体积又为最小，这样的平行六面体称为单位平


空间格子

十四种空间格子

晶系	原始格子	底心格子	体心格子	面心格子
三斜晶系				
单斜晶系				
斜方晶系				
三方与六方晶系				
四方晶系				
等轴晶系				

b

注：六方底心格子即六方原始格子。

行六面体。根据单位平行六面体对称性的不同，空间格子分别归属于七个晶系；再根据结点在单位平行六面体中分布的情况，还可将空间格子分为原始格子、底心格子、体心格子及面心格子四种可能的型式。这样，在晶体中共有14**种不同的空间格子型式（图**b**），通常称为**14**种布拉维空间格子，也称为**14**种平移格子或移动格子。参见“点阵”。**

【原始格子】 primitive lattice 14种空间格子型式中的一类。指仅在单位平行六面体的各个角顶上分布有结点的空间格子。符号p（三方菱面体格子为R）。按照单位平行六面体对称性的不同，共有三斜、单斜、斜方、三方、六方、四方和立方七种原始格子。参见“空间格子”。

【底心格子】 base－centred lattice 14种空间格子型式中的一类。指除了在单位平行六面体的各个角顶外，在某一对面的中心还各分布有一个结点的空间格子。符号C。按照单位平行六面体对称性的不同，共有斜方和四方两种底心格子。有时六方原始格子也被称为六方底心格子。参见“空间格子”。

【体心格子】 body－centered lattice 14种空间格子型式中的一类。指除了在单位平行六面体的各个角顶外，在体中心还分布有一个结点的空间格子。符号I。按照单位平行六面体对称性的不同，共有斜方、四方和立方三种体心格子。参见“空间格子”。

【面心格子】 face－centred lattice 又称“全面心格子”。14种空间格子型式中的一类。指除了在单位平行六面体的各个角顶外，在所有六个面的中心还各分布有一个结点的空间格子。符号F。按照单位平行六面体对称性的不同，共有斜方和立方两种面心格子。参见“空间格子”。

【结点】 node，lattice point 空间格子中有规律地在三维空间呈周期性重复排列的几何点。参见“空间格子”。

【行列】 row 空间格子中由排列在一条直线上的结点联接而成的几何图形。参见“空间格子”。

【面网】 net plane，net 空间格子中由分布在一个平面上的结点联接而成的几何图形。面网上单位面积内的结点数称为面网密度，相邻二平行面网间的距离称为面网间距。参见“空间格子”。

【点阵】 lattice ；由一系列有规律地在空间呈周期性重复排列的几何点（称为阵点）所构成的无限的几何图形。它是从具体的晶体结构中抽象出来的，用以表示晶体结构中原子、离子或分子在空间分布的规律性。其中分布在一根直线上的称为一维点阵或直线点阵，分布在一个平面内的称为二维点阵或平面点阵，分布在三维空间的称为三维点阵或空间点阵。阵点、直线点阵、平面点阵及空间点阵分别与结点、行列、面网及空间格子相当，通常彼此间被视为同义词。它们间的严格区别仅在于，点阵只是阵点在空间的分布，而行列、面网及空间格子则是结点在空间按一定方式的联接，并因而存在着空间划分的问题。

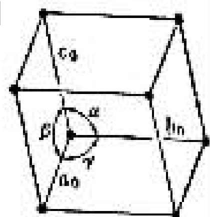
【晶体结构】 crystal structure 又称“结晶构造”。组成晶体的原子、离子或分子在晶体内部以一定的键力相结合而构成的空间分布。这种分布具有一定规律的周期性和对称性。测定晶体结构的常用实验方法为X－射线、电子或中子衍射分析。

【结晶构造】 即“晶体结构”。

【晶格】 lattice，crystal lattice 有两种含义：(1) 又称“晶架，泛指晶体的空间格子这一几何图形。(2) 即“晶体结构”。因为组成晶体的原子、离子或分子在晶体内部的分布都是符合于空间格子的规律而表现为格子状的。

【晶胞】 unit cell 晶体结构中能体现出整个晶格的对称性而体积又为最小的基本构造单位。有时也称为单位晶胞（单胞），以区别于体积不是最小的所谓大晶胞。晶胞的形状均为一平行六面体；其具体形状大小由它的三根棱长 a_0、b_0、c_0 和三根棱相互间的夹角 α、β、γ 来确定。a_0、b_0、c_0 及 α、β、γ 合称为晶胞参数（晶胞常数），或称点阵参数。晶胞与空间格子中的单位平行六面体相对应，但单位平行六面体是只包含结点的几何图形，而晶胞则是包含了具体的原子或离子的实体。把一系列的晶胞按空间格子规律在三维空间堆叠起来，即可得出整个晶格。

【晶胞参数】 unit cell parameter 又称“晶格常数”。决定晶胞形状大小的一组参数，包括晶胞的三根棱长（即晶体的轴长）a_0、b_0、c_0 和三根棱相互间的夹角（即晶体的轴角）α、β、γ。其中 $\alpha = b_0 \wedge c_0$，$\beta = c_0 \wedge a_0$，$\gamma = a_0 \wedge b_0$。



晶胞参数

【晶格常数】 lattice parameter 即“晶胞参数”。

【象移面】 glide reflection plane 又称“滑移反映面”。晶体内部结构中的对称要素之一。是一个假想的平面，结构中任意一点通过此平面的反映并平行于此平面内的某一确定方向平移一定的距离后，均可与性质相同的对应点发生重复，亦即通过上述对称变换后整个结构复原。

【滑移反映面】 即“象移面”。

【螺旋轴】 screw axis 晶体内部结构中的对称要素之一。是一根假想的直线，结构中任意一点绕比直线旋转一定的角度，并平行于此直线方向平移一定的距离后，均可与性质相同的对应点发生重复，亦即通过上述对称变换后，整个结构复原。与对称轴相应，螺旋轴也有一定的轴次，而且高次螺旋轴根据平移距离的不同，还有左旋、中性、右旋之分。

【空间群】 space group 又称“费多洛夫群”。晶体内部结构中的对称要素的集合。晶体中可能的空间群共有230种。由于晶体外形上的对称是晶体内部结构的对称的外在表现，所以230种空间群与32种对称型是密切相关的，每一种对种型都有确定的若干种空间群与之相对应。空间群与对称型的根本差别在于，晶体的几何多面体外形是一个有限图形，而晶体的内部结构则近似地是一个无限图形，它必定可以借助于平移而发生重复，并因而还可出现在晶体外形上所不能存在的其他对称要素——螺旋轴和象移面，从而使空间群的种数远比对称型为多；同时，任一空间群，其对称要素的种类和方位虽都是确定的，但数目则是无限的，相同的对称要素之间也可借助于平移而发生重复。如果把空间群中的平移因素消除掉，空间群即演变为相应的对称型。

【位错】 dislocation 晶体结构中的一种线缺陷。沿着晶体内的某条直线（位错线）附近，质点排列有较大的错乱，相当于晶格中某两部分之间存在着一定的相对滑移关系。位错线则是滑移部分和未滑移部分的界线。常见的有刃位错和螺旋位错。前者的滑移矢量与位错线相互垂直；后者则相互平行。

【晶体测量】 goniometry 又称“晶体测角”。是测量晶体各晶面间的夹角以恢复晶体几何形态的一种方法。晶体测量的主要仪器是双圈反射测角仪。所测晶体大小以2—5毫米最为合适，晶面要求平滑，有光泽。根据测得数据先作出极射赤平投影图或心射极平投影图，确定对称要素和单形，经过计算求出晶面符号和轴率，最后绘成晶体的顶视图和立体图。晶体几何形态的研究对于晶体结构分析及其形成条件的探讨有一定的意义。对于晶形发育良好的未知矿物，晶形测量也可为精确鉴定矿物提供基本数据。

【晶体测角】 即“晶体测量”。

【晶体测角仪】 goniometer 测量晶体面角以研究晶体几何形态的仪器。常用的有接触测角仪和反射测角仪。最普通的接触测角仪相当于量角器加一小尺，适用于较大晶体的测量，精度较低。反射测角仪有单圈反射测角仪和双圈反射测角仪两种。单圈反射测角仪主要由水平圈、光管、视物管（望远镜）和掣晶台四部分组成。根据晶面对光线反射的性质，利用光学系统进行测量，精度较高，适用于测量数毫米的小晶体；还可用棱柱法测定透明物质的折射率。双圈反射测角仪比单圈反射测角仪多一个直立圈，使晶体可绕互相垂直的两个轴任意转动，大大简化了测量手续，是目前晶体测量的主要仪器。

矿　物　学

【矿物学】　mineralogy　研究矿物的化学成分、内部结构、形态、性质、成因、产状、共生组合、变化条件、用途以及它们之间相互联系的一门科学。当前，对上述各方面内容的研究，除了促进矿物学本身的进一步发展外，其主要任务一方面是据以扩大矿物的利用；另一方面则是为找矿、勘探提供有关的资料；此外，并为阐明地壳物质的演化历史及其过程提供科学根据。

【实验矿物学】　experimental mineralogy　矿物学的一个分支。它研究的对象是由人工制备的，但其化学成分、晶体结构和物理性质与天然矿物相同或类同的单质或化合物——人工合成矿物。它研究在不同的物理化学条件下矿物的形成和变化、矿物相平衡系统以及合成矿物的制取。这类研究不仅有助于了解自然界矿物的生成条件及其有关理论，同时还可以为国民经济各部门直接提供所需要的某些矿物原料，如人造金刚石、压电石英、红宝石等。

【同位素矿物学】　isotope mineralogy　是研究矿物中放射性同位素的丰度变化、演变历史和稳定同位素的组成变异的一门科学。用以说明矿物的物质来源、形成条件、经历年龄、变化过程等，从而确定岩石年龄和矿床成因，并为研究和探讨地球历史和宇宙天体起源提供有关资料。

【矿物】　mineral　由地质作用所形成的天然单质或化合物。它们具有相对固定的化学组成，呈固态者还具有确定的内部结构；它们在一定的物理化学条件范围内稳定，是组成岩石和矿石的基本单元。目前已知的矿物约有 3000 种左右，绝大多数是固态无机物，液态的（如自然汞）、气态的（如氦）以及有机物（如琥珀）仅占数十种。在固态矿物中，绝大部分都属于晶质矿物，只有极少数（如水铝英石）属于非晶质矿物。来自地球以外其他天体的天然单质或化合物，称为宇宙矿物。由人工方法所获得的某些与天然矿物相同或类同的单质或化合物，则称为合成矿物。矿物原料和矿物材料是极为重要的一类天然资源，广泛应用于工农业及科学技术的各个部门。

【合成矿物】　synthetic mineral　又称“人造矿物”。在工厂和实验室中由人工方法制成的与天然矿物相同或类同的矿物，如人造金刚石、人造压电石英、人造红宝石等。由于自然界这些矿物资源不能满足生产上的迫切需要，人们就模拟这些矿物在自然界形成时的物理化学条件，用人工方法合成这些矿物。合成矿物的制成可以进一步阐明与这些合成矿物类同的天然矿物的成因。

【有机矿物】 organic mineral 由有机化合物组成的矿物。包括碳氢化合物和有机酸盐，如琥珀（$C_{20}H_{32}O_2$）、草酸钙石（Ca〔C_2O_4〕）·H_2O）等。具有易熔、可燃等特性。已知的有机矿物仅有数十种。

【金属矿物】 metallic mineral 指具有明显的金属性，如呈金属或半金属光泽，表现为各种金属色（如铅灰、铁黑、金黄等色），不透明，导电性和导热性较好的矿物。它们绝大多数是重金属元素的化合物，主要是硫化物和部分氧化物，如方铅矿（PbS）、磁铁矿（Fe_3O_4）；个别的本身就是金属单质，如自然金（Au）。少数例外，如闪锌矿（ZnS）、辰砂（HgS）、锡石（SnO_2）等不具典型的金属性，但仍是金属矿物；石墨（C）虽具有明显的金属性，但不属于金属矿物。金属矿物主要是构成各种有色金属、黑色金属、贵金属矿床的矿石矿物，一般都用以提取其成分中的金属元素。

【非金属矿物】 nonmetallic mineral 指不具有金属或半金属光泽，无色或呈各种浅色，在0.03毫米厚的薄片下透明或半透明，导电性和导热性差的矿物。包括绝大部分的含氧盐矿物以及部分氧化物和卤化物矿物。它们大多是造岩矿物，部分则是构成各种非金属、轻金属、稀有金属和稀土金属等矿床的矿石矿物。其中有的本身就是矿物材料，如白云母、高岭石等；有的则用以提取其成分中的金属或非金属元素，如从绿柱石（Be_3Al_2〔Si_6O_{18}〕）中提取铍，从磷灰石（Ca_5〔PO_4〕$_3$（F，Cl）中提取磷等。

【粘土矿物】 clay mineral 组成粘土的矿物成分可分为两类，其中赋与粘土以可塑性的那一类矿物称为粘土矿物（另一类是附属的“非粘土矿物”，如石英等）。粘土矿物是组成粘土岩和土壤的主要矿物组分。是一些以含铝、镁等为主的含水硅酸盐矿物。除海泡石、山软木具链状结构外，其余均具层状结构。颗粒极细，一般小于0.01毫米。加水后具有不同程度的可塑性。主要包括高岭石族、伊利石族、蒙脱石族、蛭石族以及海泡石族等矿物。主要用作陶瓷和耐火材料，并用于石油、建筑、纺织、造纸、油漆等工业。

【造岩矿物】 rock－forming mineral 组成岩石的矿物。它们大部分是硅酸盐及碳酸盐矿物。在火成者中造岩矿物又可根据其在岩石中的含量和在火成岩的分类、命名中所起的作用，分为主要矿物、次要矿物和副矿物。

【重砂矿物】 placer mineral 岩石或矿石遭受风化、破坏所形成的碎屑物质，以及经搬运、分选而沉积的松散的机械沉积砂粒，其中所含比重较大（一般在2.9以上）、机械性质和化学性质比较稳定的矿物，称为重砂矿物。常见的重砂矿物，如自然金、自然铂、金刚石、磁铁矿、钛铁矿、铬铁矿、尖晶石、刚玉、金红石、锡石、铌钽铁矿、锆石、独居石、黑钨矿、白钨矿等。很多重砂矿物具有经济价值，如果其富集程度达到工业要求时，便成为砂矿床。重砂矿物的组合与原生岩石的种类有关，例如自然铂、锇铱矿、铬铁矿、橄榄石、磁铁矿的组合与超基性岩有关。利用重砂矿物及其组合，可以推测砂矿中某种有用矿物存在的可能性，并可对原岩类型的确定和寻找原生矿床提供线索。

【原生矿物】 primary mineral 指在内生条件下的造岩作用和成矿作用过程中，同所形成的岩石或矿石同时期形成的矿物。如岩浆结晶过程中所形成的橄榄岩中的橄榄石，花岗岩中的石英、长石，热液成矿过程中所形成的方铅矿等，均是原生矿物。

【次生矿物】 secondary mineral 在岩石或矿石形成之后，其中的矿物遭受化学变化而改造成的新矿物。如橄榄石经热液蚀变而形成的蛇纹石，正长石经风化分解而形成的高岭石、方铅矿经氧化而形成的铅矾，铅矾进一步与含碳酸的水溶液反应而形成的白铅矿等，均是次生矿物。次生矿物在化学成分上与原生矿物间有一定的继承关系。次生矿物一般不包括变质作用所形成的新矿物。此外，有人将热液蚀变形成的矿物专门称为蚀变矿物以区别于表生成因的次生矿物。

【表生矿物】 hypergene mineral，supergene mineral 在地表和地表附近范围内，由于水、大气和生物的作用而形成的矿物。主要包括湖海中的沉积矿物，如石盐、硅藻土等，以及原生矿物在地表条件下遭受破坏而转变形成的部分次生矿物，如褐铁矿、高岭石、铅矾等。

【共生矿物】 paragenetic mineral 同一成因、同一成矿期（或成矿阶段）中所形成的，出现在一起的不同种矿物。如在花岗岩中，有岩浆作用期所形成的共生矿物长石和石英；在热液矿床中，有热液作用期所形成的共生矿物方铅矿和闪锌矿等。

【矿物共生组合】 paragenetic association of minerals 反映一定成因的一些共生矿物的组合。如含金刚石的金伯利岩中，金刚石、橄榄石、金云母、铬透辉石及少量镁铬铁矿和镁铝榴石的组合即为矿物共生组合。一定的矿物共生组合的出现，取决于元素的地球化学性质和一定地质作用中的一定的物理化学条件（如温度、压力、组分浓度、pH 值、Eh 值等）。因此，研究矿物共生组合规律，可以预测某些地质环境中可能找到的有用矿物，以指导找矿；还有助于阐明成矿规律、确定矿石类型、推断矿床成因以及研究和鉴别矿物。

【伴生矿物】 associated mineral 在自然界共同出现于同一空间范围内的不同种矿物。伴生矿物只考虑空间上在一起，而不管彼此间在形成时间上和成因上是否有一定的联系。

【矿物世代】 generation of minerals 在同一地质作用的不同阶段所形成的同种矿物，其间的先后关系称为矿物的世代。生成最早的为第一世代，然后依次为第二世代、第三世代等。由于在不同阶段中，形成矿物的介质成分和物理化学条件多少会有些不同，因此，不同世代的同种矿物往往在晶形、某些物理性质、微量元素成分、包裹体等方面表现出差异。分析、确定矿物的世代，可以有助于了解矿物形成过程的阶段性。

【标型特征】 typomorphic characteristic **在一定的物理化学条件下形成的某种矿物，在晶形、双晶类型、某些物理性质（如颜色）、所含微量元素等方面或其中的一个方面，表现出特有的特征，因而可以作为成因上的标志者，这种特征称为矿物的标型特征；具有标型特征的矿物则称为标型矿物。例如锆石，产于酸性火成岩中的，常呈无色透明，或呈淡黄、黄色，柱面发育，呈四方柱和四方双锥的聚形而具柱状习性；产于碱性岩中的，则常呈黄褐、黑褐色，柱面不发育或缺失，呈四方双锥晶形而具粒状习性。**

【标型矿物】 typomorphic mineral **指具有标型特征的矿物。也有人将只在一定物理化学条件下形成的、因而能够指示成因的矿物，例如只在高压低温条件下形成的蓝闪石等，也称为标型矿物。**

【包裹体】 inclusion，enclosure **矿物在生长过程中所捕获的包裹在晶体内的外来物质。其大小和形状不一；固、液和气态的都有。气、液态包裹体对于研究矿物形成时的物理化学条件有重要意义。**

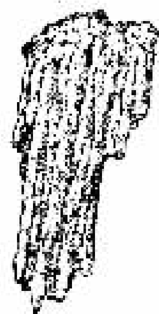
【矿物温度计】 mineral – thermometer **根据矿物晶体中原生包裹体的均匀化可以测定成矿介质的物态。和矿物形成的温度。这种原生包裹体通常叫做矿物温度计。原生包裹体是与主晶（即含有包裹体的矿物晶体）在同一个成矿溶液中同时形成的。它可以是固态的，也可以是液态或气态的，甚至可以几种物态共存。当加热包裹体到达一定温度时，不同物态物质逐渐混溶，由不均匀状态变为均匀化状态（均变为气体或液体），并充满整个包裹体的空间，这时的温度大体上相当于矿物形成时的温度。这项测定工作，须在显微镜下用热台进行。**

【矿物形态】 morphology of minerals **矿物单晶体、规则连生晶体和集合体的外形特征。矿物单晶体的形态包括晶体的形状、结晶习性、晶体的大小及晶面花纹等；规则连生晶体的形态是指双晶、平行连晶及不同矿物晶体间浮生的外形特征；矿物集合体的形态通常是指同种矿物集合在一起所构成的形态，它取决于矿物单体的形状及其排列的方式。矿物形态决定于其内部结构和生成环境。例如，具有层状结构的矿物常呈薄板状或片状晶形，内生黄铁矿的晶面条纹较发育，而外生黄铁矿的晶面则平滑无纹。所以研究矿物形态具有重要的鉴定意义，对某些矿物形态的精细研究，往往可以了解矿物与生成环境之间的关系，具有成因意义。**

【放射状集合体】　radiated aggregate　由呈针状、长柱状或片状的许多同种晶体以一点为中心向外呈放射状排列而成的矿物集合体，常见的如钠沸石、菊花石（放射状红柱石）、放射状叶蜡石等。

【纤维状集合体】　fibrous aggregate　由呈针状或纤维丝状的许多同种晶体平行排列而成的矿物集合体，常见的如纤维石膏、石棉等。

【钟乳状集合体】　stalactitic aggregate　指在岩石的洞穴或空隙中，从同一基底向外逐层生长而形成的呈圆锥形、圆柱形或乳房状的矿物集合体。在横断面上可见具同心层状构造，或同时还具放射状构造。大小不一，可自几毫米以至几十米。通常是由溶液在空洞表面上逐层结晶沉淀，或是由胶体逐层凝聚沉淀而成。最常见的如石灰岩溶洞中的石钟乳和石笋（钟乳状的方解石）以及针铁矿、硬锰矿的钟乳状体等。


方解石的钟乳状集合体

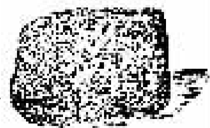
【肾状集合体】　reniform aggregate　外表形态呈扁平长圆形，状如腰子的矿物集合体，大小一般为几厘米。其他特点及成因均同钟乳状集合体。常见的如肾状赤铁矿等。


赤铁矿肾状集合体

【葡萄状集合体】　botryoidalaggregate　外表形态呈半球形，且各半球相互连接状如葡萄串的矿物集合体，大小一般在一、二厘米以内。其他特点及成因均同钟乳状集合体。常见的有硬锰矿等。

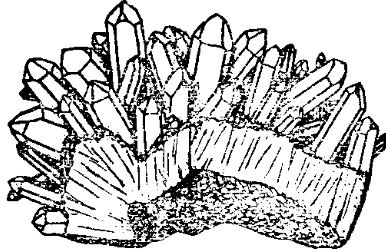


【鲕状集合体】　oolitic aggregate　某种物质的胶体以其他物质颗粒（矿物或生物体的碎屑以及气泡等）为核心，逐层凝聚而形成呈鱼子状的一系列球体、椭球体（称为鲕状体）所组成的矿物集合体。鲕状体的大小一般小于2毫米，具同心层状构造。各鲕状体彼此间通常都被胶结在一起。常见的有鲕状赤铁矿、鱼子石（鲕状的方解石）等。


鲕状赤铁矿

【豆状集合体】　pisolitic aggregate　外表形态呈豌豆状的一系列球体、椭球体所组成矿物集合体，大小一般为几毫米。其他特点及成因均同鲕状集合石。常见的有豆石（豆状的文石）等。

【晶簇】 druse 由生长在岩石的裂隙或空洞中的许多单晶体所组成的簇状集合体。它们一端固着于共同的基底上，另一端自由发育而具有良好的晶形。晶簇可以由单一的同种矿物的晶体组成，也可由几种不同矿物的晶体组成。常见的如石英晶簇、方解石晶簇等。工业上利用的压电水晶、冰洲石等矿物原料常呈晶簇产出。



石英晶簇

【假象】 pseudomorph 地质作用过程中，某种后来形成的矿物，其外形保持了原来的他种矿物的晶形的现象。如黄铁矿晶体遭受氧化后，其成分已转变为褐铁矿，但褐铁矿可保持黄铁矿原来的立方体或五角十二面体等晶形，便称褐铁矿呈黄铁矿的假象，而此种褐铁矿则专门称为假象褐铁矿。

【副象】 paramorph 指由同质多象变体间的转变而形成的假象。例如 $CaCO_3$ 的同质二象变体方解石和文石，当后者转变为前者时，往往仍可保持文石原来的晶形，即方解石呈文石的副象。

【矿物化学式】 mineral formula 矿物化学式有两种，即实验式和结构式。实验式只表示矿物化学成分中元素的种类及其原子数量之比。可用元素的形式写出，如白云母可写作 $H_2KAl_3Si_3O_{12}$；也可以用简单氧化物组合的形式写出，如白云母也可写作 $K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$。在矿物学中普遍采用的是结构式。它不仅能表示元素种类及其原子数量之比，并且可以反映矿物晶体结构中各组分相互结合的情况。其写法是：阳离子写在前面，阴离子写在后面，如为络阴离子时，将络阴离子部分用方括号括起；含中性水分子者，水分子写在最后，并用圆点与前面的其他组分分开；组分中成类质同象置换的离子用圆括号括起，并按含量多少排列，含量多者写在前面，彼此间以逗号分开。如白云母的结构式为 $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$，束沸石的结构式为（Ca，$Na_2$，$K_2$）。$[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 7H_2O$ 实验式可根据矿物的定量化学全分析的结果计算出来。进一步根据矿物的 X 射线晶体结构分析资料，即可写出结构式。

【岛状硅酸盐矿物】 nesosilicate mineral 硅酸盐类矿物按晶体结构特点划分的亚类之一。其络阴离子为单个的硅氧四面体 $[SiO_4]^{4-}$ 或由两个硅氧四面体共用一个角顶而联成的硅氧双四面体 $[Si_2O_7]^{6-}$。各硅氧四面体或硅氧双四面体之间则由金属阴离子（主要是 Mg^{2+}、Fe^{2+}、Ca^{2+}、Al^{3+}、Fe^{3+} 等）相联系而结合成硅酸盐。例如，橄榄石 $(Mg,Fe)_2[SiO_4]$、钪钇石 $Sc_2[Si_2O_7]$ 等。岛状硅酸盐矿物往往呈强烈的色彩，硬度和比重总的来说是各种结构硅酸盐矿物中最高的，形态和解理特性则随具体矿物而异。岛状硅酸盐这一术语的用法还不完全一致，有人将环状硅酸盐也包括在岛状硅酸盐

内；也有人把只具有弧立硅氧四面体〔SiO_4〕$^{4-}$络阴离子的硅酸盐称为岛状硅酸盐，而将含有硅氧双四面体〔Si_2O_7〕$^{6-}$络阴离子的硅酸盐称为群状硅酸盐。

【群状硅酸盐矿物】 sorosilicate mineral 指含有硅氧双四面体〔Si_2O_7〕$^{6-}$络阴离子的硅酸盐矿物，例如钪钇石 Sc_2〔Si_2O_7〕、黝帘石 Ca_2Al_3〔Si_2O_7〕〔SiO_4〕O（OH）等。通常将它们归入岛状硅酸盐矿物。参见岛状硅酸盐矿物。

【环状硅酸盐矿物】 cyclosilicate mineral 硅酸盐类矿物按晶体结构特点划分的亚类之一。其络阴离子是由若干个硅氧四面体通过共用部分角顶（通常为 1/2 的角顶）而联接成的封闭环，例如，三方环〔Si_3O_9〕$^{6-}$、四方环〔Si_4O_{12}〕$^{8-}$、六方环〔Si_6O_{18}〕$^{12-}$及双层六方环〔$Si_{12}O_{30}$〕$^{12-}$等。各硅氧四面体环之间则由金属阳离子相联系而结合成硅酸盐。例如，绿柱石 Be_3Al_2〔Si_6O_{18}〕。环状硅酸盐矿物常可被染成各种颜色，一般呈柱状晶形，解理差，硬度高，比重则偏低。

【链状硅酸盐矿物】 inosilicate mineral 硅酸盐类矿物按晶体结构特点划分的亚类之一。在其络阴离子中，各个硅氧四面体之间通过共用半数角顶的方式相互联接而组成一维无限延伸的硅氧四面体单链；或者由两个平行的单链彼此再通过共用某些角顶而联接成一维无限延伸的硅氧四面体双链。链与链之间则由金属阳离子（主要是 Mg^{2+}、Fe^{2+}、Ca^{2+}、Na^{1+}、Al^{3+}等）相联系而结合成硅酸盐。例如，钙铁辉石 CaFe〔Si_2O_6〕（单链）和透闪石 Ca_2Mg_5〔Si_4O_{11}〕$_2$（OH）$_2$（双链）。链状硅酸盐矿物以深色矿物占多数，一般呈平行于链的方向延长的柱状或针状晶形，解理也平行于链的方向发育，硬度较高，比重一般低于岛状硅酸盐而高于其他结构的硅酸盐。

【层状硅酸盐矿物】 phyllosilicate mineral 硅酸盐类矿物按晶体结构特点划分的亚类之一。在其络离子中，各个硅氧四面体之间通过共用大部分角顶（通常是 3/4 的角顶）的方式相互联系而组成二维无限延展的硅氧四面体层。在层中，未被共用的硅氧四面体角顶上的氧还有剩余的负电荷，从而可以与金属阳离子（主要是 Mg^{2+}、Al^{3+}以及 Fe^{2+}、K^{1+}、Li^{1+}等）结合而形成硅酸盐。有时，部分硅氧四面体还可以被铝氧四面体所置换。此时，一部分共用的角顶上的氧也将出现剩余的负电荷而可与金属阳离子相结合。此外，一般还都含有附加阴离子（OH）$^-$。例如，滑石 Mg_3〔Si_4O_{10}〕（OH）$_2$、白云母 KAl_2〔$AlSi_3O_{10}$〕（OH）$_2$。层状硅酸盐矿物一般呈浅色（含铁者颜色加深），具平行于层的片状晶形和极完全的片状解理，硬度低，比重亦偏低。粘土矿物多数是层状硅酸盐矿物。

【架状硅酸盐矿物】 tectosilicate mineral 硅酸盐类矿物按晶体结构特点划分的亚类之一。在其络阴离子中，每个硅氧四面体均以其全部的四个角顶与周围的硅氧四面体相联，组成三维无限连续的硅氧四面体骨架。其中，硅与氧的原子数之比为 1∶2，电荷已达平衡，但实际上总是有为数不超过一半的铝（个别情况下可以是铍）成类质同

象置换络阴离子中的硅，从而产生剩余的负电荷得以与金属阳离子（主要是 K^{1+}、Na^{1+}、Ca^{2+}、Ba^{2+}等）结合而形成铝硅酸盐。例如，正长石 K〔$AlSi_3O_8$〕。架状硅酸盐矿物一般呈浅色，硬度较高，比重偏低，形态和解理特性则随具体矿物而异。

【铝硅酸盐矿物】 aluminosilicate mineral 铝以类质同象方式置换了硅酸根中的部分硅而形成的硅酸盐矿物，如正长石 K〔$AlSi_3O_8$〕等。在铝硅酸盐中，铝必须存在于络阴离子中，具有四次配位，组成铝氧四面体，以取代部分硅氧四面体，但铝原子数目不能超过硅原子的数目。由于三价的铝取代了部分四价的硅，便可使络阴离子有过剩的负电荷与其他金属阳离子相结合。架状结构硅酸盐矿物除个别为被硅酸盐矿物（如香花石 Li_2Ca_3〔$BeSiO_4$〕F_2）外，全都是铝硅酸盐矿物。此外，较多层状结构的、少数链状结构的以及个别环状结构的硅酸盐矿物也是铝硅酸盐矿物。在岛状结构硅酸盐矿物中不存在铝硅酸盐矿物。至于铝仅作为一般的金属阳离子与硅酸根结合而形成的硅酸盐矿物，如蓝晶石 Al_2〔SiO_4〕O 等，只是含铝的硅酸盐矿物，而不属于铝硅酸盐矿物。不过，可以有含铝的铝硅酸盐矿物存在，如矽线石 Al〔$AlSiO_5$〕等，其成分中的铝，一部分取代硅而参与组成络阴离子，另一部分则作为一般的金属阳离子与络阴离子相结合。

【吸附水】 hydroscopic water 机械地被吸附于矿物之中或矿物颗粒之间的水；呈中性水分子 H_2O 的形式存在，不参与组成晶格，其含量也不固定。当温度达到 100—110℃时，吸附水就全部逸出；在水分逸出时，并不引起矿物晶格的破坏。吸附水一般呈液态，但也可以呈气态或固态存在。气态的吸附水大部分是同空气一起渗入于矿物集合体内的。在矿物中有时还存在大量气泡水。液态的吸附水又可分为薄膜水（包围矿物颗粒表面，呈薄膜状）、毛细管水（充填于矿物或其集合体之间的极细小的裂隙或空隙中，可因毛细管作用而扩散）和胶体水（含于水胶凝体中）。此外，还有层间水和沸石水，它们的性质则介于吸附水和结晶水之间。

【结晶水】 crystal water 在矿物晶格中占有确定位置的中性水分子 H_2O；水分子的数量与该化合物中其他组分之间有一定的比例。如石膏 Ca〔SO_4〕·$2H_2O$、胆矾 Cu〔SO_4〕·$5H_2O$、苏打 Na_2〔CO_3〕·$10H_2O$，分别表示其中含有 2、5、10 分子的结晶水。由于在不同的矿物的晶格中，水分子结合的紧密程度不同，因此，结晶水脱离晶格所需的温度也就不同，但一般不超过 600℃，通常为 100—200℃。当结晶水逸出时，原矿物晶格便被破坏；其他原子可重新组合，形成另一种化合物。

【结构水】 constitutional water 又称“化合水”。呈 H^+、$(OH)^-$、$(H_3O)^+$ 等形式参加矿物晶格的离子；这些离子在晶格中占有确定的位置，数量上与其他元素成一定的比例，只有在较高的温度（一般在数百度到1000℃之间）下，当晶格破坏时，它们才组成水分子从矿物中析出。含有结构水的矿物如纤铁矿 FeO（OH），高岭石 $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_3$。在矿物中以含 $(OH)^-$ 的较为常见，而含 $(H_3O)^+$ 的极少。

【化合水】 boundwater，combined water 即“结构水”。

【层间水】 interlayer water 以中性水分子形式存在于某些层状结构硅酸盐矿物晶格的结构层之间的水。层间水在矿物中的含量不定，随外界条件而变。当温度升高时，水分即逐渐逸出，至110℃时便大部逸出。在失水过程中并不导致晶格的破坏，仅相邻结构层之间的距离减小，同时折射率、比重则增大；而在适当的外界条件下，又可吸水膨胀，并相应地改变其物理性质。层间水的性质是介于结晶水与吸附水之间的一种过渡类型。具有层间水的矿物如蒙脱石 $(Al, Mg)_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot H_2O$。

【沸石水】 zeolitic water 以中性水分子形式存在于沸石族矿物晶格中的水。沸石水在矿物晶格中占有确定的位置，其含量有一个确定的上限值，此最大含水量与矿物的其他组分间成一定的比例；但矿物的具体含水量则随外界条件而变。当温度升高时、水分即逐渐逸出，至80—110℃时便大部逸出。在失水过程中并不导致晶格的破坏，但折射率、比重则相应增大；而在适当的外界条件下，又可吸水并恢复原来的物理性质。沸石水的性质是介于结晶水与吸附水之间的一种过渡类型。

【透明度】 transparency 物体容许可见光透过的程度。在矿物学中，一般以1厘米厚的矿物的透光程度为准，将矿物的透明度分为三级：①透明：隔着矿物可见另一侧物体的清晰轮廓，如水晶等；②半透明：隔着矿物仅能见另一侧物体的模糊阴影，如闪锌矿等；③不透明：隔着矿物完全不能见到另一侧物体的任何形象，如磁铁矿等。在岩矿鉴定工作中，通常根据矿物在薄片（约0.03毫米厚）下能否透光而将矿物分为透明矿物和不透明矿物两类。许多在标本上不透明的矿物在薄片下却表现透明而属于透明矿物之列，如辉石、角闪石等。非金属矿物都是透明矿物，属于光性矿物学研究的范围；金属矿物基本上都是不透明矿物，属于矿相学研究的范围。

【光泽】 luster 矿物表面对可见光反射的能力。矿物光泽的强弱取决于矿物的折射率、吸收系数和反射率，其中反射率又是折射率和吸收系数的函数。反射率越大，矿物的光泽就越强。在矿物学中，将光泽的强度由强而弱分为以下四级，它们的名称及相应的反射率 R 的范围如下：①金属光泽，$R > 0.25$；②半金属光泽，$R = 0.19—0.25$；③金刚光泽，$R = 0.10—0.19$；④玻璃光泽，$R = 0.04—0.10$。其中金刚光泽和玻璃光泽统称为非金属光泽。非金属矿物一般都表现为非金属光泽，而金属矿物则具有金属光泽或半金属光泽。矿物光泽的强弱应以晶面、解理面等平滑表面的反射为准，其他反射

表面及某些集合体形态则可引起特殊的光泽，如珍珠光泽、油脂光泽、松脂光泽、丝绢光泽、蜡状光泽、土状光泽等。光泽是鉴定矿物的重要特征之一，也是评价宝石质量的重要标准之一。

【金属光泽】 metallic luster 光泽强度的等级之一。如同金属抛光后的表面所反射的光泽，例如方铅矿的光泽。参阅“光泽”。

【半金属光泽】 semi－metallic luster 光泽强度的等级之一。比新鲜的金属抛光面略暗一些，如同陈旧的金属器皿表面所反射的光泽，例如磁铁矿的光泽。参阅“光泽”。

【非金属光泽】 non－metallic luster 除金属光泽及半金属光泽而外的其余各种光泽的统称。

【金刚光泽】 adamantine luster 光泽强度的等级之一。如同金刚石等宝石的磨光面上所反射的光泽，例如白铅矿的光泽。参阅“光泽”。

【玻璃光泽】 glassy luster，vitreous luster 光泽强度的等级之一。如同玻璃表面所反射的光泽，例如方解石的光泽。参阅“光泽”。

【珍珠光泽】 pearly luster 一种特殊的非金属光泽。在某些具有极完全片状解理的浅色透明矿物上，由于一系列平行的解理面对光多次反射的结果而呈现的如同蚌壳内面的珍珠层所表现的那种光泽，例如透石膏、白云母等矿物解理面上的光泽。

【油脂光泽】 oily luster，greasy luster 也称“脂肪光泽”。一种特殊的非金属光泽。在某些透明矿物的断口上，由于反射表面不平滑使部分光发生散射而呈现的如同油脂般的光泽，例如石英、霞石断口上的光泽。

【脂肪光泽】 即“油脂光泽”。

【树脂光泽】 resinous luster 也称“松脂光泽”。一种特殊的非金属光泽。在某些呈黄、棕或褐色的矿物上，由于反射表面不平滑使部分光发生散射而呈现的如同松香般的光泽，例如浅色闪锌矿的光泽。

【松脂光泽】 即“树脂光泽”。

【丝绢光泽】 silky luster 一种特殊的非金属光泽。在呈纤维状集合体的浅色透明矿物上，由于各个纤维的反射光相互影响的结果而呈现的如同一束蚕丝所表现的那种光泽，例如石棉的光泽。

【蜡状光泽】 waxy luster 一种特殊的非金属光泽。某些隐晶质块体或胶凝体矿物表面所呈现的如同石蜡所表现的那种光泽，例如块状叶蜡石，蛇纹石的光泽。

【土状光泽】 earthy luster 一种特殊的非金属光泽。在矿物的土状集合体上，由于反射表面疏松多孔使光几乎全部发生散射而呈现的如同土块般的暗淡光泽，例如高岭石土状块体的光泽。

【矿物颜色】 colour of minerals 矿物对可见光中不同波长发生选择性吸收和反射后在人眼中引起的感觉表现为颜色。当矿物对各种波长的可见光普遍而均匀吸收时，随吸收程度的不同，使矿物呈现无色、白色、灰色和黑色等。如果矿物对不同波长的可见光选择吸收时，则可使矿物呈现出被吸收光波的补色而表现为特定的颜色。通常根据矿物呈色的原因，将矿物颜色分为自色、他色和假色三种。其中自色对于每种矿物来讲总是比较固定的，有的假色对于某些特定矿物是特征性的，因而，它们可作为矿物的重要鉴定特征之一。某些矿物由于其颜色美观鲜艳，可作为工艺美术品的材料。

【自色】 idiochromatic colour 矿物颜色的一种。是由于矿物本身内在的原因所引起的颜色，它取决于矿物本身的化学成分及结构。例如，组成矿物的主要成分或类质同象混入物中含有色素离子（主要是钛、钒、铬、锰、铁、钴、镍、铜、铀等），晶体结构中存在某种缺陷等，均能使矿物呈现自色。矿物的自色基本上是固定的，是鉴定矿物的重要特征之一。

【他色】 allochromatie colour 矿物颜色的一种。是由于外来带颜色的物质机械混入而使矿物染成的颜色，它与矿物本身的化学成分及结构无关。如纯净的石英晶体呈无色透明，但一般常因不同杂质的混入，而被染成紫色（紫水晶）、玫瑰色（蔷薇石英）、乳白色（乳石英）、烟黑色（烟水晶）等不同的颜色。由于他色对于同种矿物来讲并不是固定的，因而在矿物鉴定上，其意义不如自色重要。但他色有时可使矿物染成美丽的颜色，而成为工艺美术品的材料。

【假色】 pseudochromatie colour 矿物颜色的一种。是由于物理原因（主要是光的内反射、内散射、干涉等）所引起的颜色。假色主要包括晕色、锖色和变彩。它们只对某些矿物具有鉴定意义。

【变彩】 play of colour 个别矿物由于晶格内存在有定向排列的细微包裹体对光反射、干涉后所引起的颜色，当从不同方向观察时，其颜色会发生改变。例如拉长石，在一定角度范围内可以看到美丽的蓝绿、金黄、红紫等连续改变的变彩。

【晕色】 iridescence 具有极完全解理或裂理的透明矿物，由于一系列平行的解理面或裂理面对光反射、干涉的结果而形成的如同水面上的油膜所呈现的彩色。常见具晕色的矿物有白云母、冰洲石、透石膏等。

【锖色】 tarnish 某些金属矿物，由其表面氧化簿膜所呈现的不同于新鲜断面颜色的彩色。常见具锖（读 qiāng 枪）色的矿物有斑铜矿、黄铜矿等。锖色可作为这些矿物的鉴定特征之一。

【条痕】　streak　矿物在白色无釉瓷板上摩擦时所留下的粉末痕迹。矿物碎成粉末后可消除假色并减弱他色，故矿物条痕的颜色较矿物颗粒的颜色为固定。条痕色主要对于金属矿物具有鉴定意义。

【硬度】　hardness　固体抵抗某种外来机械作用（如刻划、压入、研磨）的能力。在矿物学中通常所称的硬度多是指摩氏硬度，即矿物与摩氏硬度计相比较的刻划硬度。摩氏硬度计较为粗略，精确测定时常用显微硬度计或测硬仪来测定矿物的压入硬度或刻划硬度。矿物的硬度是鉴定矿物的重要特征之一。高硬度矿物有金刚石、刚玉等，它们的高硬度性能已被广泛应用于工业技术上。

【摩氏硬度计】　Mohs hardnessscale　常用的测定矿物刻划硬度的一套标准矿物，由十种不同硬度的矿物组成，相应地将硬度由低到高分为十级：

矿物名称	摩氏硬度	矿物名称	摩氏硬度
滑石	1	正长石	6
石膏	2	石英	7
方解石	3	黄玉	8
萤石	4	刚玉	9
磷灰石	5	金刚石	10

使用时，将标准矿物与未知硬度的矿物相互刻划。如某一矿物能被石英刻划，而本身又能刻划长石，则此矿物的摩氏硬度介于 6 与 7 之间。摩氏（Mohs′ Friedrich，1773－1839）为德国矿物学教授。

【工艺硬度计】　technical hardness scale　用以鉴定矿物硬度的一套标准矿物，从最软的到最硬的矿物，为：滑石、石膏、方解石、萤石、磷灰石、正长石、纯石英玻璃、石英、黄玉、石榴子石、熔锆石、刚玉、硅电石（siliconcarbide）、硼电石（boron carbide）、金刚石。

【解理】　cleavage　旧称“劈开”。晶体或晶粒在外力打击下总是沿一定的结晶方向裂成平面的固有性质。所裂成的平面称为解理面。解理面的方向平行于晶体结构中面网与面网之间连结力最弱的平面，并且它们在晶体上的分布符合于晶体的对称特点，亦即解理必定沿着同一个单形中的所有晶面方向同时发生。所以，解理面的方向通常都用相应的单形符号或单形名称来表示，如方铅矿的解理平行 {100}，或者说具有立方体解理。通常将解理的完善程度分为五级：①极完全：受力后极易沿解理面分裂成薄片，解理面相当平整光滑，例如云母。②完全：受力后总是沿解理面分裂，解理面显著而平滑，例如方解石。③中等（清楚）：受力后常可沿解理面分裂，解理面清楚，但不很平滑，且常不连续，例如辉石。④不完全：受力后沿解理面分裂较为困难，仅断续见到不

明显的解理面，解理面不平滑，例如橄榄石。（5）极不完全：受力后极少沿解理面分裂，仅在显微镜下偶而可见零星的解理面，例如石英。晶质矿物的解理特性，包括解理的组数及其方向和完善程度，以及解理角（两个相交解理面所夹的平面角）的大小，是鉴定矿物的特征之一。

【裂理】 parting 又称“裂开”。晶体或晶粒在外力打击下有时可沿一定的结晶方向裂成平面的性质。裂理与解理在现象上极为相似，但解理是由内因决定的，是一种晶体固有不变的特性；裂理则是由外因引起的，对于同种晶体而言，可能出现，也可能不出现，出现时的方向也可以不同。产生裂理的原因主要是沿晶体结构中一定方向的面网上分布有他种物质的夹层，或具有机械双晶。裂理的出现远不如解理广泛，它仅对辉石、磁铁矿、刚玉等少数矿物具有鉴定意义。

【裂开】 即“裂理”。

【断口】 fracture 矿物在外力打击下，不依一定结晶方向破裂而形成的断开面。断口按其形态可区分为贝壳状断口、锯齿状断口、参差状断口及平坦状断口等。断口可作为鉴定矿物的一种辅助依据，例如，石英常具贝壳状断口。

【贝壳状断口】 conchoidal fracture 简称“贝状断口”。断裂面呈具有同心圆纹的规则曲面，状似蚌壳壳面。石英及玻璃质矿物常具贝壳状断口。断裂面呈状弧形曲面，而不具同心圆纹者，称为次贝状断口或半贝壳状断口。

【次贝状断口】 subconchoidal fracture 见“贝壳状断口”。

【锯齿状断口】 hackly fracture 断裂面呈尖锐锯齿状的断口。具良好延展性的矿物一般均呈锯齿状断口，例如自然铜的断口。

【参差状断口】 uneven fracture 断裂面粗糙并不规则，呈参差不齐的断口。许多矿物单体的断口常为参差状断口。

【平坦状断口】 even fracture 断裂面较为平坦光滑的断口。大多呈致密块状的矿物常具平坦状断口。

【延展性】 ductility 物体受到张力作用时能延伸成为细丝的性质称为延性，受到锤压或滚轧时能展成薄片的性质称为展性。金属自然元素矿物以及个别硫化物矿物如辉铜矿等，具有延展性，延展性是它们的鉴定特征之一。当用小刀刻划这些矿物时，不产生粉末，而只是留下光亮的刻痕。矿物的延展性随混入杂质的增多而降低。

【脆性】 brittleness 物体受外力打击或碾压时易于发生碎裂的性质。有些矿物，如自然硫、黝铜矿等，具有显著的脆性，是它们的鉴定特征之一。当用小刀刻划这些矿物时，将产生粉末，并留下无光泽的刻痕。

【弹性】 elasticity 这一术语在矿物学中一般专指：具有片状解理或呈纤维状的矿物，其薄片或纤维在外力作用下能显著弯曲而不断裂，当外力除去后又能恢复原状的性质。例如，云母、石棉等具有良好的弹性，故弹性是鉴定这些矿物的特征之一。

【挠性】 flexibility 这一术语在矿物学中专指：具有片状解理的矿物，其薄片在外力作用下能显著弯曲而不断裂，但在外力除去后不能恢复原状的性质。例如，绿泥石、蛭石等具有明显的挠性，挠性是鉴定这些矿物的特征之一。

【可塑性】 plasticity 物体在外力作用下极易发生塑性变形，可以随意塑造成各种形状而不破碎的性质。某些粘土矿物如高岭石、蒙脱石等，潮湿时具有良好的可塑性。

【比重】 specific gravity 物体在空气中的重量与在4℃时同体积的水的重量之比。在矿物学中一般将矿物的比重粗略地分为三级：①比重小的，<2.5，例如石膏；②比重中等的，2.5—4.0，例如长石；③比重大的，>4.0，例如重晶石、方铅矿。在重砂分析中，通常按比重大小将矿物分为两类：①轻矿物，<2.87（三溴甲烷的比重）；②重矿物，>2.87。比重是矿物的鉴定特征之一，也是矿物重力分离、重力选矿、重力探矿和重砂测量找矿工作的依据。

【导电性】 electrical conductivity 物体对电的传导能力。导电性的大小用电阻率表示。各种矿物的导电性能不同。一般说来，自然金属导电性能好，是电的良导体；非金属矿物是非导体；大多数金属矿物则是电的半导体。矿物的导电性可作为鉴定某些矿物的特征之一，但主要应用于物理探矿、选矿和矿物分离等工作中。此外，矿物因导电性不同，可直接用作电气工业材料：如白云母作为绝缘材料，石墨用作电极材料等。

【介电性】 dielectricity 在外电场作用下，不导电的物体，即电介质，在紧靠带电体的一端会出现异号的过剩电荷，另一端则出现同号的过剩电荷，这种现象称为电介体的极化。如果将某一均匀的电介质作为电容器的介质而置于其两极之间，则由于电介质的极化，将使电容器的电容量比以真空为介质时的电容量增加若干倍。物体的这一性质称为介电性，其使电容量增加的倍数即为该物体的介电常数，或称介电渗透率，用以表示物体介电性的大小。在矿物分离工作中可利用矿物的介电性来分离电介质矿物：将矿物样品放在介电常数适当大小的某种电介质液体中，此时在外电场作用下，介电常数大于电介质液体的矿物将向电极集中，而小于电介质液体的矿物则被电极所排斥，从而将不同介电常数的矿物分离开。

【压电性】 piezoelectricity 某些晶体在压力或张力的作用下能激起表面荷电的性质。例如α-石英晶体，当沿着晶体的一个水平结晶轴（即α-石英晶体的电轴）方向对晶体施加压力时，在此电轴的两端即产生数量相等而符号相反的电荷；当以张力代替压力时，则电荷变号。如果将具有压电性的晶体置于外电场中时，晶体将相应地发生伸展或收缩；当外电场为一交变电场时，则晶体将随着电场的变号而同步地交替发生伸展和收缩，亦即发生其振动频率与电场频率相同的机械振动。压电晶体的后一特性被广泛地用于无线电工业等方面。只有不具对称心的电介质晶体才可能具有压电性。

【热电性】 pyroelectricity 某些晶体在热的作用下能激起表面荷电的性质。例如，电气石晶体在受热时，其结晶轴 c 轴的两端即产生数量相等而符号相反的电荷。

【磁性】 magnetism 物体在外磁场作用下被磁化时所表现的性质（如被外磁场所吸引、排斥或产生转矩以及对外界产生磁场等）。磁化程度即磁性的强弱，由磁导率来表征。在矿物学中习惯上按磁性的强弱将矿物分为以下四类：①强磁性矿物：可被永久磁铁吸引，例如磁铁矿；②中等磁性矿物：永久磁铁不能吸引，但可被弱电磁场的电磁铁所吸引，例如钛铁矿；③弱磁性矿物：只能被强电磁场的电磁铁所吸引，例如独居石；④无磁性矿物：强电磁场的电磁铁也不能吸引，例如刚玉。其中，中等磁性和弱磁性矿物通称为电磁性矿物。矿物的磁性是鉴定矿物的特征之一，也是矿物磁性分离、磁法选矿和磁法探矿的依据。

【发光性】 luminescence 某些矿物当受到外界能量的激发，例如在紫外线或 X 射线、阴极射线、放射性射线的照射下，或者在打击、摩擦、加热时，能够发出可见光的性质。如果外界激发能量停止作用后，矿物还能继续发光一段时间，这种光称为磷光。如果外界激发能量停止作用后，矿物便停止发光，这种光称为荧光。常见的具有发光性的矿物有金刚石、白钨矿、硅锌矿、萤石等。发光性是鉴定这些矿物的重要特征之一，并被用于找矿和选矿上。

【荧光】 fluorescence 具有发光性的物体，在外界激发发光的能量停止作用时，随即停止发光的现象。

【磷光】 phosphorescence 具有发光性的物体，在外界激发发光的能量停止作用后，还能保持一段时间继续发光的现象。

【可燃性】 combustibility 矿物受热后能引起燃烧的性质。例如，自然硫和有机矿物就具有可燃性，故可燃性可作为鉴定这些矿物的依据之一。

【自然金】 native gold 成分 Au，常含银和微量的铜。当含银量超过 15% 时，称为银金矿（Au，Ag）。等轴晶系。晶体呈八面体等形状，但很少见；一般呈分散粒状或不规则树枝状集合体，偶尔呈较大的块体出现，个别可重达数十公斤。颜色和条痕色均为光亮的金黄色。随含银量的增加，颜色和条痕色逐渐变为淡黄。金属光泽。硬度 2.5—3.0。具强延展性。为电和热的良导体。比重 15.6—19.3。自然金按其产状的不同，可分为脉金（也称山金）和砂金两种。脉金主要为热液成因的含金石英脉。

【银金矿】 electrum 见“自然金”。

【自然银】 native silver 成分 Ag，常含金、汞等。等轴晶系。通常呈不规则的粒状、块状或树枝状集合体。新鲜断口银白色，表面常因氧化而呈现灰黑的锖色。条痕银白色。金属光泽。硬度 2.5。具强延展性，为电和热的良导体。比重 10.1—11.1。主要形成于中低温热液矿床中。

【自然铜】 native copper 成分 Cu，原生自然铜成分中有时含银和金等。等轴晶系。晶体呈立方体，但少见；一般呈树枝状、片状或致密块状集合体。铜红色，表面易氧化成褐黑色。条痕呈光亮的铜红色。金属光泽。硬度 2.5—3。具强延展性。断口呈锯齿状。为电和热的良导体。比重 8.5—8.9。自然铜常见于含铜硫化物矿床氧化带内，一般是铜的硫化物转变为氧化物时的产物。热液成因的原生自然铜常成浸染状见于一些热液矿床中。含铜砂岩中亦常有自然铜产出。大量积聚时可作铜矿石利用。

【自然铂】 native platinum 成分 Pt，通常含铁，当铁的含量达 9—11% 时称为粗铂矿（Pt，Fe）。实际上一般所谓自然铂，大多是粗铂矿。等轴晶系。通常呈不规则形状的颗粒，偶而成较大的块体。颜色随含铁量的增加由银白至钢灰色。条痕光亮钢灰色。金属光泽。硬度 4—4.5。具延展性。是电和热的良导体。微具磁性。比重 15—19。是岩浆成因的矿物，产于基性、超基性岩中。当含矿岩石遭受风化破坏时，常富集于砂矿中。是铂的主要矿物原料。

【粗铂矿】 polyxene 见“自然铂”。

【亮铱锇矿】 nevyanskite 成分（Ir，Os）、常含铑、钌、铂、铁。其中 Os < 35%，如 Os > 35% 时，称为暗锇铱矿。六方晶系。晶体呈六方板状。锡白至浅灰色。金属光泽。硬度 6—7。解理平行底面 {0001} 完全。性脆。比重 17—21，随锇的含量的增加而增高。是岩浆成因的矿物，产于超基性岩中，也见于砂矿中。是提取铂族元素的矿物原料。

【暗锇铱矿】 syssertskite 成分（Os，Ir）。除颜色稍深于亮铱锇矿，光泽稍弱于亮铱锇矿外，其他性质、产状和用途等均与亮铱锇矿相似。参阅“亮铱锇矿”。

【自然汞】 native mercury 俗称“水银”。成分 Hg。在常温下为液态。银白色。金属光泽。比重 13.6。在 −38.87℃ 时凝结成固态。在汞矿床氧化带由辰砂分解而形成，或见于温泉沉积物中，以及呈液态小球状散布在一些岩石内。

【自然铋】 native bismuth 成分 Bi。三方晶系。通常呈粒状，有时为致密块状。新鲜断口呈微带浅黄的银白色，表面容易氧化成浅红的锖色。条痕灰白。金属光泽。硬度 2.5。具弱延展性。解理平行底面 {0001} 完全。具逆磁性。比重 9.70—9.83。是热液成因的矿物，主要产于脉状钨锡铍矿床及钴镍热液矿床中。

【自然硫】 native sulphur 成分 S。斜方晶系。晶体呈菱方双锥状或厚板状，通常呈粒状、块状、粉末状集合体。浅黄色。金刚光泽，断口呈油脂光泽。性脆。硬度 1—2。解理不完全。断口贝壳状或参差状。比重 2.05—2.08。自然硫见于地壳的最上部分及其表部。由以下作用形成：（1）火山硫质喷气的结晶；（2）硫化氢不完全的氧化；（3）生物化学作用；（4）某些沉积层中石膏的分解。主要产于火山岩和沉积岩中。

【金刚石】 diamond 成分C，与石墨同是碳的同质多象变体。等轴晶系。晶体细小，常呈八面体或菱形十二面体。晶面常弯曲。质纯者五色透明，一般带黄、蓝、褐、黑等色调。金刚光泽。在紫外线或X射线照射下发天蓝色或紫色荧光。硬度10，是自然界最硬的矿物。解理平行八面体 {111} 中等。比重3.47—3.56。有的金刚石晶体是良好的半导体，其导热系数比铜高出好几倍。产于金伯利岩中。含金刚石的岩石遭受风化破坏后，它往往转入砂矿中。透明色美的金刚石，是高级的宝石。一般的金刚石是高级的切削、研磨材料。

【黑金刚石】 carbonado 灰至黑色的金刚石变种。其中可能含有一些石墨。主要用做切削、研磨材料。

【石墨】 graphite 成分C，与金刚石同是碳的同质多象变体。有2H和3R两种多型变体，前者为六方晶系，后者为三方晶系。常呈鳞片状或块状集合体。颜色与条痕均为黑色，半金属光泽。硬度1，易污手；具滑腻感。解理平行底面 {0001} 极完全。薄片具挠性。比重2.09—2.23。导电性良好。主要由煤层或含沥青质炭质沉积岩经受区域变质作用所形成。用于制造高温坩锅和翻砂铸模面的涂料，电极、电刷等电工器材，润滑剂，铅笔芯等。高碳石墨可做原子能反应堆中的中子减速剂。

【辉铜矿】 chalcocite，chalcosine 成分Cu_2S，含Cu79.86%。斜方晶系。晶体少见，通常呈烟灰状、粒状或致密块状。铅灰色。条痕暗灰色。金属光泽。硬度2至3。略具延展性，以小刀刻划留下光亮的沟痕。比重5.5—5.8。辉铜矿可以是内生热液成因的，也可以是外生成因，是炼铜的主要矿物原料之一。

【铜蓝】 covelline 成分CuS，含Cu66.5%。六方晶系。通常呈细薄片状、被膜状或烟灰状集合体。靛蓝色。条痕灰色至黑色。金属光泽。硬度1.5—2。解理平行底面 {0001} 完全。比重4.59—4.67。薄片稍具弹性。铜蓝主要是外生成因，它是含铜硫化物矿床次生富集带中最为常见的矿物。由热液作用形成的铜蓝极其稀少。此外，在火山熔岩中也有发现，是硫质喷气作用的产物。铜蓝是炼铜的主要矿物原料之一。

【黄铜矿】 chalcopyrite 成分$CuFeS_2$，含Cu34.56%。四方晶系。晶体呈四方双锥或四方四面体，但很少见；经常呈粒状或致密块状集合体。黄铜色。表面常因氧化而呈金黄或红紫等锖色。条痕绿黑色。硬度3—4。比重4.1—4.3。主要产于铜镍硫化物矿床、斑岩铜矿、接触交代铜矿床以及某些沉积成因（包括火山沉积成因）的层状铜矿中。在风化作用下，黄铜矿转变为易溶于水的硫酸铜，后者当与含碳酸的溶液作用时便形成孔雀石、蓝铜矿；与原生的硫化铜矿物作用，可形成次生斑铜矿、辉铜矿和铜蓝，形成铜的次生富集。黄铜矿是炼铜的主要矿物原料之一。

【斑铜矿】 bornite **成分** Cu_5FeS_4，含 Cu63.3%。等轴晶系。通常呈粒状或致密块状集合体。新鲜断口呈暗铜红色，表面因易氧化而呈蓝紫斑状的锖色，因而得名。条痕灰黑色。金属光泽。硬度 3。比重 4.9—5.0。斑铜矿为许多铜矿床中广泛分布的矿物。内生成因的斑铜矿常含有显微片状黄铜矿的包裹体，为固溶体分解的产物。次生斑铜矿形成于铜矿床的次生富集带，但它并不稳定，往往被更富含铜的次生辉铜矿和铜蓝所置换。斑铜矿是炼铜的主要矿物原料之一。

【黝铜矿】 tetrahedrite **成分** $Cu_{12}Sb_4S_{13}$，含 Cu45.77%。与砷黝铜矿 $Cu_{12}As_4S_{13}$ 构成类质同象系列。一般所见的黝铜矿均含有一定数量的砷黝铜矿分子。等轴晶系。晶体呈四面体，但通常呈粒状或致密块状集合体。钢灰至铁黑色，新鲜断口呈黝黑色。条痕与颜色相同。金属或半金属光泽。硬度 3—4。比重 4.4—5.1。见于各种成因的含铜热液矿床中。常与其他含铜矿物一起作为铜矿石利用。

【砷黝铜矿】 tennantite 见“黝铜矿”。

【硫砷铜矿】 enargite **成分** Cu_3AsS_4，含 Cu48.3%。斜方晶系。晶体常呈柱状，少数呈板状，通常呈微密块状或粒状集合体。钢灰至铁黑色。条痕灰黑色。金属光泽。硬度 3.5。解理平行菱方柱 {110} 完全。比重 4.4—4.5。是热液成因矿物，主要见于中温热液铜矿床中，与黄铜矿、黝铜矿等共生。是炼铜的矿物原料。

【方铅矿】 galena **成分** PbS，含 Pb86.6%，常含银。等轴晶系。晶体呈立方体或立方体和八面体的聚形；通常呈粒状或块状集合体。铅灰色。条痕灰黑色。金属光泽。硬度 2—3。解理平行立方体 {100} 完全。比重 7.4—7.6。常与闪锌矿共生，产于各种类型的热液矿床中。是炼铅的主要矿物原料；同时又是银的主要来源之一。我国古代所开采的银矿，实际上很多是含银的方铅矿矿床。

【脆硫锑铅矿】 jamesonite **成分** $Pb_4FeSb_6S_{14}$，含 Pb40.16%。单斜晶系。温体常呈针状或细柱状，集合体常呈放射状。铅灰色，条痕灰黑。金属光泽。性脆。硬度 2—3。解理平行 {001} 中等。比重 5.5—6.0。是热液成因矿物，见于某些铅锌热液矿床和锡石硫化物矿床中。当大量聚积时可作为铅矿石利用。

【硫锑铅矿】 boulangerite **成分** $Pb_5Sb_4S_{11}$，含 Pb55.4%。单斜晶系。通常呈纤维状或毡状集合体。铅灰至铁黑色。条痕灰黑，微带棕色。金属光泽。性脆。硬度 2.5—3。解理平行 {100} 中等。比重 6.23。是热液成因矿物，见于某些铅锌热液矿床和锡石硫化物矿床中。当大量聚积时可作为铅矿石利用。

【车轮矿】 bournonite **成分** $PbCuSbS_3$。**含铅** 42.5%，**铜** 13.0%，**锑** 24.7%。**斜方晶系。晶体呈短柱状，双晶常呈轮式，故名。集合体呈粒状或块状。钢灰色至铅灰色，常带烟褐锖色。条痕暗灰色。金属光泽。解理平行** {010} **不完全。硬度** 2.5—3。**比重** 5.7—5.9。**是热液成因矿物。可作提取铅、铜的矿物原料。**

【闪锌矿】 sphalerite，zinc blende **成分** ZnS，**含** Zn67.1%，**常含铁及镉、铟、镓、锗、铊等。含铁超过** 10% **者称为铁闪锌矿。等轴晶系。晶体呈四面体，通常呈粒状集合体。随着含铁量的增加，颜色从浅黄至棕色，甚至黑色。条痕由白色至褐色。树脂光泽到半金属光泽。透明至半透明。硬度** 3—4。**解理平行菱形十二面体** {110} **完全。比重** 3.9—4.2。**常与方铅矿共生，产于各种类型的热液矿床中。是炼锌的主要矿物原料。同时还可提取镉、铟等一系列稀散元素。**

【纤锌矿】 wurtzite **成分** ZnS，**含铁、镉和锰。有六方晶系和三方晶系两种多型变体。晶体常呈锥状、短柱状、板状；集合体呈纤维状、放射状及具同心层结构的皮壳状。随铁含量的不同，颜色由浅色、褐色直至黑色；条痕也因之由无色到褐色。树脂光泽。透明至半透明。硬度** 3.5—4。**解理平行柱面** $\{10\bar{1}0\}$ **完全，平行底面** {0001} **不完全。比重** 4.0—4.3。**它通常从酸性成矿溶液中析出，见于某些铅锌热液矿床中，但其分布远不如闪锌矿常见。**

【硫镉矿】 greenockite **成分** CdS，**含** Cd77.7%。**六方晶系。通常呈粉末状和被膜状。橙黄色。树脂光泽。半透明或微透明。硬度** 3—3.5。**解理平行六方柱** {1120} **完全。比重** 4.9—5.0。**主要是含镉闪锌矿遭受风化后所形成的次生矿物，常与闪锌矿相伴出现于铅锌矿床半氧化矿石中。是提取镉的矿物原料，近年来利用硫镉矿做表面弹性波器件。但硫镉矿不形成独立矿床，工业上镉的来源主要是冶炼铅锌矿石时进行综合回收。**

【辉银矿】 argentite **成分** Ag_2S，**含** Ag87.1%。**等轴晶系。晶体呈立方体、八面体，通常为致密块状。颜色和条痕均为铅灰色。新鲜断口呈金属光泽。硬度** 2—2.5。**比重** 7.2—7.4。**具弱延展性。是热液成因矿物，形成于** 173℃ **以上。在此温度以下，则转变为成分相同的螺状硫银矿。是炼银的矿物原料，但目前银的主要来源是从铜铅锌矿石中作为副产品而得到。**

【深红银矿】 pyrargyrite **又称"硫锑银矿"。成分** Ag_3SbS_3 **含** Ag59.76%。**三方晶系，晶体呈短柱状；集合体常呈粒状。黑红色。条痕暗红色。金刚光泽。硬度** 2—2.5 **解理平行菱面体** $\{10\bar{1}1\}$ **中等。比重** 5.77—5.86。**见于铅锌银热液矿床中，往往为热液过程最后形成的矿物。是炼银的矿物原料。**

【硫锑银矿】 **即"深红银矿"。**

【淡红银矿】 proustite **又称"硫砷银矿"。成分** Ag_3AsS_3，**含** Ag65.4%。**三方晶系。晶体呈短柱状，通常呈致密块状和粒状集合体。鲜红色，但表面可因光的作用而逐渐变为暗黑。条痕砖红色。半透明。金刚光泽。硬度** 2—2.5。**解理平行菱面体** $\{10\bar{1}1\}$ **中等，比重** 5.57—5.64。**它的人工晶体可作激光材料。见于铅锌银热液矿床中，往往**

为热液过程最后形成的矿物。是炼银的矿物原料。

【硫砷银矿】 即“淡红银矿”。

【黄锡矿】 stannite 又称“黝锡矿”。成分 Cu_2FeSnS_4，含 Sn27. 5%，含 Cu29. 5%。四方晶系。晶体呈四方四面体，但很少见；通常呈块状、粒状或浸染状集合体。微带绿的钢灰色，当其成分中含较多黄铜矿包裹体时，则呈黄灰色。条痕黑色。金属光泽。硬度 3—4。比重 4. 3—4. 5。是热液成因的矿物，主要产于含锡硫化物矿床中。是炼锡和铜的矿物原料。

【黝锡矿】 即“黄锡矿”。

【镍黄铁矿】 pentlandite 成分 $(Fe, Ni)_9S_8$，含 Ni34. 2%，经常含钴，可达 3%。等轴晶系。通常呈不规则的颗粒和火焰状包裹体。古铜黄色。条痕绿黑色。金属光泽。解理平行八面体 {111} 完全。硬度 3—4。比重 4. 5—5。镍黄铁矿产于与基性、超基性火成岩有关的铜镍硫化物岩浆矿床中，与磁黄铁矿、黄铜矿以及铂族矿物共生。有时也见于超基性岩的铬铁矿中。是炼镍的主要矿物原料，同时可炼钴。

【针镍矿】 millerite 成分 NiS，含 $Ni_6$5%。三方晶系。晶体呈针状，集合体为纤维放射状、毛发状，偶尔呈粒状。浅黄铜色，表面常因氧化而呈现锖色。条痕绿黑色。金属光泽。硬度 3—3. 5。比重 5. 2—5. 6。主要是热液成因矿物，见于某些钴镍热液矿床中，有时见于铜镍硫化物岩浆矿床中，但它仍然是后期热液过程的产物。此外，在沉积成因镍矿床中亦常有产出。是炼镍的重要矿物原料。

【针硫镍矿】 即“针镍矿”。

【紫硫镰矿】 violarite 又称“紫硫镍铁矿”。成分 Ni_2FeS_4，含 Ni38. 94%。等轴晶系，晶体呈八面体。常呈细粒状集合体，见于镍矿石中。紫灰色，新鲜断面上呈金属光泽。硬度 4. 5—5. 5。比重 4. 5—4. 8。主要见于铜镍硫化物矿床中，往往交代早期形成的镍黄铁矿。此外，在某些热液成因或沉积成因镍矿床中亦常有产出。是炼镍的主要矿物原料。

【紫硫镍铁矿】 即“紫硫镍矿”。

【辉砷镍矿】 gersdorffite 成分 NiAsS，含 Ni35. 4%，经常含铁和钴，后者可达 8%。等轴晶系。晶体呈八面体、五角十二面体或立方体与八面体聚形，通常呈粒状集合体。银灰色至钢灰色。条痕灰黑色。金属光泽。立方体解理偶见。硬度 5. 5。比重 5. 6—6. 2。是热液成因矿物。常见于某些钴镍热液矿床中，与红砷镍矿等矿物共生。是炼镍的矿物原料，同时可炼钴。

【红砷镍矿】 nickelite 又称“红镍矿”。成分 NiAs，含 Ni43. 9%。六方晶系。通常呈致密块状集合体。浅铜红色。条痕褐黑。金属光泽。硬度 5。比重 7. 6—7. 8 是热液成因矿物。常见于钴镍热液矿床中，与种钴矿、砷镍矿等共生；有时见于铜镍硫化物岩浆矿床中，但它仍然是后期热液过程的产物。在地表易氧化，变成苹果绿色的镍华。是炼镍的重要矿物原料。

【红镍矿】 即“红砷镍矿”。

【砷镍矿】 chloanthite 又称镍方钴矿，成分 $NiAs_3$，含镍 20.71%，常含少量钴和铁。等轴晶系，晶体呈立方体、八面体或二者的聚形。通常呈粒状和致密块状，钢灰色。条痕灰黑色，金属光泽，硬度 5.5—6.0，比重 6.4。主要产于钴镍砷化物热液矿脉中，与砷钴矿、方铂矿、红镍矿等共生。在地表易氧化而变成镍华，是炼镍的重要矿物原料。

【方钴矿】 skutterudite 成分 $CoAs_3$，含 Co20.77%，常含少量铁和镍。等轴晶系。晶体呈立方体、八面体或二者的聚形。集合体常呈致密粒状。锡白色。条痕衣黑色。金属光泽。硬度 5.5—6。比重 6.5—6.8。产于钴镍热液矿床中，与砷钴矿、砷镍矿、红镍矿等钴镍砷化物共生。在地表易氧化而形成钴华，是炼钴的重要矿物原料。

【砷钴矿】 smaltite 成分（Co，Ni，Fe）As_{3-x} 或（Co，Ni，Fe）As_{3+x}，钴、镍、铁的含量在较大范围内变动。当镍和铁增多时，Me（Co + Ni + Fe）∶ As 就显著偏离 1∶ 3。例如富含镍时，Me∶ As = 1∶ 3.273；富含铁时，μe∶ As = 1∶ 2.3。等轴晶系，晶体呈立方体、八面体或二者的聚形，通常呈粒状和致密块状。锡白至钢灰色，条痕灰黑色。金属光泽，硬度 5.5—6，比重 6.4—6.8。主要产于钴镍砷化物热液矿脉中，与砷镍矿、方钴矿、红镍矿等共生，在地表易氧化而变成钴华和镍华。是炼钴和镍的重要矿物原料。

【硫镍钴矿】 siegenite 成分 $(Co，Ni)_3S_4$，钴和镍的含量近于相等，各可达 29%，常含铜和铁。等轴晶系。晶体呈八面体。亮钢灰色。条痕灰黑色。金属光泽。硬度 5。比重 4.83。是热液成因的矿物。见于含钴镍的铜铅锌热液矿床中。是炼钴和镍的矿物原料。

【硫钴矿】 linnaeite 成分 Co_3S_4，含 Co58%，常含镍、铜和铁。等轴晶系。晶体呈八面体，通常呈粒状或致密块状集合体。浅亮钢灰色。条痕灰黑色。金属光泽。硬度 5—5.5。比重 4.85。是热液成因的矿物。见于含钴黄铁矿的接触交代矿床和某些含钴铜矿床中。常与其他含钴矿物一起作为钴矿石利用。

【辉砷钴矿】 cobaltite 又称辉钴矿。成分 CoAsS，含 Co35.4%。等轴晶系或斜方晶系。晶体呈八面体、立方体、五角十二面体或它们的聚形；集合体呈粒状或致密块状。微带玫瑰红的锡白色。条痕灰黑。金属光泽。硬度 5—6。比重 6.0—6.5。是热液成因的矿物，产于某些接触交代矿床和含钴热液矿脉中，在地表易氧化而变成玫瑰色的钴华。是炼钴的重要矿物原料。

【砷铂矿】 sperrylite 成分 $PtAs_2$，含 Pt56.5%。等轴晶系。晶体常呈立方体和八面体的聚形。锡白色。条痕暗灰色。金属光泽。硬度 6—7。比重 10.5—10.7。产于铜镍硫化物岩浆矿床中。这种矿床成因上与基性、超基性火成岩有关。砷铂矿与镍黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿以及铂族矿物共生。是炼铂的矿物原料。

【辉钼矿】 molybdenite 成分 MoS_2，含 Mo60%，常含有铼。有不同的多型变体，分别为三方和六方晶系。晶体呈六方板状，常呈鳞片状集合体。铅灰色。条痕为微带绿的灰黑色。金属光泽。硬度 1。解理平行底面 {0001} 极完全；薄片具挠性，有滑腻感。比重 4.7—5.0。主要产于与花岗岩、石英二长岩有关的高、中温热液矿床和接触交代矿床中。热液矿床中的辉钼矿多为三方晶系的 3R 型变体，富含铼。接触交代矿床中的辉钼矿多为六方晶系的 2H 型变体，贫于铼。是炼钼和铼的重要矿物原料。

【辉铋矿】 bismuthine 成分 Bi_2S_3，含 Bi81.3%。斜方晶系。晶体呈长柱状或针状。柱面具纵条纹。微带铅灰的锡白色，表面常带灰黄斑状锖色。条痕铅灰色。金属光泽。硬度 2—2.5。解理平行 {010} 完全。比重 6.4—6.8。主要产于花岗岩分布地区的高温热液矿床中，与黑钨矿、锡石等共生。是炼铋的主要矿物原料。

【辉锑矿】 antimonite，stibnite 成分 Sb_2S_3，含 Sb71.4%。斜方晶系。晶体呈长柱状，柱面具纵条纹。集合体常呈放射状或粒状。颜色和条痕均为铅灰色，晶面常带暗蓝锖色。金属光泽。解理平行 {010} 完全，解理面上常可见横的聚片双晶纹。硬度 2—2.5。比重 4.6。熔点很低（550℃）。是低温热液成因的矿物，常与雄黄、雌黄、辰砂等共生。是炼锑的重要矿物原料。

【辰砂】 cinnabar 俗称“朱砂”、“丹砂”。成分 HgS，含 Hg86.2%。三方晶系。晶体呈细小的厚板状或菱面体；集合体呈粒状、致密块状。猩红色，有时表面现铅灰色的锖色。条痕红色。金刚光泽。硬度 2—2.5。解理平行柱面 $\{10\overline{10}\}$ 完全。比重 8.09。是低温热液成因的矿物。有时可有外生成因的辰砂，形成于氧化带的下部，由黑黝铜矿（含汞可达 13.71% 的黝铜矿）分解而成。辰砂是炼汞的最主要的矿物原料。过去以湖南辰州（今源陵）所产最佳，故名。

【毒砂】 arsenopyrite 又称“砷黄铁矿”。成分 FeAsS，含 As46.0%，常含钴、镍等，含钴高者称钴毒砂，Co 含量最高可达 9%。单斜或三斜晶系。晶体呈柱状。晶面上有平行条纹。双晶多呈星芒状三连晶。集合体常呈粒状和致密块状。锡白色，表面常具浅黄的锖色。条痕灰黑色。金属光泽。比重 5.9—6.2。硬度 5.5—6。性脆。敲击时发出蒜臭。金属矿床中分布最广的一种原生神矿物，见于许多高温和中温热液矿床中。是制取各种砷化物的主要矿物原料。钴毒砂是提取钴的矿物原料。

【砷黄铁矿】 即“毒砂”。

【雌黄】 orpiment 成分 As_2S_3，含砷达 61%。单斜晶系。晶体呈短柱状、板状或片状，也常呈梳状、块状以及粉末状集合体。柠檬黄色，有时微带浅褐色。金刚光泽至油脂光泽，解理面上呈珍珠光泽；暴露空气中易变为暗淡。硬度 1—2、解理平行 {010} 完全。薄片具挠性。比重 3.4—3.5。熔点很低（320℃），烧灼时发出蒜臭。主要是低温热液成因的矿物，与雄黄、辉锑矿等共生。此外，见于火山喷发物中，与自然硫等共生。是提取砷的重要矿物原料。

【雄黄】 realgar 又称“鸡冠石”。成分 AsS，含砷 70.1%，单斜晶系。晶体呈短柱状，晶面具纵纹，通常呈粒状或致密块状集合体，有时也呈土状块体及皮壳状集合体。桔红色。当暴露于光和空气中时，碎裂成橙黄色粉末。条痕淡桔红色。晶面呈金刚光泽，断口呈树脂光泽。硬度 1.5—2。比重 3.56。熔点很低（310℃），烧灼时发出蒜臭。主要是低温热液成因的矿物、常与雌黄、辉锑矿等共生。是提取砷的重要矿物原料。

【鸡冠石】 即“雄黄”。

【磁黄铁矿】 pyrrhotine 成分 $Fe_{1-x}S$，式中 x 通常为 0.1—0.2，含 S39—40%。有时含微量的镍和钴。六方或单斜晶系。通常呈致密粒状块体。暗铜黄色。条痕灰黑色。金属光泽，硬度 4。比重 4.6—4.7。具磁性。少数情况下磁黄铁矿是高温的产物。它的形成不仅取决于温度，同时还取决于溶液中硫离子的浓度。因为在硫离子浓度增高的情况下，铁呈二硫化物（FeS_2）出现；而在硫离子浓度不大的时候，则形成单硫化物（FeS）。它分布于各种类型的内生矿床中。常与黄铜矿等硫化物共生。在风化作用下，它是最易分解的硫化物，开始变成硫酸铁，再经水解而成为不溶于水的氢氧化铁。磁黄铁矿含镍、钴时可提取镍、钴。

【黄铁矿】 pyrite 工业上又称“硫铁矿”。成分 FeS_2，含 S53.4%。常含钴、镍和金。等轴晶系。晶体常呈立方体或五角十二面体，晶面上有条纹；集合体呈粒状或块状。浅黄铜色。条痕绿黑色。金属光泽。硬度 6—6.5。断口参差状。比重 4.9—5.2，在地壳中分布很广，可在各种不同的地质作用中形成。内生成因的黄铁矿主要产于热液矿床中。外生成因的黄铁矿见于沉积岩、煤层中，它往往呈结核状、团块状和浸染状，它的形成与还原环境下有机残体的分解有关。在风化作用下，黄铁矿易分解而形成褐铁矿，有时保留黄铁矿晶形的假象。黄铁矿是制取硫酸的主要矿物原料，一些矿床中的黄铁矿常含自然金和钴、镍，可综合利用。

【硫铁矿】 即“黄铁矿”。

【白铁矿】 marcasite 成分 FeS_2，与黄铁矿都是 FeS_2 的同质多象变体。斜方晶系。晶体呈板状，常呈鸡冠状复杂双晶；通常呈结核状、肾状或皮壳状集合体。淡黄铜色，条痕暗灰色。金属光泽。硬度 5—6。比重 4.6—4.9。在自然界的分布远较黄铁矿为少。内生成因的白铁矿见于各种热液矿床中，往往是低温成矿阶段的矿物。外生成因的白铁矿主要见于炭质砂页岩中，呈结核状出现。白铁矿的形成条件与黄铁矿不完全相同，它一般从酸性溶液中沉淀而出，并且形成时的温度也较低。大量积聚时可作为制取硫酸的矿物原料。

【绿硫钒矿】 patronite **成分** VS_4，含 V2 8.4%。单斜晶系。常呈致密块状或粉末状集合体。暗灰或黑色。条痕灰黑色。金属光泽。硬度 2。产于被酸性脉岩侵入的沥青质页岩中。可作为钒矿石开采。

【碲金矿】 calaverite **成分** $AuTe_2$，含 Au43. 59%，Te56.41%，常含少量银。单斜晶系。晶体呈细条片状，集合体呈粒状。铜黄至银白色。条痕灰绿色。金属光泽。硬度 2.50。比重 9.10—9.40。是热液成因的产物，见于中低温热液矿床中，是提取金和碲的矿物原料。

【叶碲矿】 nagyagite **成分** $Pb_5Au(Te, Sb)_4S_{5-8}$。斜方晶系。晶体呈板状、通常呈片状集合体。铅灰色，条痕黑色。金属光泽。硬度 1.5。解理平行底面 {001} 完全，比重 7.49。见于中、低温热液矿床中，为提取金和碲的矿物原料。

【萤石】 fluorite 又称“氟石”。**成分** CaF_2，有时含稀土元素。富含钇者称为钇萤石。等轴晶系。晶体常呈立方体、八面体，较少呈菱形十二面体，尖晶石律穿插双晶常见，也常呈粒状或块状集合体。通常为黄、绿、蓝、紫等色，无色者较少。玻璃光泽。硬度 4。解理平行八面体 {111} 完全。比重 3.18。加热时或在紫外线照射下显荧光。主要为热液成因，常成单矿物的萤石脉产出。有时也大量出现于铅锌硫化物矿床中。而沉积成因者则很少。是制取氢氟酸的惟一矿物原料；此外，还用于搪瓷和水-泥工业。

【氟石】 即“萤石”。

【冰晶石】 cryolite **成分** Na_3AIF_6。单斜晶系。通常呈粒状或致密块状。无色、灰白或灰黄色。玻璃光泽。硬度 2—3。参差状断口。比重 2.95—3.01。见于伟晶岩脉内。是炼铝的矿物原料，并用于玻璃和搪瓷工业。

【石盐】 alite **成分** NaCl，含 Na39.4%，Cl60.6%。等轴晶系。晶体呈立方体，通常呈粒状或块状集合体。无色透明或灰白。玻璃光泽，潮解表面呈油脂光泽。硬度 2.5。解理平行立方体 {100} 完全。比重 2.168。易溶于水。味咸。常产于古代或现代炎热干燥地区湖盆中和海滨浅水泻湖中。是提取金属钠和制造盐酸的重要矿物原料。

【钾盐】 sylvine **成分** KCl，含 K52.5%，常含溴、铷和铯。等轴晶系。晶体呈立方体，通常多呈致密块状集合体。无色透明或乳白色。玻璃光泽。硬度 1.5—2。解理平行立方体 {100} 完全。比重 1.97—1.99。味咸而苦涩。易溶于水。形成于干涸盐湖中。是制造钾肥的重要矿物原料，同时在化学工业上用制各种含钾化合物。

【角银矿】 kerargyrite **成分** AgCl，含 Ag75.3%。等轴晶系。晶体呈立方体，少见；通常呈块状或被膜状集合体产出。新鲜标本无色或微带各种浅的色调。暴露于日光下，色变暗，直至成为黑色。结晶质的呈金刚光泽，隐晶质的呈蜡状光泽。硬度 1.5—2。具延展性。比重 5.55。角银矿往往见于干热地区银矿床的氧化带，是含银硫化物氧化后与下渗的含氯地面水反应而成。大量聚积时可作银矿石利用。

【光卤石】 carnallite **成分** $KMgCl_3 \cdot Cl \cdot 6H_2O$，含 Mg8.7%，含 K14.1%，常含溴，有时含微量铷和铯。斜方晶系。通常呈致密粒状或块状集合体。纯净者无色，有时因含有 Fe_2O_3 等包裹体而显淡红或褐色。油脂光泽，新鲜断口呈玻璃光泽。硬度 2—3。比重 1.60。极易潮解，味苦咸。是富含镁、钾的盐湖中最后形成的矿物，因此，它出现于沉积盐层的上部。是提取镁和钾的矿物原料，其中铷、铯也可综合利用。

【赤铜矿】 cuprite **成分** Cu_2O，含 Cu88.8%。等轴晶系。晶体呈细小八面体形，有时呈针状或毛发状称为针赤铜矿；集合体呈粒状、致密块状或土状。暗红色。条痕褐红。金刚光泽或半金属光泽。硬度 3.5—4。比重 6。形成于外生条件下，主要见于铜矿床氧化带，是含铜硫化物氧化后的产物。大量聚积时可作为铜矿石利用。

【黑铜矿】 tenorite **成分** CuO，含 Cu79.9%。单斜晶系。通常呈细鳞片状或土状集合体。黑或灰黑色。条痕灰黑色。半金属光泽。性脆。硬度 3.5。比重 5.8—6.4。主要见于铜矿床的氧化带，是含铜硫化物氧化后的产物。

【方镁石】 periclase **成分** MgO。等轴晶系，晶体呈立方体、八面体，集合体为不规则粒状。灰白、浅黄、褐至黑色。解理平行立方体 {100} 完全。硬度 5.5。比重 3.56。为典型的变质矿物，易水化转变为水镁石。

【红锌矿】 zincite **成分** ZnO，含 Zn80.3%，常含少量锰和铁。六方晶系，通常呈粒状或致密块状集合体。深红至橙黄色。条痕桔黄色。金刚光泽。硬度 4—4.5。解理平行底面 {0001} 完全。比重 5.66。产于接触交代矿床中，与硅锌矿、锌铁尖晶石共生。是炼锌的矿物原料。近年来利用红锌矿做表面弹性波器件。

【刚玉】 corundum **成分** Al_2O_3，有时含微量铁、钛或铬等。三方晶系。晶体常呈腰鼓状；集合体呈粒状、致密块状。颜色常为蓝灰色或黄灰色；透明且含有微量铬呈红色者，称为红宝石；透明且含钛呈蓝色者，称为蓝宝石；含铁者呈棕色，含锰者呈玫瑰色。玻璃光泽。硬度 9。比重 3.95—4.10。刚玉可由富含 Al_2O_3 而贫 SiO_2 的岩浆熔融体中结晶而出，见于刚玉正长岩和斜长岩中。亦见于火成岩与石灰岩的接触带，是火成岩去硅作用的产物。粘土质岩石经区域变质作用，可形成刚玉结晶片岩。当含刚玉的岩石遭受风化破坏后，可转入砂矿中。主要用作研磨材料，透明色美的刚玉可作宝石。

【赤铁矿】 hematite 俗称“红铁矿”。**成分** Fe_2O_3，含 Fe70%。三方晶系。晶体呈菱面体或板状。由磁铁矿氧化而成者可具有磁铁矿的假象，称为“假象赤铁矿”。集合体有各种形态：玫瑰花状或片状且呈金属光泽者称镜铁矿，细小鳞片状者称云母赤铁矿，鲕状集合体称鲕状赤铁矿，具放射状构造的肾状块体称肾状赤铁矿。赤铁矿晶体和块状赤铁矿呈铁黑至钢灰色。金属至半金属光泽。硬度 5.5—6。鲕状、肾状、土状和粉末状呈赭红色。光泽暗淡，硬度降低。条痕均为樱红色。比重 5.0—5.3。赤铁矿是自然界分布很广的铁矿物之一。它可形成于内生、外生和变质作用条件下，并出现于各

种不同成因类型的矿床中。内生的主要以热液成因为主，外生的主要由胶体溶液凝聚而成，具有鲕状、肾状等胶体形态的特征。在区域变质过程中，由褐铁矿经脱水作用而形成。赤铁矿是铁矿石中很常见的矿物，是炼铁的重要矿物原料。

【镜铁矿】 specularite，specular iron ore 赤铁矿的一个亚种，为玫瑰花状或片状集合体。铁黑至钢灰色。金属光泽。常含极细磁铁矿包裹体而具磁性。主要见于热液成因铁矿床中。参见“赤铁矿”。

【云母赤铁矿】 micaceoushematite 赤铁矿的一个亚种。为细鳞片状集合体。钢灰色。金属光泽。见于沉积变质铁矿床中，由区域变质作用形成。参见“赤铁矿”。

【沼铁矿】 bog iron orc 是指以铁的氢氧化物为主并含粘土泥砂等杂质而在湖沼中沉积的一种铁矿。实际上并不是一种单矿物。质地疏松。常成层状或团块状。含铁成分达炼铁要求时可作炼铁原料。

【金红石】 rutile 成分 TiO_2，含 Ti60%，常含铁，铌、钽等。四方晶系。晶体呈粒状或针状，通常为四方柱与四方双锥的聚形；膝状双晶常见，集合体为粒状或致密块状。褐红色，含铁高时呈黑褐色。条痕浅褐或黄褐色。金刚光泽，含铁高时则现半金属光泽。硬度 6。解理平行四方柱 {110} 完全。比重 4.2—4.3。产于伟晶岩中的金红石，其成分中富含铁、钽和铌；在区域变质过程中，往往由钛铁矿分解而成，出现于片麻岩中。此外，还常见于区域变质岩系的石英脉内。当含金红石的岩石遭受风化破坏后还常转到砂矿中。是提炼钛的主要矿物原料。

【板钛矿】 brookite 成分 TiO_2。斜方晶系。晶体呈板状。黄褐或红褐至黑色。条痕无色至褐黄色。金刚光泽。硬度 5—6。比重 3.9—4.0。产于区域变质岩系的石英脉中，或作为副矿物产于火成岩及变质岩中。板钛矿、锐钛矿和金红石均为 TiO_2 的同质多象变体，但前二者在自然界的分布远较金红石为少。

【锐钛矿】 anatase 旧称“八面石”，成分 TiO_2。四方晶系。晶体呈近似八面体的四方双锥，少数呈板状或柱状。褐至黑色。条痕无色至浅黄。金刚光泽。硬度 5—6。比重 3.9。解理平行底面 {001} 和四方双锥 {101} 完全。产于区域变质岩系的石英脉中或作为副矿物产于火成岩及变质岩中。锐钛矿、板钛矿和金红石均为 TiO_2 的同质多象变体，但前二者在自然界的分布远较金红石为少。

【八面石】 octahedrite ①锐钛矿的同义词。矿物学中现已废弃不用。②指含金属镍 6—18% 的一种最常见的铁陨石。因其韦氏交纹构造沿八面体面出现，故名。

【锡石】 cassiterite 成分SnO_2，含Sn78.8%，常含铌、钽等。四方晶系。晶体一般呈四方双锥状、双锥柱状，膝状双晶常见；集合体呈不规则粒状。蜡黄、浅褐、深黑色。半透明至不透明。金刚光泽，断口呈油脂光泽。硬度6—7。比重6.8—7.0。主要产于花岗岩分布地区的伟晶岩、气化高温热液矿床（锡石石英脉）和锡石硫化物热液矿床中。伟晶岩产出的锡石呈双锥状，柱面不发育，常含铌、钽，颜色深黑。而热液矿床产出的锡石呈双锥柱状，常含钨，颜色浅褐或蜡黄。原生锡矿床经风化破坏后，锡石常可转移到砂矿中。是炼锡的主要矿物原料。

【软锰矿】 pyrolusite 成分MnO_2，含Mn63.2%。四方晶系。晶体呈细柱状或针状；通常呈块状、粉末状集合体。颜色和条痕均为黑色。光泽和硬度视其结晶粗细和形态而异；结晶好者呈半金属光泽，硬度较高；而隐晶质块体和粉末状者，光泽暗淡，硬度低，极易污手。比重5左右。主要由沉积作用形成，为沉积锰矿床的主要成分之一；此外，在锰矿床的氧化带部分，它是所有原生低价锰矿物的氧化产物。是锰矿石中很常见的矿物。是炼锰的重要矿物原料。

【晶质铀矿】 uraninite 成分UO_2，含U55—64%，常含钍、镭、稀土元素及铅等。等轴晶系。晶体常呈立方体和八面体或立方体和菱形十二面体的聚形。黑色。条痕褐黑色。不透明。半金属光泽至树脂光泽。硬度5—6。断口贝壳状。比重一般在10左右。当铀被钍、稀土元素等置换量增加或放别性蜕变程度增加时，比重便趋于降低到8左右。具强放射性。主要产于伟晶岩和高温热液矿脉中。是提取铀的重要矿物原料，同时钍、镭、稀土元素等可综合利用。

【沥青铀矿】 pitchblende 又称“非晶铀矿”或“铀沥青”。成分UO_2，含U42—76%，常含铅，不含或微含钍、稀土元素等。等铀晶系。矿物外形为胶态肾状、钟乳状、葡萄状或致密块状。沥青黑色。条痕黑色。树脂光泽或半金属光泽。硬度3—5。断口贝壳状或参差状。比重6.5—8.5。蜕变的沥青铀矿其硬度和比重均显著下降。具强放射性。主要产于中、低温热液矿床和沉积矿床中。是提取铀的最主要矿物原料。

【非晶铀矿】 即“沥青铀矿”。

【铀沥青】 即“沥青铀矿”。

【铀黑】 uranium black 成分$UO_2 \cdot UO_3 \cdot PbO$。一般为非晶质，通常呈粉末状、土状集合体。黑色、灰黑色或深灰色。光泽暗淡。硬度1—4。具强放射性。按其形成条件可分为残余铀黑和再生铀黑两种。残余铀黑是由晶质铀矿、沥青铀矿在原地经过不完全的氧化而成，仍保存原生铀矿物的形态。再生铀黑是在还原条件下，由氧化带渗透下来的U^{6+}经沉积和部分还原而成。残余铀黑见于原生含铀矿床的氧化带中，再生铀黑产于原生含铀矿床的胶结带或某些含有机质的沉积岩中。是提取铀的矿物原料。

【方钍石】　thorianite　成分（Th，U）O_2，含 $ThO_2$70—80%，含 UO_2 12%，常含稀土元素和铅。等轴晶系。晶形呈立方体，有时呈八面体和立方体的聚形，晶体通常细小，且具浑圆形轮廓；常依尖晶石律形成贯穿双晶。暗灰至黑色。条痕深灰色。树脂光泽或半金属光泽。硬度 6.5—7。断口参差状到次贝状。比重 8.9—9.8。比重和硬度随矿物蜕变程度的增加而减低。具强放射性。主要产于伟晶岩及高温热液矿床中，与锆石、钍石等共生。也见于砂矿床中。是提炼钍和铀的矿物原料。

【斜锆石】　baddeleyite　成分 ZrO_2，含 $ZrO_2$80—98%，常含铪，有时含铌、钽、稀土元素。单斜晶系。晶体呈板状或片状。白色或红黄色。玻璃光泽。硬度 6.5。解理平行底面 {001} 完全。比重 5.4—6.0。产于成因上与硷性—超基性岩有关的烧绿石碳酸岩矿床中，也常见于砂矿中。是提取锆的矿物原料。

【铅黄】　massicot　成分 PbO。斜方晶系。常呈粉末状或细鳞片状集合体。黄色。光泽暗淡。硬度 2。比重 8—9。是方铅矿和其他含铅矿物氧化而成。可作黄色颜料。

【铅丹】　minium　成分 Pb_3O_4。正方晶系。常呈粉末状块体，或细磷片状集合体。鲜红色与黄色相间。条痕橙黄。光泽暗淡。硬度 2—3。比重 4.6。是由方铅矿和白铅矿氧化而成。可作红色颜料和铅玻璃原料。

【砷华】　arsenolite　俗称“砒霜”。成分 As_2O_3。等轴晶系。晶体呈细小八面体；通常呈雪花状、土状或皮壳状集合体。无色或白色，有时带淡黄或淡红色。玻璃光泽。硬度 1.5。比重 3.72—3.88。解理平行八面体 {111} 中等。烧灼时发出蒜臭。是原生砷矿物在地表风化时的产物，由于其不稳定性和溶解度大，在自然界不易保存。医药上用作药物，农业上用制杀虫剂的原料。

【锑华】　valentinite　成分 Sb_2O_3，含 Sb83.3%。斜方晶系。晶体常呈柱状，柱面具纵条纹。颜色以白色、黄色为常见。金刚光泽。解理平行菱方柱 {110} 完全。硬度 2.5—3。比重 5.76。是含锑矿物氧化后形成的次生矿物。量多时可作为锑矿石利用。

【铋华】　bismite，bismuth ocher　成分 Bi_2O_3。单斜晶系。通常呈土状、块状、被膜状或呈辉铋矿柱状晶形的假象产出。浅绿、黄、浅灰等色。玻璃光泽或土状光泽。硬度变化很大，致密块状者可达 4.5，土状者则降至 1。比重 8.64。是辉铋矿、自然铋氧化后所形成的次生矿物。

【钼华】　molybdite　成分 MoO_3。斜方晶系。晶体细小，呈针状或板状；通常呈土状集合体。黄绿或淡黄色。金刚光泽。硬度 1—2。比重 4.49—4.50。主要是辉钼矿氧化后所形成的次生矿物。

【石英】　quartz　石英包括三方晶系的低温石英（α－石英）和六方晶系的高温石英（β－石英）。常压下高温石英在 573—870℃之间稳定，高于 870℃将转变为高温鳞石英，低于 573℃则转变为低温石英。一般所称石英均指低温石英。三方晶系。晶体呈

六方柱状，柱面具横纹。有左晶和右晶的区别。双晶很普遍，最常见的为道芬双晶和巴西双晶。通常呈晶簇或粒状、块状集合体。颜色不一，无色透明的叫“水晶”，乳白色的叫“乳石英”，紫色的叫“紫水晶”，浅玫瑰色的叫“蔷薇石英”，烟黄至暗褐色的叫“烟水晶”。玻璃光泽，断口呈油脂光泽。硬度 7。断口贝壳状。比重 2.65—2.66。具旋光性和压电性。在自然界分布极广，大的石英晶体，主要见于伟晶岩的晶洞中，块状的常产于热液矿脉中，粒状石英是花岗岩、片麻岩和砂岩等许多岩石的主要矿物成分。

【水晶】 mountain crystal 即透明的石英晶体，一般无色。按其特征及工业用途分为压电水晶、光学水晶、熔炼水晶及工艺水晶等四种。压电水晶是指可供作压电材料用的水晶。它要求在可用部分内无色透明，没有双晶、裂隙、包裹体以及其他种种缺陷。把它切割成单晶片后制成的谐振器、滤波器，具有最高的频率稳定性，频率误差可小至 10^{-9} 以内。广泛用于电子、电讯设备中。光学水晶要求无色透明，无巴西双晶和裂缝等，用于制造石英折射计、红外线分析窗口、光谱仪等。熔炼水晶是电子工业和技术的矿物材料。工艺水晶包括各种颜色美丽的石英晶体，可作工艺品的材料。

【压电水晶】 piezoquartz 见“水晶”。

【紫水晶】 amethyst，amethystine quartz 即呈紫色的石英晶体。形成于较低的温度和压力条件下，主要见于热液脉中。是名贵的工艺雕刻品材料。

【烟水晶】 smoky quartz 即呈烟黄至暗褐色的石英晶体。常含多量流态包裹体。加热 225℃ 以上时可褪色。形成于较高的温度条件下，常见于花岗岩的晶洞之中，也见于变质岩系的石英脉中。可供制作减弱射线强度的眼镜片之用。

【蔷薇石英】 rose quartz 又称“芙蓉石”，即呈蔷薇红色或浅玫瑰色的石英。加热至 575℃ 时，红色即消褪。在日光下长期曝晒时，红色即渐变淡。通常呈块状产出，见于某些花岗伟晶岩的核心部位，是工艺雕刻晶的优良材料。

【乳石英】 milky quartz 即呈乳白色的石英。它的颜色由于含细小分散的气态或液态包裹体所致。通常呈块状产出，见于各种石英脉中和石英岩中。

【玉髓】 chalcedony 又称“石髓”。石英的隐晶质亚种。常呈肾状、钟乳状、葡萄状等。蜡状光泽。半透明。颜色不一，鲜红色、褐红色至褐色的叫“光玉髓”，苹果绿色的叫“绿玉髓”，鲜绿色至深绿色并带有红色碧玉小斑点，看时与血滴相似的叫“血玉髓”等等。比重 2.57—2.64，比石英略低。有低温热液成因和表生成因，前者见于喷出岩的空洞、热液脉或温泉沉积中，表生成因的则见于风化壳和氧化带。主要用作工艺美术品的材料。

【石髓】 即“玉髓”。

【玛瑙】 agata 玉髓的一种，是各种具有色彩的二氧化硅变胶体。通常是从岩石空隙或空洞的周壁向中心逐层填充，形成同心层或平行层块体。按其花纹和颜色的不同而分为缟状玛瑙、苔纹玛瑙、缠丝玛瑙，等等。可作精密仪器上的轴承、耐磨器皿及工艺品材料。

【蛋白石】 opal 成分 $SiO_2 \cdot nH_2O$，是天然的二氧化硅胶凝体。含水量不定，最高可达 34%。一般视为非晶质。通常呈致密块体，有时呈钟乳状体。颜色不一，通常为蛋白色，往往因含有杂质而呈现各种色彩。玻璃光泽，多孔块状的呈蜡状光泽。硬度 5—5.5。断口贝壳状。比重 1.9—2.5。根据其物理性质的某些差异，可将蛋白石分为：带乳光变彩的称为贵蛋白石，呈红棕至桔黄色而具“火”状反光的称为火蛋白石，交代树干而具木质纤维状构造的称为木蛋白石，质轻多孔、水中透明、干燥耐呈浊色的称为水蛋白石，无色透明呈球状或葡萄状的称为玻璃蛋白石，等等。是火山区温泉的沉积物，或在外生条件下由硅酸盐矿物分解产生的硅酸溶胶凝聚而成。此外，蛋白石也是组成硅藻土的主要成分。色美者可作宝石或工艺品材料。

【贵蛋白石】 precious opal，noble opal 见“蛋白石”。

【鳞石英】 tridymite 与石英、方英石等同为 SiO_2 的同质多象变体。鳞石英包括了三种变体：属六方晶系的高温鳞石英（β_2－鳞石英）和中温鳞石英（β_1－鳞石英），以及属于斜方晶系的低温鳞石英（α－鳞石英）。高温鳞石英常压下只在 870—1470℃范围内稳定，高于 1470℃时将转变为高温方英石，但可呈亚稳状态在 870℃以下存在。当温度低于 163℃时，则转变为中温鳞石英。中温鳞石英在 117℃以下将转变为低温鳞石英。一般所称鳞石英均指低温鳞石英。晶体常具高温变体的六方片状或板状的假像。无色或白色。玻璃光泽。硬度 7。比重 2.3。产于酸性火山岩的空洞中。

【方英石】 cristobalite 又称“白硅石”。或“方石英”。与石英、鳞石英等同为 SiO_2 的同质多象变体。方英石包括了两种变体：等轴晶系的高温方英石（β－方英石）和四方晶系的低温方英石（α－方英石）。高温方英石在常压下只在 1470—1723℃范围内稳定，但可呈亚稳状态在 1470℃以下存在，当温度低于 268℃时则转变为低温方英石。一般所称方英石均指低温方英石，常具高温变体的细小八面体的假像或球状集合体。白色或乳白色。玻璃光泽。硬度 6—7。比重 2.38。产于酸性火山岩的空洞中和细粒基质中。

【白硅石】 即“方英石”。

【钛铁矿】 ilmenite 成分 $FeTiO_3$，含 $TiO_2$52.7%。三方晶系。晶体呈菱面体或厚板状，很少见；通常呈不规则粒状集合体。铁黑色。条痕黑色。半金属光泽。硬度 5—6。比重 4.72。微具磁性。常与磁铁矿一起见于基性岩中，也可产在硷性岩中。当含矿岩石遭受风化破坏后，钛铁矿常转入砂矿中。是炼钛的主要矿物原料。

【钙钛矿】 perovsckite 成分 $CaTiO_3$，含 $TiO_2$58.9%，此外，常含稀土、铌等。假等轴晶系（实际为斜方晶系）。晶形呈假立方体或八面体，晶面上常有平行立方体棱的条纹。灰黑、红褐和橙黄色。条痕白色或灰黄。金刚光泽。硬度 5.5。比重 4.2。常以副矿物存在于硷性岩中或某些变质岩中。

【褐锰矿】 braunite 成分 $Mn^{2+}Mn^{4+}O_3$，含 Mn69.9%。四方晶系。晶体呈双锥状，也呈粒状和块状集合体产出。黑色，条痕褐黑色。半金属光泽。硬度 6。比重 4.7—5.0。由内生作用和变质作用形成，见于某些接触交代矿床、热液矿床和沉积变质锰矿床中，与黑锰矿等共生。是炼锰的矿物原料。

【黑锰矿】 hausmannite 成分 $Mn^{4+}Mn^{2+}O_4$，含 Mn72%。四方晶系。晶体呈四方双锥；通常呈粒状集合体。黑色，条痕棕橙或红褐。半金属光泽。硬度 5.5，解理平行底面 {001} 完全。比重 4.84。由内生作用和变质作用形成，见于某些接触交代矿床、热液矿床和沉积变质锰矿床中，与褐锰矿等共生。是炼锰的矿物原料。

【斜方多镁黑镁铁锰矿】 rhombomagnojacobsite 成分（Mn^{2+}，Mg）（Mn^{3+}，Fe）$_2O_4$，含 MnO52.71%，$Fe_2O_3$33.52%。斜方晶系。晶体常呈细小的假八面体状。黑色。半金属光泽。硬度 6。比重 4.43。具磁性。产于变质带中。是我国 1964 年发现的新矿物。

【尖晶石】 spinel 成分 $MgAl_2O_4$，常含铁、铬、锰、锌等。等轴晶系。晶体常呈八面体及八面体与菱形十二面体的聚形；常成依（111）的尖晶石律接触双晶。红、绿、褐、黑等色。玻璃光泽。硬度 8。比重 3.5—3.7。见于酸性侵入体与白云岩或白云质石灰岩的接触交代带中；也见于火成岩和变质岩中；在砂矿中也常出现。透明、色泽美丽的尖晶石可作宝石。

【锌铁尖晶石】 franklinite 成分（Zn，Mn）Fe_2O_4 等轴晶系。晶体呈八面体，其棱线常带圆形；也经常呈圆粒集合体。铁黑白。条痕红棕至黑色。新鲜断面呈金属光泽。微具磁性。硬度 6。贝壳状断口。比重 5.07—5.22。见于某些接触交代矿床中，与红锌矿、硅锌矿等共生。

【金绿宝石】 chrysoberyl 又称“钣尖晶石”。成分 $BeAl_2O_4$，含 BeO19.8%。斜方晶系。常依（031）形成假六方的轮式连晶。解理平行菱方柱 {110} 中等。绿色或黄色。玻璃光泽。硬度 8.5。比重 3.75。见于花岗伟晶岩与其不同成分的围岩的接触带。也见于砂矿床中。可作为宝石。

【铍尖晶石】 即“金绿宝石”。

【铬尖晶石类】 chrome spinel lides 该类矿物主要包括铬铁矿、镁铬铁矿、富铬尖晶石、硬铬尖晶石等。由于各矿物种彼此间在外部特征和成因上均非常近似，因而统称为铬尖晶石类矿物。

【铬铁矿】 chromite 铬尖晶石类矿物中的一种。成分（Mg，Fe）Cr_2O_4，介于亚铁铬铁矿 $FeCr_2O_4$（含 FeO32.09%，$Cr_2O_3$67.91%）与镁铬铁矿 $MgCr_2O_4$（含 MgO20.96%，$Cr_2O_3$79.04%）之间。通常有人将亚铁铬铁矿和镁铬铁矿也都称为铬铁矿。等轴晶系。晶体呈细小的八面体，通常呈粒状和致密块状集合体。黑色。条痕褐色。半金属光泽。硬度5.5。比重4.2—4.8。具弱磁性。是岩浆成因的矿物，产于超基性岩中。当含矿岩石遭受风化破坏后，铬铁矿常转入砂矿中。是炼铬的最主要的矿物原料，富含铁的劣质矿石可作高级耐火材料。

【亚铁铬铁矿】 ferrochromite 见“铬铁矿”。

【镁铬铁矿】 magnesiochromite 见“铬铁矿”。

【富铬尖晶石】 chromohercynite 又称“铬铁尖晶石”、“铝铬铁矿”。是铬尖晶石类矿物中的一种。成分 Fe（Cr，Al）$_2O_4$，含 $Cr_2O_3$32—38%。其形态、物理性质、成因、产状及用途与铬铁矿同，参见“铬铁矿”。

【铝铬铁矿】 alumoehromite 即“富铬尖晶石”。

【硬铬尖晶石】 chrompicotite 铬尖晶石类矿物中的一种。成分（Mg，Fe）（Cr，Al）$_2O_4$，含 $Cr_2O_3$32—50%。其形态、物理性质、成因、产状及用途与铬铁矿同，参见“铬铁矿”。

【磁铁矿】 magnetite 成分 $Fe^{2+}Fe_2^{3+}O_4$，含 Fe72.4%，常含钛、钒等。等轴晶系。晶体呈八面体和菱形十二面体；通常呈粒状或块状集合体。铁黑色。条痕黑色。半金属光泽。硬度5.5—6.0。比重4.8—5.3。具强磁性，可为永久磁铁所吸引，且本身也能吸引铁屑等物质，形成于内生作用和变质作用过程，见于岩浆成因铁矿床、接触交代铁矿床、气化高温含稀土铁矿床、沉积变质铁矿床以及一系列与火山作用有关的铁矿床的铁矿石中，是主要的矿物成分。此外，还常见于砂矿中。是炼铁的重要矿物原料。如含钛、钒时，可综合利用。在自然条件下由赤铁矿还原而成的磁铁矿称为“穆磁铁矿”。

【钛磁铁矿】 titanomagnetite 成分 $Fe^{2+}_{(1+x)}Fe^{3+}_{(2-2x)}Ti_xO_4$，其中 $0<x<1$，含 $TiO_2$12—16%，亦即富含钛的磁铁矿亚种。常温情况下，钛成为板状和柱状的钛铁矿及布纹状的钛铁晶石嵌于磁铁矿的晶粒中。钛磁铁矿的性质与磁铁矿相似。产于基性岩中。是炼钛和铁的主要矿物原料。

【钒磁铁矿】 coulsonite 成分 Fe^{2+}（Fe^{3+}，V）$_2O_4$，含 $V^2O_5$5%以下，亦即含钒的磁铁矿亚种。性质与磁铁矿相似。可以从中提炼钒。

【铌铁矿】 niobite 旧称“钶铁矿”。成分（Fe，Mn）（Nb，Ta）$_2O_6$，含 $Nb_2O_5$78.9%。与钽铁矿形成类质同象系列。斜方晶系。晶体呈短柱状或板状；常呈粒状集合体。铁黑或褐黑色。条痕灰褐色、暗红褐色。半金属光泽。硬度6。解理平行{010}中等。断口次贝状到参差状。比重5.2—6.25。产于花岗岩和花岗伟晶岩中，与绿柱石、电气石等共生。当含矿岩石遭受风化破坏后，常转入砂矿中。是提取铌和钽的主要矿物原料。

【钶铁矿】 columbite “铌铁矿”旧称。

【钽铁矿】 tantalite 成分（Fe，Mn）（Ta，Nb）$_2$O$_6$，含 $Ta_2O_5$86.1%。与铌铁矿形成类质同象系列。斜方晶系。矿物的形态、物理性质、成因、产状和用途均与铌铁矿相似，惟比重6.55—8.25，较铌铁矿高。参见“铌铁矿”。

【锰钽铁矿】 manganotantalite 成分 $MnTa_2O_6$，含 $Ta_2O_5$71.1—79.6%。斜方晶系。晶体呈板状或片状。黑色或褐黑色。半金属光泽。解理平行｛100｝完全。硬度6—6.5。比重6—7.95。产于伟晶岩中。是提取钽的矿物原料。

【重钽铁矿】 tapiolite 成分 $FeTa_2O_6$，含 $Ta_2O_5$74—82.6%；常含铌。四方晶系。晶体呈短柱状或双锥状。黑色或浅褐黑色。条痕浅棕褐色至浅褐灰色。半金属光泽。硬度6—6.5。断口参差状到次贝状。比重7.85。产于花岗伟晶岩中，与钽铁矿、锡石、绿柱石、电气石等共生。当含矿岩石遭受风化破坏后，可转入砂矿中。是提取铌、钽的矿物原料。

【四方铌钽矿】 mossite 成分 Fe（Nb，Ta）$_2$O$_6$，含 $Nb_2O_5$31%，$Ta_2O_5$52%。为富含铌的重钽铁矿。四方晶系。形态、物理性质、成因、产状和用途均与重钽铁矿同。惟比重6.45，较重钽铁矿为低。参见“重钽铁矿”。

【铌钇矿】 samarskite 成分（Y，U，…）（Nb，Ta）$_2$O$_6$，常含钍、铁、锡、钛等。单斜晶系。晶体呈柱状或板状。通常呈变生非晶质。松脂黑色，表面常有黄褐色薄膜。条痕暗棕色或红褐色。树脂光泽。硬度5—6。断口贝壳状。比重5.2—5.7。具放射性。产于花岗伟晶岩中，与铌铁矿、黑稀金矿等共生。是提取钇、铀、铌、钽的矿物原料。

【铌钙矿】 fersmite 成分 $CaNb_2O_6$，含 Nb_2O_5 达71%；含 TR_2O_3 一般为4.8—6.3%，在稀土铌钙矿中可达15%。常含钛。斜方晶系。晶体呈短粒状，通常呈不规则粒状集合体。暗褐色或黑色，条痕浅灰褐色或淡褐色。树脂光泽。硬度4.5。断口贝壳状。比重4.7—4.8。具微弱的放射性。产于硷性岩、伟晶岩或碳酸岩中。是提取铌及稀土元素的矿物原料。

【易解石】 eschynite 成分（Ce，Th）（Nb，Ti）$_2$O$_6$，斜方晶系。晶体细小，常呈柱状或板状。黑色，表面有褐色晕圈。条痕褐色至黑色。树脂光泽至半金属光泽。硬度5—6。断口贝壳状。比重4.9—5.3。具放射性。主要产于霞石正长岩等硷性岩及有关的伟晶岩和热液矿床中。是提取稀土及放射性元素的矿物原料。

【黑稀金矿】 euxenite 成分（Y，U）（Nb，Ti）$_2$O$_6$，其中（Nb，Ta）$_2$O$_5$∶ TiO_2 =1∶2—1∶3。斜方晶系。晶体细小，常呈柱状或板状。黑色。表面常附有黄色薄膜。条痕浅黄色或浅红褐色。树脂光泽至半金属光泽。硬度5.5—6.5。断口贝壳状。比重4.5—5.9。具放射性。一般产于花岗伟晶岩中，与独居石、锆石、褐帘石、钍石、磷钇矿、铌铁矿等共生。是提取稀土金属和铀的矿物原料。

【复稀金矿】 polyerase **成分**（Y，U）（Ti，Nb$)_2O_6$，**其中**（Nb，Ta$)_2O_5$：TiO_2 =1：4—1：6。**斜方晶系。晶体呈柱状或薄板状。黑色，常带浅褐色和浅绿色调。条痕浅黄或浅红褐色。半金属光泽。硬度** 5.5—6.5。**断口贝壳状。比重** 4.7—5.4。**具放射性。产于花岗伟晶岩中，与黑稀金矿、独居石、磷钇矿、褐钇铌矿等共生。是提取稀土金属和铀的矿物原料。**

【烧绿石】 pyrochlore **又称“黄绿石”。成分** $CaNaNb_2O_6F$，**含** Nb_2O_5 **达** 56%。**当铌主要被钽置换时，则成为细晶石。常含钽、稀土、铀等。等轴晶系。晶体呈八面体，通常呈不规则粒状或致密块状集合体。褐色或黄绿色，少数为黑色。条痕淡褐或淡黄色。树脂光泽。硬度** 5—5.5。**解理平行八面体**｛111｝**不完全。断口贝壳状。比重** 4.12—4.36。**具强放射性。产于硷性岩、伟晶岩或碳酸岩中，与锆石、磷灰石、钙钛矿等共生。是提取稀土元素、铌、钽及放射性元素的矿物原料。**

【黄绿石】 **即“烧绿石”。**

【细晶石】 microlite **成分** $CaNaTa_2O_6$（OH），**含** $Ta_2O_5$55—77%。**常含铌、钛、稀土、铀等。等轴晶系。晶体呈八面体。浅黄到褐色。条痕淡黄或淡褐色。玻璃光泽或树脂光泽。硬度** 5—5.5。**断口贝壳状或锯齿状。比重** 5.9—6.4。**产于钠长石化的花岗岩、花岗伟晶岩中，常与铌铁矿、钽铁矿、褐钇铌矿等共生。当含矿岩石遭受风化破坏后，可转入砂矿中。是炼钽、铌、稀土及铀的矿物原料。**

【铈铌钙钛矿】 loparite **又称“钛铌钙铈矿”。成分**（Na，Ce，Ca）（Ti，Nb）O_3。**假等轴晶系。晶体细小，多呈立方体，常成尖晶石律的贯穿双晶。黑色或灰黑色。条痕褐色。表面光泽暗淡，新鲜断口呈油脂光泽。硬度** 5.5—6。**断口参差状。比重** 4.6—4.9。**溶于** HF。**产于霞石正长岩等硷性岩及有关伟晶岩中，与榍石、异性石、霓石等共生。**

【钛铌钙铈矿】 **即“铈铌钙钛矿”。**

【褐钇铌矿】 fergusonite **成分** Y（Nb，Ta）O_4，**常含铈、铀、钍等。与黄钇钽矿形成类质同象系列。四方晶系。晶体呈长柱状或腰鼓状。常呈变生非晶质。黄色、褐色、深褐色至黑色。条痕黄色至深褐色。光泽暗淡，新鲜断口呈半金属光泽至树脂光泽。断口贝壳状。硬度** 5.5—6.5。**比重** 5.6—5.8。**产于伟晶岩中，与锆石、独居石、褐帘石、黑稀金矿等共生。是提取稀土元素、铌、钽和放射性元素的矿物原料。**

【黄钇钽矿】 formanite **成分** $YTaO_4$，**含** Ta_2O_5 **约** 55%，TR_2O_3 **约** 32%。**常含铌、铒等。与褐钇铌矿形成类质同象系列。四方晶系。晶体呈柱状或双锥状，通常呈不规则粒状集合体。灰色、黄色或褐色。条痕为浅黄灰色。光泽暗淡，新鲜断口为半金属光泽至树脂光泽。硬度** 5.5—6.5。**断口次贝状。比重** 6.24—7.03。**产于伟晶岩中，与独居石、黑稀金矿、硅铍钇矿等共生。是提取钽和稀土元素的矿物原料。**

【钛铀矿】 brannerite 成分（U^4，Ca，Th，Y）〔（Ti，Fe）$_2O_6$〕·nH_2O 单斜晶系。晶体呈长柱状或针状。通常呈变生非晶质。黑色，变化后成褐黄色。条痕黄绿色。树脂光泽。硬度 5.5。断口贝壳状。比重 4.5—5.4。具强放射性。一般产于高温热液矿床中，作为提取铀、钍、钛、稀土元素的矿物原料。

【水镁石】 brucite 又称“氢氧镁石”。成分 Mg（OH）$_2$，常含铁、锰。三方晶系。常呈片状集合体，有时呈纤维状集合体。白色，有时带浅绿色。硬度 2.5。片状解理平行底面｛0001｝极完全。比重 2.35。常见于橄榄岩经过热液蚀变所成的蛇纹岩中，有时也见于白云石化的石灰岩中。是提取镁的矿物原料，并可作保温材料。

【氢氧镁石】 即“水镁石”。

【一水软铝石】 boehmite 又称“薄水铝矿”或“勃姆铝矿”。成分为 γ－AlO（OH），含 $Al_2O_3$85%，常含铁和镓。斜方晶系，晶体极少见，常呈隐晶质块体或胶态。白色或微带黄色。玻璃光泽。硬度 3.5。解理平行｛010｝完全。比重 3.01—3.06，主要在外生作用中形成，是构成铝土矿的主要矿物成分。也偶见有热液成因的。是炼铝的重要矿物原料，同时镓可综合利用。

【薄水铝矿】 即“一水软铝石”。

【勃姆铝矿】 即“一水软铝石”。

【一水硬铝石】 diaspore 又称“硬水铝矿。成分 α－AlO（OH）含 $Al_2O_3$85%，常含铁、锰等。斜方晶系。晶体极少见；通常呈细鳞片状集合体。白、黄褐、淡紫等色。玻璃光泽。硬度 6—7。解理平行｛010｝中等。比重 3.3—3.5。主要在外生作用中形成。是构成铝土矿的主要矿物成分。此外，偶尔见于某些接触交代矿床、热液矿床和结晶片岩中。是炼铝的重要矿物原料。

【硬水铝矿】 即“一水硬铝石”。

【三水铝石】 gibbsite 又称“水铝氧石”。成分 Al（OH）$_3$，含 Al_2O65.4%，常含铁和镓。单斜晶系。晶体极少见；通常呈细鳞片状集合体；有时呈结核状、豆状或隐晶质块状。白、灰绿或浅红色。玻璃光泽。硬度 2.5—3。解理平行｛001｝极完全。比重 2.43。主要是含铝硅酸盐矿物分解和水解的产物，在风化型或称红土型铝土矿矿床中大量出现，在沉积型铝土矿矿床中较少分布。是铝土矿的主要矿物成分。为炼铝的最重要的矿物原料，同时镓可综合利用。

【水铝氧石】 即“三水铝石”。

【铝土矿】 bauxite 不是独立的一种矿物，而是包括三水铝石、一水硬铝石、一水软铝石、赤铁矿、高岭石、蛋白石等多种矿物的混合体，因而成分变化很大。一般含 $Al_2O_3$40.0—75.0%，常含镓。通常呈致密块状、豆状、鲕状等集合体。灰、灰黄、黄绿、红、褐等色，常具棕色斑点。无光泽。是含铝较多的某些火成岩和变质岩在湿热条件下风化残留的产物，或由胶体沉积形成。是炼铝的最重要矿石，也是镓的主要来源。

【纤铁矿】　lepidocrocite　成分 r－FeO（OH），含 Fe62.9%。斜方晶系。通常呈鳞片状或纤维状集合体。暗红至红黑色，条痕橘红或砖红色。半金属光泽。硬度 5。解理平行｛010｝和｛001｝完全，比重 4.1。主要是由含铁矿物遭受氧化和分解而成的次生矿物，常与针铁矿共生。是炼铁的矿物原料。

【针铁矿】　goethite　成分 α－FeO（OH），含 Fe62.9%。斜方晶系。晶体呈针状或柱状，通常呈肾状、钟乳状集合体。暗褐色。条痕褐色。半金属光泽。硬度 5—5.5。比重 4.0—4.4。主要是由含铁矿物经过氧化和分解而形成的次生矿物，是构成褐铁矿的主要矿物成分。内生成因的针铁矿呈针状或柱状见于某些热液矿脉中，但极少见。是炼铁的矿物原料。

【褐铁矿】　limoniie　成分 $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$，含 Fe 一般 30—40%。实际上不是一种单独的矿物，而是以针铁矿等铁的氢氧化物为主，包含含水二氧化硅和泥质等的混合体，因而成分变化很大。常呈块状、土状、钟乳状或葡萄状。黄褐色或深褐色。条痕黄褐色。光泽暗淡，硬度视其成分和形态而异，富含硅的致密块状者，其硬度可达 5.5；而富含泥质的土状者，其硬度下降至 1。是含铁矿物经过氧化和分解而形成，尤其是金属硫化物矿床的地表部分，矿石遭受氧化后，常形成褐铁矿。此外，湖沼沉积成因的褐铁矿常成较大的聚积。可成为炼铁的矿物原料。

【水锰矿】　manganite　成分 $MnO_2 \cdot Mn(OH)_2$，含 Mn62.4%。单斜晶系。晶体呈柱，状，柱面具纵纹。在某些含锰热液矿脉的晶洞中常成晶簇产出；在沉积锰矿床中多呈隐晶块体，或蛹状、钟乳状，集合体等。黑色。条痕褐色。半金属光泽。硬度 3—4。解理平行｛010｝完全。比重 4.2—4.3。内生成因的水锰矿见于某些热液矿床中；外生成因的水锰矿广泛分布于沉积锰矿床中是炼锰的矿物原料。

【硬锰矿】　psilomelane　成分 $mMnO \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$，含 Mn45—60%。通常呈钟乳状、肾状和葡萄状集合体，亦有呈致密块状和树枝状。颜色和条痕均为黑色。半金属光泽。硬度 4—6。比重 4.4—4.7。主要是外生成因的，见于锰矿床的氧化带和沉积锰矿床中。系。锰矿石中很常见的矿物。是炼锰的重要矿物原料。

【钴土】　asbolarle　成分 m（Co，Ni）O. $MnO_2 \cdot nH_2O$，各组分变化很大，CoO 含量一般从百分之几到 19%，最高达 32%；NiO 含量达 11%，通常成土状或结核状。黑色，磁带蓝色。条痕黑色。硬度低，易污手。比重 3.1—3.7。钴土是含钴的基性、超基性岩风化后所形成的次生矿物，一般见于基性、超基性岩风化壳部位。是炼钴的矿物原料，同时可炼镍。

【橄榄石】　olivine　成分 $(Mg, Fe)_2$〔$SiOD_4$〕。是镁橄榄石（Mg_2〔SiO_4〕）一铁橄榄石（Fe〔SiO_4〕）类质同象系列中最常见的一个中间成员，含 Mg_2〔SiO_4〕分子 90—70%，含 Fe_2〔SiO_4〕分子 10—30%。斜方晶系。晶体呈厚板状；通常呈粒状集合

体。橄榄绿至黄绿色。玻璃光泽。硬度6.5—7。解理平行｛010｝不完全。断口贝壳状。比重3.2—3.5。主要产于超基性和基性火成岩中，易蚀变为蛇纹石。此外，也是许多陨石的主要组分之一。含铁低者可作耐火材料，色泽优美者可作为宝石。

【镁橄榄石】　forsterite　成分Mg_2〔SiO_4〕。与铁橄榄石Fe_2〔SiO_4〕组成完全类质同象系列，是该系列中的富镁成员，含Fe_2〔SiO_4〕分子少于10%。性质与橄榄石相似，唯色较浅，甚至可为无色或白色，比重稍低。主要产于接触变质或区域变质的不纯白云质大理岩中。参见“橄榄石”。

【贵橄榄石】　chrysolite　①专指透明、淡黄绿色，可作为宝石的橄榄石。②即“橄榄石”。

【铁橄榄石】　fayalite　成分Fe_2〔SiO_4〕。与镁橄榄石Mg_2〔SiO_4〕组成完全类质同象系列，是该系列中的富铁成员，含Fe_2〔SiO_4〕分子在90%以上。性质与橄榄石相似，但当其成分中的铁氧化时，颜色则转为红褐至黑色；比重较大，可达4.4。主要见于某些酸性或碱性的富钠火山岩，以及含铌、钽极富的钠质花岗岩中。也作为高温变质矿物见于榴辉岩中。参见“橄榄石”。

【钙镁橄榄石】　montieellite　成分CaMg〔SiO_4〕。斜方晶系。晶体呈柱状、粒状。无色或灰白色。玻璃光泽。硬度5—5.5。解理平行｛010｝不完全。比重3.2。产于高温接触变质的不纯大理岩中，也见于基性火成岩中。

【硅锌矿】　willemite　成分Zn_2〔SiO_4〕。常含少量锰、铁。三方晶系。晶体呈柱形和菱面体聚形。集合体呈块状、粒状或钟乳状。无色，含锰者显淡红色。玻璃光泽。断口贝壳状。性脆。硬度5—6。比重3.89—4.18。紫外光下发鲜绿色荧光。主要产于铅锌硫化物矿床的氧化带，也见于接触交代的矿床中。大量聚积时可作为锌矿石。

【似晶石】　phenakite　又称“硅铍石。”成分Be_2〔SiO_4〕，含BeO45.5%。三方晶系。晶体呈扁菱面体或短六方柱状；集合体呈粒状、放射状或晶簇出现。无色、黄白或淡红色。玻璃光泽。硬度7.5—8。解理平行柱面｛1120｝不完全。断口贝壳状。比重3。似晶石见于伟晶岩、矽卡岩和热液脉中。是炼铍的矿物原料。透明色美者可作宝石。

【羟硅铍石】　bertrandite　又称“硅铍石”。成分Be_4〔Si_2O_7〕（OH）$_2$，含BeO39.6—42.6%。斜方晶系。晶体呈细小板状或柱状。无色或浅黄色。玻璃光泽。硬度6—7。解理平行｛001｝完全，｛010｝和｛110｝中等。比重2.6。主要产于花岗伟晶岩中，此外，见于石英脉、云英岩和霞石伟晶岩中。是提取铍的矿物原料。

【硅铍石】　①phenakite，②ber trandite　①即“似晶石”。②即“羟硅铍石”。

【石榴子石】 garnet 常简称为“石榴石”。是石榴子石族矿物的总称。一般化学式为 A_3B_2〔SiO_4〕$_3$，其中 A 代表二价阳离子钙、铁、镁、锰等，B 代表三价阳离子铝、铁、铬、锰等；组成岛状结构硅酸盐。类质同象现象广泛存在。常见的端员矿物有：镁铝榴石 Mg_3Al_2〔SiO_4〕$_3$、铁铝榴石 Fe_3Al_2〔SiO_4〕$_3$、锰铝榴石 Mn_3Al_2〔SiO_4〕$_3$、钙铝榴石 Ca_3Al_2〔SiO_4〕$_3$、钙铁榴石 Ca_3Fe_2〔SiO_4〕$_3$、钙铬榴石 Ca_3Cr_2〔SiO_4〕$_3$ 一些含特殊成分的类质同象混晶有：黑榴石和钛榴石（含钛的钙铁榴石）、锆榴石（含 ZrO_2 约 20% 的钙铁榴石）、钇榴石（含钇的钙铁榴石）等。等轴晶系。晶体常呈完好的菱形十二面体或四角三八面体 {211} 或这两者的聚形。颜色不一，有血红、暗红、褐红、褐、红褐、黄褐、黄绿、鲜绿、黑等色。玻璃光泽，断口浊脂光泽。硬度 6.5—7.5。比重 3.1—4.3。是典型的高温矿物和变质矿物。用制各种研磨材料，透明色美者可作为宝石。此词有人误作“柘榴石”，“柘”字的读音为遮（zhè），不读石，故不宜使用。

【镁铝榴石】 pyrope 成分 Mg_3Al_2〔SiO_4〕$_3$。晶体呈四角三八面体。暗血红色至玫瑰红色。硬度 7.5。比重 3.71。见于榴辉岩以及超基性岩、特别是金伯利岩中。参见“石榴子石”。

【锰铝榴石】 spessartine 成分 Mn_3Al_2〔SiO_4〕$_3$。晶体常呈四角三八面体。深红、橘红或褐红色。硬度 7—7.5。比重 4.18。见于花岗伟晶岩和区域变质岩中。参见“石榴子石”。

【铁铝榴石】 almandine 成分 Fe_3Al_2〔SiO_4〕$_3$。晶体常呈四角三八面体。红、褐红或暗红色。硬度 7—7.5。比重 4.32。见于花岗伟晶岩和区域变质岩中。参见“石榴子石”。

【钙铝榴石】 grossular 成分 Ca_3Al_2〔SiO_4〕$_3$，常含二价铁和三价铁。晶体多呈菱形十二面体。黄褐或黄绿色。硬度 6.5—7。比重 3.53。是接触交代作用的产物，为组成矽卡岩的主要矿物成分。其他性质见“石榴子石”。

【钙铁榴石】 andradite 成分 Ca_3Fe_2〔SiO_4〕$_3$。含钛的称为黑榴石，富含钛的称为钛榴石，含锆的称为锆榴石，含钇的称为钇榴石。晶体常呈菱形十二面体与四角三八面体的聚形；集合体为粒状或块状。以褐色为常见，亦有呈黄、绿等色的，黑榴石和钛榴石则呈黑色。硬度 7。比重 3.83。钙铁榴石是接触交代作用的产物，为组成矽卡岩的主要矿物成分。参见“石榴子石”。

【黑榴石】 melanite 见“钙铁榴石”。

【钛榴石】 schorlomire 见“钙铁榴石”。

【钙铬榴石】 uvarovite 成分 Ca_3Cr_2〔SiO_4〕$_3$。晶体较小。鲜绿色。硬度 7.5。比重 3.78。产于富含铬的超基性岩中。参见“石榴子石”。

【锆石】 zircon 旧称“锆英石”、“风信子石”。成分 Zr〔SiO_4〕，含

$ZrO_2$67.1%，常含铪、稀土、铌、钽、钍和铀等。四方晶系。晶体呈四方柱状或四方双锥状；集合体呈粒状。含钍、铀高者常呈变生非晶质，称为曲晶石。褐黄色、灰色或无色。金刚光泽。硬度7—8。比重4.7。主要形成于火成岩特别是碱性岩中，也形成于碱性伟晶岩和花岗伟晶岩中，有时形成巨大的工业矿床。但锆石的主要矿床是滨海砂矿和冲积砂矿床。锆石有耐高温（熔点高达2750℃）和耐腐蚀的特性，主要用于铸造工业，以及制造耐酸、耐火酌玻璃器皿，同时是提取锆和铪的主要矿物原料。

【锆英石】 即“锆石”。

【曲晶石】 cyrtolite 见“锆石”。

【钍石】 thorite 成分Th〔SiO_4〕，含$ThO_2$48—72%，常含稀土元素和铀。四方晶系。晶体呈短柱状，常见者为四方柱和四方双锥聚形；集合体呈致密块状。常呈变生非晶质。黑褐或橙黄色。条痕暗褐至浅橙黄色。玻璃光泽。硬度4.5—50断口贝壳状。比重4.0—5.4。具强放射性。产于伟晶岩和高温热液矿床中。是提取钍的矿物原料，同时铀和稀土元素可综合利用。

【榍石】 titanite 成分CaTi〔SiO_4〕O，含$TiO_2$40.8%，常含钇、铈。单斜晶系。晶体常呈横切面为菱形的扁平柱状或板状，也常呈粒状。依（100）的双晶常见。黄或浅褐色，有时为红、绿、黑色。玻璃光泽。硬度5—6。解理平行菱方柱{110}中等。比重3.3—3.6。榍石在许多火成岩中作为副矿物出现，在碱性伟晶岩中常有较大的晶体，也常见于砂矿中。大量聚集时作为炼钛的矿物原料，并可综合利用钇、铈等。

【蓝晶石】 cyanite，kyanite 成分Al_2〔SiO_4〕O。与红柱石、矽线石均为Al_2SiO_5的同质多象变体。常含铁、铬。三斜晶系。晶体常呈扁平柱状。蓝或蓝灰色。玻璃光泽，解理面呈珍珠光泽。在{100}晶面上平行晶体延长方向的硬度为4.5，而垂直晶体延长方向的硬度则为6.5—7，差异显著，故有二硬石之称。解理平行{100}完全，{010}中等。比重3.56—3.68。产于区域变质的结晶片岩中，是粘土质岩石经区域变质作用形成。蓝晶石在1300℃高温下将分解成为富铝红柱石，后者是高级耐火材料。色泽优美的蓝晶石可作宝石。

【红柱石】 andalusite 成分Al_2〔SiO_4〕O。与蓝晶石、矽线石均为Al_2SiO_5的同质多象变体。常含锰、铁。斜方晶系。晶体呈柱状，横断面近正方形；有时在柱的四角和中心可见有黑色炭质包裹物，在断面上排列成规则的十字形，这种红柱石特称空晶石；集合体呈放射状，形似菊花，俗称菊花石。灰白、褐或红色。玻璃光泽。硬度7。解理平行菱方柱{110}中等。比重3.1—3.2。主要是接触变质产物，见于侵入体与泥质岩石的接触带中，也见于结晶片岩中。红柱石在1380℃高温下将分解成为富铝红柱石，后者是高级耐火材料。色美透明的红柱石可作宝石。

【空晶石】 chiastolite 见“红柱石”。

【黄玉】 topaz 又称“黄晶”。成分 Al_2〔SiO_4〕（F，OH）$_2$。斜方晶系。晶体呈柱状，柱面有纵纹，也有成粒状的。无色透明，有时带浅黄、浅绿等色，玻璃光泽。硬度 8。解理平行 {001} 完全。比重 3.52—3.57。主要产于花岗伟晶岩，云英岩以及高温热液钨锡石英脉内，也常见于砂矿中。可作为研磨材料，透明色美者可作宝石。

【黄晶】 即“黄玉”。

【硅镁石】 humite 属硅镁石族，本族矿物的晶体结构由平行于（001）的若干层 Mg_2〔SiO_4〕层与一层 Mg（OH，F）$_2$ 层相间结合而成。根据 Mg_2〔SiO_4〕层数目的不同，本族矿物分为以下四种：块硅镁石 Mg_2〔SiO_4〕·Mg（OH，F）$_2$、粒硅镁石 $2Mg_2$〔SiO_4〕·Mg（OH，F）$_2$、硅镁石 $3Mg_2$〔SiO_4〕·Mg（OH，F）$_2$、斜硅镁石 $4Mg_2$〔SiO_4〕·Mg（OH，F）$_2$，其中块硅镁石和粒硅镁石为斜方晶系，硅镁石和斜硅镁石为单斜晶系。但它们的形态、物理性质、产状均相似。晶体呈板状或粒状；单斜晶系者可出现依（001）的细聚片双晶；集合体呈粒状或块状。白色或黄色至棕色。玻璃光泽。硬度 6—6.5。解理平行 {001} 不完全。比重从 3.15（块硅镁石）至 3.30（斜硅镁石）。产于石灰岩、白云岩与火成岩的接触变质带中，常与金云母、尖晶石共生。

【块硅镁石】 nopbergite 见“硅镁石”。

【粒硅镁石】 chondrodite 见“硅镁石”。

【斜硅镁石】 clinohumite 见“硅镁石”。

【十字石】 staurolite 成分 $FeAl_4$〔SiO_4〕$_4O_2$（OH）$_2$，常含锰。假斜方晶系，实际为单斜晶系。晶体呈柱状，常呈“十”字形或“×”形贯穿双晶，故称十字石。褐到褐黑色。硬度 7—7.5。解理平行 {010} 中等。比重 3.65—3.77。是区域变质作用的产物，见于结晶片岩中，也见于砂矿中。

【锂铍石】 liberite 成分 Li_2BeSiO_4，含 BeO25.47%，Li_2O23.43%。单斜晶系。晶体呈显微柱状。淡黄或乳白色。新鲜面呈丝绢光泽。硬度 7。解理平行 {010} 完全，{100}、{001} 中等。断口贝壳状。比重 2.69。产于矽卡岩中。是我国 1964 年发现的新矿物。

【硅铍钇矿】 gadolinite 成分 Y_2FeBe_2〔SiO_4〕$_2O_2$ 含 $Y_2O_3$51.8%。常含其他稀土元素和钍等。单斜晶系。晶体呈柱状或扁柱状；集合体呈散粒状或致密块状。黑色或绿黑色。条痕绿黑色。玻璃光泽至树脂光泽。硬度 6.5—7。断口贝壳状。比重 4.0—4.65。具强放射性。溶于盐酸。产于花岗岩和伟晶岩中，与锆石、褐帘石、褐钇铌矿、黄玉等共生。是提取钇的矿物原料。

【硅钙铀矿】 uran ophane 成分 CaH_2〔UO_2〕$_2$〔SiO_4〕$_2$·$5H_2O$。单斜晶系。晶体呈针状，通常呈放射状或纤维状集合体。黄色或黄绿色。玻璃光泽。硬度 2—3。解理平行 {110} 完全。比重 3.81—3.96。具放射性。溶于酸。在紫外光照射下发很弱的黄绿色荧光。是外生成因的矿物，产于原生铀矿床氧化带。大量积聚时可作为提取铀的矿物原料。

【包头矿】 baotite 成分$Ba_4(Ti,Nb,Fe)_8O_{16}[SiO_{12}]Cl$，含BaO37.55%，$TiO_2$29.33%，$Nb_2O_5$11.50%。四方晶系。晶体呈四方柱状。浅褐至黑色。玻璃光泽。硬度6。解理平行{110}中等。比重4.42。产于石英脉中。是我国1959年发现的斯矿物。

【符山石】 vesuvianite 成分$Ca_{10}(Mg,Fe)_2Al_4[Si_2O_7]_2[SiO_4]_5(OH)_4$，常含硼、铍、铁、钛等。四方晶系。晶体呈四方柱状，也常呈粒状和棒状集合体。黄绿或棕褐色。玻璃光泽。硬度6.5。比重3.34—3.44。是标准的接触变质矿物，见于酸性侵入体与石灰岩或白云岩的接触变质带中。

【黄长石】 melilite 成分$Ca_2(Al,Mg)[(Si,Al)SiO_7]$。根据成分中镁、铝含量的多寡，可分为镁黄长石和铝黄长石。四方晶系。晶体常呈短柱状或板状。蜜黄色、褐色。硬度5—6。解理平行{001}不完全。比重2.9—3.1。常产于接触变质石灰岩及某些基性火山岩中。

【顾家石】 gllgiaite 成分$Ca_2Be[SiO_7]$，含BeO8.89—9.49%。四方晶系。常呈四方板状。无色透明。玻璃光泽。硬度5左右。解理平行{100}完全，{001}中等，{110}不完全。断口锯齿状。比重3.03。产于碱性正长岩与石灰岩接触的矽卡岩中。是我国1962年发现的新矿物。

【黝帘石】 zoisite 成分$Ca_2Al_3[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$。斜方晶系。晶体呈柱状，柱面具纵纹；常呈粒状集合体。灰色，有时带绿色。玻璃光泽。硬度6。解理平行{010}完全。比重3.25—3.36。主要见于浅变质岩和热液矿床围岩蚀变部分，往往是基性斜长石遭受蚀变的产物。

【斜黝帘石】 clinozoisite 与黝帘石是$Ca_2Al_3[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$的两个同质多象变体，结晶成单斜晶系。与绿帘石组成完全类质同象系列，相当于不含铁或含铁极少的绿帘石。性质与绿帘石相似，唯颜色较浅。产状相同于黝帘石。参见“绿帘石”和“黝帘石”。

【绿帘石】 epidote 成分$Ca_2(Al,Fe)_3[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$。单斜晶系。晶体呈柱状，柱面具纵纹。集合体呈粒状、放射状。绿色或黄绿色。玻璃光泽。硬度6.5。解理平行{001}完全。比重3.35—3.28。常见于接触交代矿床中，由矽卡岩矿物如石榴子石、符山石等遭受热液作用而形成的蚀变产物。此外，在热液蚀变的基性火成岩中，有着广泛的分布。

【褐帘石】 orthite 成分$(Ce,Ca)_2(Fe,Al)_3[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$，含$Ce_2O_3$11%，有时含钇、钍、铍等。单斜晶系。晶体呈厚板状，通常呈浸染粒状。常呈变生非晶质。褐色至沥青黑色。树脂光泽。硬度5.5—6。断口参差状至次贝状。比重3.2—4.2。具放射性。产于花岗岩、花岗伟晶岩及某些热液矿床中。是提取铈、镧等稀土元素及钍的矿物原料。

【黑柱石】 ilvaite 成分$CaFe^{2+}Fe^{3+}[Si_2O_7]O(OH)$。斜方晶系。晶体呈柱状，柱面上具纵纹；通常呈粒状或块状集合体。黑色。半金属光泽或油脂光泽。硬度5.5—

6.0。解理平行 {001} 和 {010} 中等。比重3.8—4.1。见于接触交代铁矿床中，与石榴子石、钙铁辉石等矽卡岩矿物共生。

【钡铁钛石】 bafertisite 成分 $BaFe_2Ti〔Si_2O_7〕O(OH)_2$ 含 BaO29.98%，FeO22.56%，$TiO_2$15.39%。单斜晶系。呈针状集合体。红、黄红或浅褐色。硬度5。解理中等。比重3.96—4.25。产于热液矿脉中。是我国1959年发现的新矿物。

【索伦石】 solanire 成分 $Ca_2〔Si_2O_5(OH)_2〕·H_2O$。斜方晶系。细粒状。白色。玻璃光泽至油脂光泽。比重2.68。产于超基性岩体内的辉绿岩脉中。是我国1961年发现的新矿物。

【异极矿】 calamine 成分 $Zn_4〔Si_2O_7〕(OH)_2·H_2O$，含Zn53.7%。斜方晶系。晶体呈两端不对称的板状或柱状，故名；偶而集合成放射状，通常呈锌乳状、葡萄状或块状集合体。白色，有时呈蓝、绿等色。透明至半透明。玻璃光泽。硬度4.5—5。解理平行菱方柱 {110} 完全。比重3.4—3.5。主要与菱锌矿等次生锌矿物在一起产于铅锌硫化物矿床的氧化带中。大量积聚时可作为锌矿石利用。

【斧石】 axinite 成分 $(Ca,Mn,Fe)_3Al_2〔Si_4O_{12}〕(BO_3)(OH)$。三斜晶系。晶体大致成斜平行六面体而呈斧刃状，横切面呈楔形。棕色、蓝绿色。玻璃光泽。硬度6.5—7。解理平行 {100} 中等。比重3.25—3.30。主要产于接触交代矿床中。

【透视石】 dioptase 成分 $Cu_6〔Si_6O_{18}〕·6H_2O$。三方晶系。晶体常呈短柱状。绿至蓝绿色，条痕绿色。玻璃光泽，透明或半透明。解理平行菱面体完全。硬度5，性脆，比重3.28—3.35。是铜硫化物的氧化产物，见于铜矿床的氧化带。

【绿柱石】 beryl 又称绿宝石。成分 $Be_3Al_2〔Si_6O_{18}〕$，含BeO11—14%。六方晶系。晶体常见，呈六方柱形，也常呈粒状。一般为白色带绿；呈翠绿色透明的称纯绿宝石（又称祖母绿），呈蔚蓝色透明的称海蓝宝石，呈淡蓝色透明的称水蓝宝石；也有呈黄色、乳白色的。玻璃光泽。硬度7.5。比重2.9左右。主要产于花岗伟晶岩中，晶体往往很大，可长至几米。此外，也可以粒状散布于云英岩或花岗岩中，有时也见于砂矿床中。是提取铍的主要矿物原料，纯绿宝石、海蓝宝石、水蓝宝石等可作为宝石。

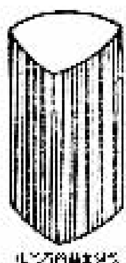
【绿宝石】 即“绿柱石”。

【堇青石】 cordierite 成分 $Al_3(Mg,Fe)_2〔Si_5AlO_{18}〕$。斜方晶系。假六方柱状的贯穿三连晶常见，集合体通常呈块状和粒状。淡绿、黄绿、淡紫或无色。玻璃光泽。硬度7.0—7.5。解理平行 {010} 中等。比重2.60—2.66。是由富含铝、镁的岩石经变质作用而成的变质矿物，常见于角岩中，也见于结晶片岩中。色泽美丽者可作为工艺雕刻材料。

【异性石】 eudialyte 成分 $(Na,Ca)_6ZrSi_6O_{17}(OH,Cl)_2$，含 $ZrO_2$11.84—12.82%，常含稀土元素。成分中富钙以及负光性者称为负异性石。三方晶系。晶体呈板状或菱面体。玫瑰红或红色，负异性石呈褐色。玻璃光泽。硬度5—6。解理平行底面 {0001} 不完全。比重2.9—3.0。产于硷性岩及其伟晶岩中。是提取锆的矿物原料。

【负异性石】 eucolite 见“异性石”。

【电气石】 tourmaline 是电气石族矿物的总称。化学成分较复杂，是以含硼为特征的铝、钠、铁、镁、锂的环状结构硅酸盐矿物。类质同象发育，主要由以下三种端员组分构成：黑电气石 $NaFe_3Al_6$〔Si_6O_{18}〕（BO_3）$_3$（OH）$_4$，镁电气石 $NaMg_3Al_6$〔Si_6O_{18}〕（BO_3）$_3$（OH）$_4$，锂电气石 Na（Li，Al）$_3Al_6$〔Si_6O_{18}〕（BO_3）$_3$（OH）$_4$。三方晶系。晶体呈柱状。柱面具纵纹，柱体横切面呈弧线三角形；也常呈放射状、针状或柱状集合体。颜色因成分不同而异，一般说来，黑电气石通常为黑色，镁电气石呈褐色，锂电气石则为玫瑰红至红色或蓝绿色；有时在一个晶体的两端，或晶体的中心与外围部分，呈现不同的颜色。玻璃光泽。硬度 7—7.5。比重 2.9—3.2。具热电性和压电性。主要产于花岗岩、花岗伟晶岩以及云英岩和石英脉中，也见于变质岩和砂矿中。色泽优美者俗称碧玺，可作为宝石。



【黑电气石】 schorl 见“电气石”。

【镁电气石】 dravite 见“电气石”。

【锂电气石】 elbaite 见“电气石”。

【辉石】 pyroxene 是辉石族矿物的总称。根据所属晶系的不同，可分为斜方辉石（正辉石）和单斜辉石（斜辉石）两个亚族。斜方辉石属斜方晶系，主要有顽火辉石、古铜辉石和紫苏辉石；单斜辉石属单斜晶系，主要有透辉石、钙铁辉石、普通辉石、霓石、霓辉石和锂辉石等。是镁、铁、钙、钠、铝、锂的链状结构硅酸盐，类质同象现象普遍。晶体多数呈柱状。除成分中不含铁的辉石以外，颜色均较深，从绿色、棕色、褐色到黑色。玻璃光泽。硬度 5—7。解理平行菱方柱 {110} 中等，两个方向解理面的交角在斜方辉石中为 92°（88°），单斜辉石为 87°（93°）。比重 3.1—3.5。各种辉石的正确鉴别，需借助偏光显微镜等方法。辉石是主要的造岩矿物。主要产于火成岩中，也可见于深成变质岩及矽卡岩中。富含钠的辉石称硷性辉石，如霓石、霓辉石等，是硷性岩的主要造岩矿物。

【斜方辉石】 orthorhombic py roxene 又称“正辉石”。斜方晶系辉石的总称，是由顽火辉石 Mg_2〔Si_2O_6〕—正铁辉石 Fe_2〔Si_2O_6〕组成的类质同象系列。自然界较常见的斜方辉石有：顽火辉石含 $MgSiO_3$（100—88%），$FeSiO_3$（0—12%）；古铜辉石含 $MgSiO_3$（88—80%），$FeSiO_3$（12—20%）；紫苏辉石含 $MgSiO_3$（80—50%），$FeSiO_3$（20—50%）。从顽火辉石至紫苏辉石，随铁含量的增加，颜色从灰白至褐绿、褐黑色。比重从 3.1 增高至 3.5。玻璃光泽。古铜辉石常呈特殊的古铜色，并因而呈古铜般的光泽。硬度 5—6。解理平行柱面 {110} 中等，平行 {010} 不完全。各种斜方辉石之间的正确鉴别及其与单斜辉石的区别，需借助偏光显微镜等方法。斜方辉石通常呈不规则粒状分布于基性、超基性火成岩中。参见“辉石”。

【正辉石】 othopyroxene 即“斜方辉石”。

【顽火辉石】 enstatite 简称“顽辉石”。见“斜方辉石”。

【古铜辉石】 bronzite 见“斜方辉石”。

【紫苏辉石】 hypersthene 见“斜方辉石”。

【单斜辉石】 monoclinic pyro xene 又称“斜辉石”。是单斜晶系辉石的总称。主要有透辉石、钙铁辉石、普通辉石、霓辉石、霓石、硬玉、锂辉石等。

【斜辉石】 clinopyroxene 即“单斜辉石”。

【斜顽辉石】 clinoenstatite 与顽火辉石同是 Mg_2〔$Si_2=O_6$〕的两个同质多象变体。单斜晶系。性质与顽火辉石很相似，但可具有依（100）的聚片双晶。参见“斜方辉石”。

【透辉石】 diopside 成分 CaMg〔Si_2O_6〕。与钙铁辉石形成完全类质同象系列，两者间的中间成员为次透辉石和铁次透辉石。透辉石含有5—11%的 Al_2O_3 和达6%的 Na_2O 者，则称为绿辉石。单斜晶系。晶体呈柱状，横切面近于正方形；通常呈粒状、棒状或放射状集合体。浅绿或浅灰色。玻璃光泽。硬度5—6。解理平行柱面｛110｝中等。有时具平行（100）或（001）的裂理。（100）裂理发育者称为异剥石。比重3.3—3.4。是一种常见的接触交代矿物，为组成矽卡岩的主要矿物成分。此外，也有岩浆成因的，广泛分布于基性和超基性岩中。参见“辉石”。

【绿辉石】 omphacite 透辉石的一个亚种，成分中含5—11%的 Al_2O_3 和达6%的 Na_2O，亦即含有一定数量的硬玉 NaAl〔Si_2O_6〕分子。绿色。产于榴辉岩中。参见“透辉石”。

【异剥石】 diallage 透辉石和普通辉石的一个亚种，具有极为发育的（100）裂理。褐色，呈似金属般的光泽。常见于辉长岩和辉石岩中。参见“透辉石”。

【次透辉石】 salite 见“透辉石”。

【钙铁辉石】 hedenbergite 成分 CaFe〔Si_2O_6〕。与透辉石 CaMg〔Si_2O_6〕形成完全类质同象系列。单斜晶系。常成放射状或棒状集合体产出。暗绿至绿黑色。玻璃光泽。硬度5—6。解理平行｛110｝中等。比重3.5—3.6。是一种常见的接触交代矿物。为矽卡岩的主要矿物。参见“辉石”。

【普通辉石】 augite 成分 Ca（Mg，Fe，Al）〔（Si，Al）$_2O_6$〕，富含 TiO_2 和 Fe_2O_3 的称为钛辉石。单斜晶系。晶体常呈短柱状，其横切面呈近于等边的八边形或假正方形；依（100）的接触双晶常见；集合体通常呈粒状。暗绿至绿黑色。玻璃光泽。硬度5—6。解理平行柱面｛110｝中等；有时具平行（100）或（001）的裂理。（100）裂理发育者称为异剥石。比重3.2—3.6。是超基性、基性、部分中性火成岩以及某些变质岩的主要矿物成分。

【钛辉石】 titanaugite 又称“钛普通辉石”。普通辉石的一个亚种，富含 TiO_2 和 Fe_2O_3，含 TiO_2 达 5%。主要产于基础性火成岩中。参见“普通辉石”。

【锂辉石】 spodumene 成分为 LiAl〔Si_2O_6〕，含 Li_2O8.1%，有时含铯和稀土元素。单斜晶系。晶体常呈粒状或板状。白色至黄白色。玻璃光泽。硬度 6—7。解理平行菱方柱 {110} 完全；有时具平行（100）的裂理。比重 3.1—3.2。产于花岗伟晶岩、云英岩中。是提取锂的主要矿物原料。

【碱性辉石】 alkali－pyroxene 富含钠的辉石的总称。主要有霓辉石、霓石、硬玉等。是组成碱性岩或变质岩的矿物。

【霓石】 aegirine 成分 NaFe〔Si_2O_6〕。单斜晶系。晶体呈长柱状或针状，晶面具纵纹，柱体顶端一般由 {111} 晶面截成钝角的尖顶，故又称钝钠辉石；如柱体顶端由 {221}、{661} 等晶面组成尖锐的锥状尖顶，则称为锥辉石。钝钠辉石一般不具双晶，锥辉石常呈依（100）的双晶；集合体通常呈棒状或放射状。暗绿至深绿色，锥辉石红棕色。玻璃光泽。硬度 6—6.5。解理平行柱面 {110} 中等；有时具平行（100）或（001）的裂理。比重 3.55。是硷性火成岩的主要造岩矿物。

【钝钠辉石】 即“霓石”。

【锥辉石】 acmite 霓石的一个亚种。见“霓石”。

【霓辉石】 aegirine－augite 成分（Na，Ca）（Fe^{3+}，Fe^{2+}，Mg，Al）〔Ss_2O_6〕，是霓石 NaFe〔Si_2O_6〕和普通辉石 Ca（Mg，Fe，Al）〔Si_2O_6〕类质同象系列中的中间成员，含霓石分子为 15—70%。其性质介于霓石与普通辉石之间。主要产于硷性火成岩中。参见“霓石”和“普通辉石”。

【硬玉】 jadeite 辉石的一种。成分 NaAl〔Si_2O_6〕。单斜晶系。通常呈隐晶质致密块体。白色或浅绿至翠绿色。硬度 6.5—7。比重 3.3—3.4。质地坚韧。产于变质岩中。翠绿色的硬玉俗称翡翠，是一种名贵的玉石，可供雕琢工艺美术品。

【角闪石】 amphibole 是角闪石族矿物的总称。根据所属晶系的不同，可分为斜方角闪石和单斜角闪石两个亚族。斜方角闪石属斜方晶系，主要是直闪石；单斜角闪石属单斜晶系，主要有透闪石、阳起石、普通角闪石和钠闪石、蓝闪石等。是含（OH）的镁、铁、钙、钠、铝的链状结构硅酸盐，类质同象现象普遍。晶体呈长柱状；集合体呈粒状、纤维状、放射状等。除成分中不含铁的角闪石外，颜色均较深，从绿色、棕色、褐色到黑色。玻璃光泽。硬度 5—6。解理平行菱方柱 {110} 中等，两个方向解理面的交角为 124°（56°）。比重 3.0—3.5。直闪石、钠闪石、透闪石、阳起石有时呈具丝绢光泽的纤维状集合体，统称角闪石石棉，是工业上的绝缘、绝热材料。隐晶致密块状的透闪石、阳起石称为软玉，因其质地坚韧、色泽美丽，可作工艺美术品材料。角闪石是分布很广的造岩矿物，主要见于变质岩中：普通角闪石是中性及中酸性侵入岩和喷

出岩的重要矿物，又是变质岩中常见的矿物；透闪石、阳起石见于火成岩与石灰岩、白云岩的接触带以及结晶片岩中；富含钠的硷性角闪石是硷性岩的主要造岩矿物。

【直闪石】 anthophyllite 又称“斜方闪石”。成分（Mg，Fe）$_7$〔Si_4O_{11}〕$_2$（OH）$_2$。含铝的亚种称为铝直闪石。斜方晶系。通常呈纤维状、石棉状或放射柱状集合体。白色至淡绿褐色，含铁高的呈褐色。玻璃光泽或丝绢光泽。硬度5.5—6。解理平行柱面｛110｝中等。比重2.8—3.4。主要见于富含镁的变质岩中。用途见“石棉”。

【斜方闪石】 orthoamphibole 即“直闪石”。

【镁铁闪石】 cu m min gt onite 成分（Fe，Mg）$_7$〔Si_4O_{11}〕$_2$（OH）$_2$，含Fe_7〔Si_4O_{11}〕$_2$（OH）$_2$分子高于60%者称为铁闪石。单斜晶系。晶体呈针状或板状，常呈纤维状集合体。褐色。玻璃光泽或丝绢光泽。硬度5.5—6。解理平行柱面｛110｝中等。比重3.10—3.35。主要产于接触变质岩和某些结晶片岩中。用途见“石棉”。

【铁闪石】 grunerite 见“镁铁闪石”。

【透闪石】 tremolite 成分Ca_2Mg_5〔Si_4O_{11}〕$_2$（OH）$_2$，常含铁。单斜晶系。晶体呈长柱状或针状；通常呈放射状或纤维状集合体，呈隐晶质致密块状集合体者称为软玉。白色或浅灰色。玻璃光泽或丝绢光泽。硬度5.5—6。解理平行柱面｛110｝中等。比重2.9—3.0。主要产于接触变质灰岩、白云岩中，也见于蛇纹岩中。用途见“石棉”。

【阳起石】 actinolite 成分Ca_2（Mg，Fe）$_5$〔Si_4O_{11}〕$_2$（OH）$_2$，与透闪石成类质同象关系，其成分中透闪石分子的含量小于80%；若小于20%时则称为铁阳起石。单斜晶系。晶体呈长柱状或针状；通常呈放射状或纤维状集合体，呈隐晶质致密块状集合体者称为软玉。呈不同程度的绿色，随铁含量的增多而加深。玻璃光泽或丝绢光泽。硬度5.5—6。解理平行柱面｛110｝中等。比重3.0—3.3。常产于含铁的接触变质矿床和接触变质石灰岩、白云岩中，也常交代基性和中性火成岩中的辉石而呈假象出现；此种具辉石假象的次生阳起石称为纤闪石。此外，还常见于低级区域变质的结晶片岩中。用途见“石棉”。

【软玉】 nephrite 是阳起石或透闪石的隐晶质致密块状集合体。质地坚韧。视FeO含量不同，颜色由深绿到近于无色。产于变质岩中。是著名的工艺石料。

【纤闪石】 uralite 由辉石经热液蚀变而形成的，并具辉石假象的阳起石，但也可以是普通角闪石或透闪石。绿色。集合体呈纤维状，纤维与辉石假象的c轴平行或近于平行。见于蚀变的基性和中性火成岩中。

【普通角闪石】　hornblende　成分 $NaCa_2(Mg,Fe,Al)_5[(Si,Al)]_4O_{11}]_2(OH)_2$。单斜晶系。晶体呈柱状，其横切面为近于呈菱形的六边形；依（100）的接触双晶较常见；集合体通常呈粒状或放射状。暗绿、暗褐至黑色。玻璃光泽。硬度5.5—6。解理平行柱面｛110｝中等。比重3.11—3.42。是中性火成岩以及角闪石片岩、角闪石片麻岩、角闪岩等变质岩的主要造岩矿物，也见于花岗岩、辉长岩和硷性岩中。

【玄武闪石】　basaltic horfib lende　又称“氧角闪石”。是富含三价铁（由二价铁氧化而成）和钛，且附加阴离子 $(OH)^{1-}$ 大部为 O^{2-} 所取代的一种普通角闪石。成分中 TiO_2 达10%者称为钛闪石。晶体呈柱状。褐黑至黑色。一般呈斑晶见于中性和基性喷出岩中。

【钛闪石】　kaersutite　见“玄武闪石”。

【碱性角闪石】　alkali－amphibole　富含钠的角闪石的总称。主要有钠闪石、蓝闪石、钠铁闪石等。是组成碱性岩或变质岩的矿物。

【钠闪石】　riebeckite；　成分 $Na_2Fe_3^{2+}Fe_2^{3+}[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$。单斜晶系。晶体呈柱状或针状；集合体呈纤维状的，称为青石棉。深蓝至黑色。玻璃光泽或丝绢光泽。硬度4—5。解理平行柱面｛110｝中等。比重3.44。主要产于硷性火成岩中。用途见“石棉”。

【青石棉】　crocidolite　钠闪石的纤维状亚种。是蓝石棉的主要矿物成分。参见“钠闪石”和“蓝石棉”。

【蓝石棉】　blue asbestos　青石棉的同义词。但在工业上通常泛指蓝色的石棉，主要指青石棉等硷性角闪石的石棉。区域变质成因，通常呈脉状产于铁质和硅质的沉积变质岩中及某些硷性变质岩中。用途见“石棉”。

【钠铁闪石】　arfredsonite　成分 $Na_3Fe_4^{2+}Fe^{3+}[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$。单斜晶系。晶体呈短柱状或板状。深蓝至黑色。玻璃光泽。硬度5.5—6。解理平行柱面｛110｝中等。比重3.3—3.5。主要产于硷性花岗岩、正长岩和霞石正长岩中。

【蓝闪石】　glaucophane　成分 $Na_2Mg_3Al_2[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$。单斜晶系。晶体呈柱状，集合体呈粒状、纤维状和放射状。深蓝至黑色。玻璃光泽或丝绢光泽。硬度6—6.5。解理平行柱面｛110｝中等。比重3.13。是在高压低温条件下形成的一种典型的变质矿物，见于蓝闪石片岩中。

【石棉】　asbestos　一种可剥分为柔韧的细长纤维的硅酸盐矿物的统称。按成分和内部结构可分为两类：蛇纹石石棉和角闪石石棉。蛇纹石石棉又称温石棉，是纤维蛇纹石的亚种。角闪石石棉则包括直闪石石棉，铁石棉（铁闪石的亚种），透闪石石棉，阳起石石棉，青石棉等。各种石棉均能劈分成很细的纤维，可加工纺织成石棉绳、石棉布等，具有隔热、保温、耐酸、耐碱、绝缘、防腐等特性。其中蛇纹石石棉的劈分性、柔性、抗张强度及耐热和绝缘等性能比角闪石石棉好，而角闪石石棉的耐酸、碱及防腐性能比蛇纹石石棉好。将石棉在研瘢中进行研磨时，角闪石石棉可研成粉末，蛇纹石石棉则粘合成薄片。各种石棉广泛用作传动、制动、保温、隔热、绝缘、隔音、防腐、防酸

等材料；蓝石棉还具有防化学毒物和净化放射性微粒污染空气的特性，用作过滤器材。

【矽线石】 sillimanite 或称矽线石，成分 Al〔$AlSiO_5$〕。与蓝晶石、红柱石均为 Al_2SiO_5 的同质多象变体。斜方晶系。晶体呈针状，通常呈放射状和纤维状集合体。灰色、褐色或灰绿色。玻璃光泽。硬度 7。解理平行 {010} 完全。比重 3.23—3.25。是标准的变质矿物。常见于侵入体与富含铝质岩石的接触变质带中，以及结晶片岩和片麻岩中。矽线石在 1545℃高温下分解成为富铝红柱石，后者是高级耐火材料。

【硅灰石】 wollastonite 成分 Ca_3〔Si_3O_9〕。三斜晶系。通常呈片状、放射状或纤维状集合体。白色微带灰、红色。玻璃光泽，解理面上珍珠光泽。硬度 4.5—5.0。解理平行 {100} 完全，平行 {001} 中等，两组解理面交角为 74°。比重 2.78—2.91。主要产于酸性侵入岩与石灰岩的接触变质带，为构成矽卡岩的主要矿物成分。此外，还见于某些深变质岩中。

【针钠钙石】 pectolite 成分 Ca_2NaH〔Si_3O_9〕。三斜晶系。晶体呈针状或柱状；通常呈放射状集合体。灰白色。玻璃光泽。硬度 4.5—5。解理平行 {100} 和 {001}，完全。比重 2.86。是热液作用的产物，见于热液矿脉以及基性和硷性火成岩中，与沸石等矿物共生。

【蔷薇辉石】 rhodonite 成分（Mn，Ca）$_5$〔Si_5O_{15}〕三斜晶系。晶体呈板状、短柱状，通常呈粒状或块状集合体。玫瑰红色。玻璃光泽。硬度 5.0—5.6。解理平行 {100} 和 {010} 完全，夹角 92°，平行 {001} 中等。比重 3.40—3.75。可以形成于热液作用和接触交代作用中，也可经区域变质作用而见于结晶片岩中。在风化条件下，蔷薇辉石易氧化而形成黑色的氢氧化锰。可以作为工艺雕刻材料。

【海泡石】 sepiolite 成分 Mg_8〔$Si_{12}O_{30}$〕（OH）$_4$·$12H_2O$，水分子中有 4 个为结晶水，其余为沸石水。单斜晶系或斜方晶系。通常呈光滑致密的土状块体，在电子显微镜下可见由细小纤维杂乱堆积而成、白、灰或浅黄等色。光泽暗淡。性柔软，硬度 2—2.5。比重约 2.2。为次生产物，见于蚀变蛇纹岩中，与菱镁矿、绿泥石、蛋白石等共生。

【滑石】 talk 成分 Mg_3〔Si_4O_{10}〕（OH）$_2$。单斜晶系。通常呈叶片状或致密块状集合体，致密块状者称块滑石。淡绿或白色，微带浅黄、浅褐、浅绿色。珍珠光泽。硬度 1，块滑石硬度稍高。片状解理平行底面 {001} 极完全。薄片能弯曲，无弹性。比重 2.9—2.8。有滑腻感。是富含镁的基性或超基性岩石经过热液蚀变的产物；也有的是由白云岩经热掖作用形成。此外，在区域变质中有对形成滑石片岩。对油类有吸附性，主要用于造纸工业，也用于橡胶、纺织工业上作为填充剂和滑润剂。

【叶蜡石】　pyrophyllite　成分 $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$，常含镁。单斜晶系。通常呈片状、放射状或隐晶质致密块状集合体。灰白色，有时带黄、绿、褐、红等色。玻璃光泽，致密块体呈蜡状光泽。硬度 1—2。解理平行底面 {001} 极完全。薄片具挠性。有滑感。比重 2.66—2.90。主要由酸性火山岩和凝灰岩经热液蚀变而成，在某些铝质变质岩中也有产出。我国浙江青田的青田石，福建寿山的寿山石，都是白垩纪流纹岩和凝灰岩经热液蚀变形成的。以叶蜡石为主要成分的岩石，质地细密，是传统的工艺雕刻石料。粗片状的叶腊石，可作绝缘、耐火材料，还可用于陶瓷、油漆、造纸等工业。

【蛇纹石】　serpentinel　蛇纹石族矿物的总称。成分均为 $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$，但叶蛇纹石中 Mg 的含量实际上总是少于化学式规定的数量。常含铝、铁、镍、钴。是一种层状结构硅酸盐矿物。它的结构层是由一层硅氧四面体层与一层氢氧镁石八面体层结合而成的双层。结构层平坦如板者称利蛇纹石；结构层卷曲成管状者称纤维蛇纹石；结构层呈波状起伏如叶片者称叶蛇纹石。利蛇坟石为单斜晶系；纤维蛇纹石为斜方或单斜晶系；叶蛇纹石为单斜晶系。隐晶质的利蛇纹石或纤维蛇纹石或二者的混合物称胶蛇纹石。集合体通常呈致密块状、细条片状、叶片状或纤维状；呈纤维状集合体的纤维蛇纹石称蛇纹石石棉或温石棉。颜色灰白、浅绿、深绿或黄绿。蜡状光泽，石棉具丝绢光泽。解理平行 {001} 完全。块状者具贝壳状或参差状断口。硬度 2.5—3.5。比重 2.5—2.62，蛇纹石石棉为 2.4—2.5。蛇纹石是超基性岩中的橄榄石、辉石受热液作用交代形成的产物；此外，白云石受热液作用也可形成蛇纹石。是制造钙镁磷肥的原料和耐火材料；其质地细密，呈苹果绿色的，叫作岫岩玉，是工艺雕刻品的石料，也可作建筑材料。

【利蛇纹石】　lizardite　见“蛇纹石”。

【纤维蛇纹石】　chrysotile　见“蛇纹石”。

【温石棉】　即“蛇纹石石棉”。见“石棉”。

【胶蛇纹石】　serpophite　指呈隐晶质致密块状的蛇纹石。它不是一种独立的矿物。可以由利蛇纹石组成，也可以由纤维蛇纹石组成，或者是二者的混合物。

【叶蛇纹石】　antigorite　见“蛇纹石”。

【绢石】　bastite　呈叶片状的块体而具斜方辉石假象的蛇纹石。橄榄绿、灰绿或棕色。显丝绢光泽。由斜方辉石经热液蚀变而成。见于蚀变的基性、超基性火成岩中。参见“蛇纹石”。

【高岭石】　kaolinite 因首先发现于我国江西省景德镇的高岭而得名。与地开石、珍珠陶土同为 $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ 的多型变体。单斜或三斜晶系。晶体在电子显微镜下可见呈细小的假六方片状，通常呈土状块体产出。纯净者白色，常因含有各种杂质而染有不同颜色，含有机质者呈黑色。光泽暗淡。硬度近于 1。断口平坦状。比重 2.6 左右。干燥时粘舌，以手易捏成粉末，潮湿时具可塑性。主要是外生成因的，是正长石、云母等铝硅酸盐矿物的风化产物。此外，还有热液交代成因，为某些低温热液矿床的围

岩蚀变的产物。是陶瓷和电瓷工业中的重要材料，在造纸、橡胶、油漆等工业中做填充料。

【地开石】 diekite 与高岭石、珍珠陶土同为 Al_4〔Si_4O_{10}〕（OH）$_8$ 的多型变体。单斜晶系。是热液蚀变的产物。根据 X 射线数据与高岭石、珍珠陶土区别。参见“高岭石”。

【迪凯石】 即“地开石”。

【珍珠陶土】 naerite 与高岭石、地开石同为 Al_4〔Si_4O_{10}〕（OH）$_8$ 的多型变体。单斜晶系。是热液蚀变产物。根据 X 射线数据与高岭石、地开石区别。参见“高岭石”。

【多水高岭石】 halloysite 又称“埃洛石”或“叙永石”，后一名称由四川省的叙永县而得名。一般泛指所有水合的、未水合的和中间的各种多水高岭石，成分 Al_4〔Si_4O_{10}〕（OH）$_8$ · 2 – $4H_2O$，相当于含层间水的高岭石（但构造不同）。单斜晶系。晶体在电子显微镜下可见呈细长的空心管状；通常呈土状块体产出。纯净者白色，常因含杂质而带有各种色调。光泽暗淡。硬度 1—2。疏松土状的具滑感，致密块状的常因干裂而成带棱角的碎块。断口子坦状。失水后不再重新吸水。比重 2.0—2.2。其外表特征与高岭石相似，正确区别需靠差热分析。为外生成因的矿物，最常见于岩石风化壳部位。用于陶瓷工业。

【埃洛石】 即多“31 号水高岭石”。

【叙永石】 即“多水高岭石”。

【硅孔雀石】 chrysocolla 成分 Cu_4H_4〔Si_4O_{10}〕（OH）$_8$ · nH_2O。单斜晶系。常呈皮壳状、钟乳状或土状块体。浅蓝绿色。条痕浅绿色。玻璃光泽或暗淡。硬度 2—4。断口参差状。比重 2.0—2.3。常见于铜矿床的氧化带中，是原生含铜硫化物氧化后形成的次生矿物。与孔雀石相似，但遇盐酸不起反应，它的出现可作为找寻原生铜矿床的标志。

【水铝英石】 allophane 旧称铝英石。成分 mAl_2O_3 · $nSiO_2pH_2O$。一种胶体物质。非晶质。呈玻璃状外貌。颜色白、蓝或微黄。硬度 2.0—3.5。比重 1.85—1.90。是铝硅酸盐矿物风化的产物，与高岭石、多水高岭石、水云母等共生。

【铝英石】 即“水铝英石”。

【蒙脱石】 mo ntm orillonite 又称“微晶高岭石”或“胶岭石”。成分（Na-Ca）$_{0.33}$（Al，Mg）$_2$〔Si_4O_{10}〕（OH）$_2$ · nH_2O，水的含量变化很大。单斜晶系。通常呈土状块体。白色，有时带浅红、浅绿色。光泽暗淡。硬度 1。比重约为 2。吸水性很强。吸水后其体积能膨胀增大几倍到十几倍，具有很强的吸附力和阳离子交换性能。是膨润土和漂白土的主要组成成分。主要是火山凝灰岩经风化作用的产物。用于石油、纺织、橡胶、陶瓷等工业。

【微晶高岭石】 即“蒙脱石”。

【胶岭石】 即“蒙脱石”。

【皂石】 ❶saponite ❷soapstone

❶成分 $(\frac{1}{2}Ca, Na)_{0.33}(Mg, Fe)_3[(Si, Al)_4O_{10}](OH)_2 \cdot 4H_2O$，蒙脱石族矿物。呈肥皂状的块体。白色至浅红、浅蓝色。性柔软，具滑感，稍具塑性，可切割，不粘舌。产于蛇纹岩中。❸滑石的一个亚种。指具滑赋感、柔软易切割，状如肥皂的块状滑石。

【绿高岭石】 nontronite 又称“绿脱石”或“囊脱石”。成分 $Na_{0.33}Fe^{3+}[(Al, Si)_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$，有时含镍。按其成分特征，实际上是一种含铁的蒙脱石。单斜晶系。通常呈隐晶质土状和致密块状集合体。黄绿或褐绿色。致密块状者呈蜡状光泽，并具贝壳状断口。硬度 2—2.5。比重 1.7—1.9。具滑感。主要是超基性岩中铁镁矿物风化分解后所形成的次生矿物。含镍的绿高岭石可作为镍矿石利用。

【绿脱石】 即“绿高岭石”。

【暗镍蛇纹石】 garnierite 又称“硅镁镍矿”。成分 $Ni_4[Si_4O_{10}](OH)_4 \cdot 4H_2O$，含 Ni22.5%，经常含多量的镁。通常呈皮壳状或土状。草绿色。光泽暗淡。硬度 2—2.5。比重 2.3—2.8。是含镍的超基性岩风化后所形成的次生矿物，产于超基性岩的风化壳部位。是炼镍的重要矿物原料。

【硅镁镍矿】 即“暗镍蛇纹石”。

【云母】 mica 云母族矿物的总称。主要包括白云母、黑云母、金云母、锂云母、铁锂云母等。是钾、铝、镁、铁、锂等的层状结构铝硅酸盐。由于多型的不同而可有不同的晶系。多为单斜晶系，即以 1M、2M 多型为常见。但对不同云母而言，不同多型的出现几率不相同。常呈柱状、板状或片状，集合体常呈鳞片状。玻璃光泽。解理面呈珍珠光泽。硬度 2—3。片状解理平行底面 {001} 极完全，可沿解理剥成具弹性的薄片。云母是分布很广的造岩矿物，常见于火成岩、沉积岩和变质岩中。白云母和金云母是电气工业上重要的绝缘材料，锂云母是提取锂的矿物原料。

【白云母】 muscovite 成分 $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$。单斜晶系。晶体呈假六方片状。薄片透明无色，厚时带黄、绿、棕等色。玻璃光泽，解理面呈珍珠光泽。硬度 2.5—3。片状解理平行底面 {001} 极完全。薄片具弹性。比重 2.76—3.10。具有高的电绝缘性、耐热性及强的抗酸、抗硷、抗压能力，用作电气工业上的绝缘材料。此外，边角废料和云母粉还可作建筑材料、造纸、颜料、塑料、橡胶等的填充料。产于花岗岩、伟晶岩、云英岩、云母片岩中，工业上的优质白云母则产于花岗伟晶岩中。

【绢云母】 sericite 白云母呈致密状微晶集合体的亚种。常呈带黄绿或灰白色。具丝绢光泽。是中低温热液蚀变的产物。

【黑云母】 biotite 成分 $K(Mg, Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH, F)_2$。单斜晶系。晶体呈假六方片状。黑色或深褐色。玻璃光泽。硬度 2.5—3。片状解理平行底面 {001} 极

完全，薄片具弹性。比重3.02—3.12。广泛分布于火成岩和结晶片岩、片麻岩中。

【金云母】 phlogopite 成分KMg_3〔$AlSi_3O_{10}$〕（F，OH）$_2$，常含钠。单斜晶系。晶体呈假六方片状。黄褐或红褐色，亦有无色或绿色者。玻璃光泽。硬度2.5—3。片状解理平行底面｛001｝极完全。薄片具弹性。比重2.70—2.85。主要是接触交代作用的产物，常见于白云岩与侵入体的接触带。此外，金伯利岩常含金云母。色浅质纯者用作电气工业上的绝缘材料。

【锂云母】 lepidolite 又称“鳞云母”。成分$KLi_{1.5}Al_{1.5}$〔$AlSi_3O_{10}$〕（F，OH）$_2$，含Li_2O 1.23—5.90%，常含铷、铯。单斜晶系。通常呈细鳞片状集合体。一般淡紫色，有时呈黄绿色。玻璃光泽。硬度2—3。片状解理平行底面｛001｝完全。比重2.8—2.9。主要见于伟晶岩中，亦常见于云英岩和高温热液脉中。是提取锂的矿物原料。

【鳞云母】 即“锂云母”。

【铁锂云母】 zinnwaldite 成分KLiFeAl〔$AISi_3OH_{10}$〕（F，OH）$_2$，含Li_2O 1.1—5%。单斜晶系。晶体呈板状，通常呈片状集合体。淡黄或褐绿色。玻璃光泽。硬度2—3。片状解理平行底面｛001｝>完全；薄片具弹性。比重2.9—3.2。主要产于云英岩中，亦见于伟晶岩、高温热液脉中。是提取锂的矿物原料。

【脆云母】 brittle mica 脆云母族矿物的总称。是层间由二价金属阳离子相结合的层状结构硅酸盐。性质与云母相似，但硬度高而性脆。主要包括珍珠云母和硬绿泥石等矿物。

【珍珠云母】 margarite 成分$CaAl_2$〔$Al_2Si_2O_{10}$〕（OH）$_2$。单斜晶系。通常呈鳞片状集合体。白色、浅黄至灰色。硬度3.5—4.5，珍珠光泽。解理平行｛001｝完全。性脆，比重3.05。是典型的变质矿物，见于云母片岩和绿泥石片岩中。

【硬绿泥石】 chloritoid 成分（Fe，Mn）$_2Al_2$〔$Al_2Si_2O_{10}$〕（OH）$_4$。单斜晶系，晶体常呈假六方片状，集合体呈玫瑰花状，双晶常见。暗绿色至绿黑色。玻璃光泽。硬度6.7—7。解理平行｛001｝完全，但比云母稍差。性脆，比重3.26—3.57。硬绿泥石是经受浅变质作用的泥质片岩中的常见矿物，在变质程度很深的岩石中往往不存在。偶尔也见于热液矿脉中。

【绿泥石】 chlorite 绿泥石族矿物的总称。成分比较复杂，是镁、铁、铝的铝硅酸盐，常含钙、钛、锰、铬等。按化学成分的不同可分为正绿泥石和鳞绿泥石两个亚族。正绿泥石中FeO和Fe_2O_3的含量不超过MgO和Al_2O_3的总量，一般结晶较粗，主要有叶绿泥石和斜绿泥石。鳞绿泥石中的FeO和Fe_2O_3超过MgO和Al_2O_3，故又称富铁绿泥石亚族，晶体一般很细小或呈隐晶质，主要有鳞绿泥石和鲕绿泥石。绿泥石为单斜晶系。晶体呈板状，集合体呈片状、鲕状（鲕绿泥石）或致密块状。深浅不同的绿色。解理面呈珍珠光泽。硬度2—2.5。片状解理平行｛001｝极完全。薄片具挠性。常见于变质岩中，是构成绿泥石片岩的主要矿物成分；也常见于热液蚀变的岩石中。鲕绿泥石则为海洋沉积成因，大量聚积时，可作炼铁矿石。

【叶绿泥石】　pennine　成分（Mg，Fe）$_5$Al〔$AlSi_3O_{10}$〕（OH）$_8$。单斜晶系。晶体呈假六方板状或腰鼓状，常依（001）成接触双晶，通常呈叶片状集合体。绿色或绿黑色。解理面呈珍珠光泽。硬度2—2.5。解理平行底面｛001｝极完全，薄片具挠性。比重2.60—2.85。是最常见的一种绿泥石，主要由含铝的铁镁矿物如黑云母、辉石、角闪石等蚀变而成，见于中性、基性火成岩中。在变质岩中则是绿泥石片岩和千枚岩的主要矿物成分。

【斜绿泥石】　clinochlore　成分（Mg，Fe）$_{4.75}$$Al_{1.25}$〔$Al_{1.25}Si_{2.75}O_{10}$〕（OH）$_8$。单斜晶系。晶体呈假六方片状，集合体呈鳞片状。草绿至淡橄榄绿色。解理面呈珍珠光泽。硬度2—2.5。解理平行底面｛001｝极完全，薄片具挠性。比重2.61—2.78。产状同叶绿泥石。参见“叶绿泥石”。

【鳚绿泥石】　chamosite　成分（Fe，Mg）$_3$（Fe^{2+}，Fe^{3+}）$_3$〔$AlSi_3O_{10}$〕（OH）$_8$，含FeO34.3—42.3%。单斜晶系，通常呈鲕状集合体。深灰色至黑色。条痕绿灰色。硬度3。比重3.02—3.40。是典型的海相化学沉积物，形成于浅海地区。其巨大的层状体可作为铁矿石开采。

【鳞绿泥石】　tburinglte　成分（Mg，Fe）$_3$（Fe^{3+}，Fe^{2+}）$_3$〔$Al_2Si_2O_{10}$〕（OH）$_8$，含FeO19.8—39.3%，$Fe_2O_3$7.2—31.7%。实际上是一种富含铁的瘪绿泥石。单斜晶系。呈隐晶质致密块体。有时呈细鳞片状。橄榄绿色至绿黑色。条痕绿灰色。鳞片状的呈珍珠光泽。硬度2—2.5。解理平行底面｛001｝完全。比重3.15—3.19。成因和用途同瘪绿泥石。

【水云母】　hydromica　水云母族（也称伊利石族）矿物的总称。其化学成分中的钾含量较云母低而水含量则较之为高，是云母族矿物向蒙脱石族矿物转变的过渡产物。通常呈鳞片状，具珍珠光泽，弹性较云母差，有滑腻感。是组成粘土的主要矿物成分。主要包括水白云母（伊利石）、水黑云母等矿物。

【伊利石】　illite　又称“水白云母”成分$K_{<1}Al_2$〔（Al，Si）Si_3O_{10}〕（OH）$_2$·nH_2O。水的含量变化很大。单斜晶系。常呈鳞片状块体。白色。不具膨胀性和可塑性。是火成岩、云母片岩、片麻岩等岩石中的云母的风化产物。可作为粗质陶器的材料。

【水白云母】　hydromuscovite　一般视为伊利石的同义词，见“伊利石”。

【蛭石】　vermiculite　成分（Mg，Fe，Al）$_3$〔（Si，Al）$_4O_{10}$〕（OH）$_2$·$4H_2O$，常变化不定。单斜晶系。通常呈片状。褐色、黄褐色或古铜色。油脂光泽。硬度1—1.5。片状解理平行｛001｝完全，薄片具挠性，有时微具弹性。比重2.4—2.7。烧灼后呈银白色，体积可膨胀18—25倍。是黑云母、金云母等矿物风化或热液蚀变的产物。是良好的隔热、隔音材料。此外，可作为橡胶、塑料、油漆等工业的填充料、滑润剂和涂饰材料。

【海绿石】 glauconite **成分** $K_{<1}$（Fe^{3+}，Fe^{2+}，Al，Mg）$_{2-3}$〔（Si，Al）Si^3_{10}〕（OH）$_2$·nH_2O，各组分含量变化大。单斜晶系。常呈细小球粒或瘤状钵分散于硅质或粘土质碳酸盐岩中，或呈细粒状集合体。暗绿至绿黑色。无光泽。硬度 2—3。比重 2.2—2.8。是外生成因的矿物，产于浅海相沉积岩和近代海底沉积物中。是铝硅酸盐碎屑的海底分解产物。可作为钾肥原料。

【鱼眼石】 apophyllite **成分** KCa_4〔Si_4O_{10}〕$_2$F，OH·$8H_2O$。四方晶系。晶体常见，呈双锥状、等轴状或板状；集合体呈叶片状。新鲜的无色，经过风化或部分蚀变的呈现雪白至乳白色，含有杂质时呈浅黄色或红色。解理平行底面 {001} 完全。硬度 4.5—5。比重 2.3—2.4。是低温热液矿物，产于基性火山岩的气孔中，与沸石、葡萄石、方解石等共生。

【硅硼钙石】 datolite **成分** $CaBSiO_4$（OH）。单斜晶系。晶体呈短柱状。集合体呈葡萄状、粒状或块状。白色。玻璃光泽。性脆。硬度 5—5.5。比重 2.9—3.0。主要是热液作用的产物。与葡萄石、沸石、方解石等共生。

【葡萄石】 prehnite **成分** Ca_2Al〔$AlSi_3O_{10}$〕（OH）$_2$。斜方晶系。通常呈肾状、葡萄状、钟乳状或粒状集合体。白色、浅绿或黄绿色。玻璃光泽。硬度 6.5。解理平行底面 {001} 中等。比重 2.8—3.0。通常是基性斜长石经热液蚀变的产物，见于蚀变的辉长岩、辉绿岩等基性火成岩中。色泽美观者可作工艺雕刻材料。

【长石】 feldspar 长石族矿物的总称，包括正长石、透长石、微斜长石、歪长石、各种斜长石以及钡长石等。是钾、钠、钙以及钡的无水架状结构铝硅酸盐，成分中类质同象置换的现象很普遍。长石是最重要的造岩矿物，分布很广，在火成岩、变质岩、沉积岩中都可出现；特别是在火成岩中，长石是几乎所有火成岩的主要矿物成分，对于岩石的分类具有重要意义。富含钾或钠的长石主要用于陶瓷工业、玻璃工业及搪瓷工业；含有铷和铯等稀有元素的长石可作为提取这些元素的矿物原料，此外，某些长石可作装饰石料。

【碱性长石】 alkali－feld spar 是富含碱金属钾、钠的长石的总称。包括透长石、正长石、微斜长石、歪长石和含钙长石分子在 5% 以下的钠长石，以及条纹长石和反条纹长石。

【钾长石】 potash feldspar 是 K〔$AlSi_3O_8$〕的三个同质多象变体透长石、正长石和微斜长石的总称。透长石为稳定的高温变体，在高于 900℃ 温度下结晶，络阴离子中 Si－Al 的分布呈无序结构。结晶成单斜晶系。微斜长石是稳定的低温变体，在低于 900℃ 温度下结晶，呈有序结构，结晶成三斜晶系。正长石也在低于 900℃ 温度下结晶，但呈短程有序结构，结晶成单斜晶系，一般认为是不稳定的低温变体，要逐渐向有序的微斜长石转变。这种转变表现在正长石—微斜长石晶胞参数的连续可变性上。具体说来，轴角 α 可从 90°连续变化达 90°41′，γ 从 90°而达 87°30′，相应地晶体的对称即从单斜晶系偏离为三斜品系。其中 $\alpha=\gamma=90°$ 的即为正长石；$\alpha=90°41'$，$\gamma=87°30'$ 的微斜长石称为最大微斜长石；介于正长石与最大微斜长石之间者称为中微斜长石。后者偏离

单斜对称的程度可用三斜度 Δ 表示。正长石的三斜度 Δ = 0，最大微斜长石的三斜度 Δ = 1。许多正长石实际上是具有较小三斜度的微斜长石。钾长石中以微斜长石分布最广，正长石次之，透长石较少见。

【透长石】 sanidine 成分 K〔$AiSi_3O_8$〕，常含相当数量的 Na〔$AlSi_3O_8$〕 组分，最高可达 50%。无色透明。其他肉眼鉴定特征与正长石相似。光性上光轴面平行（010）的透长石特称为高温透长石，它是在很高温度下快速结晶形成的。透长石一般产于酸性和硷性的喷出岩中或近地表的浅成岩中。参见“钾长石”。

【正长石】 orthoclase 成分 K〔$AlSi_3O_8$〕，常含一定数量的 Na〔$AiSi_3O_8$〕 组分。单斜晶系。晶体呈短柱状或厚板状；双晶常见，主要为卡尔斯巴律的贯穿双晶或接触双晶；也有成粒状或块状集合体的。多呈肉红色，或呈黄褐、灰白等色。玻璃光泽。硬度 6—6.5。解理平行 {001} 和 {010} 完全，解理交角 90°。比重 2.57。正长石产于酸性和硷性以及部分中性火成岩中，是某些片麻岩的主要矿物，在长石砂岩等碎屑岩中也有正长石存在。用于作绝缘电瓷和瓷器釉药的材料以及玻璃和搪瓷的配料，并可用以制造钾肥。参见“钾长石”。

【冰长石】 adularia，adular 是在低温条件下形成的一种钾长石。一般认为是正长石的一个亚种。其特点是，成分中钠的含量比一般钾长石低，常含钡。晶体以 {010} 板面缺失或不发育而 {110} 菱方柱特别发育为特征。无色透明或乳白色。形成于低温条件下。

【微斜长石】 microcline 旧称“钾微斜长石”。成分 K〔$AlSi_3O_8$〕，常含有数量不等的 Na〔$AlSi_3O_8$〕 组分。三斜晶系，其轴角可在一定范围内变化，即具有不同的三斜度，从而区分为最大微斜长石与中微斜长石。经常具有依钠长石律和肖钠长石律两组近乎正交的聚片双晶所形成的格子状双晶。两组解理交角近于 90°，仅差 20′；其他肉眼鉴定特征与正长石相似。微斜长石的产状也与正长石相同，但在侵入岩中它比正长石分布更为普遍。用途同“正长石”。富含铷和铯的亚种称为天河石，呈绿色，产于伟晶岩中，可作为提取铷和铯的矿物原料，并用于装饰石料。参见“钾长石”。

【钾微斜长石】 即“微斜长石”。

【天河石】 amazonite 微斜长石中富含铷、铯的亚种。其成分中 Rb_2O 可达 1.4%，Cs_2O 可达 0.2%。参见“微斜长石”。

【歪长石】 anorthoclase 旧称“钠微斜长石”。

成分（Na，K）〔$AlSi_3O_8$〕，其中 K〔$AlSi_3O_8$〕 组分少于 37%。三斜晶系。肉眼鉴定特征相似于微斜长石。产于钠质火成岩中。

【钠微斜长石】　即“歪长石”。

【斜长石】　plagioclase　由钠长石分子 Na〔$AlSi_3O_8$〕和钙长石分子 Ca〔$Al_2Si_2O_8$〕两种组分组成的类质同象系列矿物的总称。按形成时结晶温度高低的不同，斜长石可分为 Al-Si 无序结构的高温斜长石和 Al-Si 有序结构的低温斜长石两个系列。从两种组分含量比例的变化情况来看，高、低温斜长石系列都是完全的连续系列，但低温斜长石系列中在晶体结构上有几处突变，实际上它不是一个连续的完全类质同象系列。但目前习惯上只按两种组分含量比例的不同而将斜长石分为以下六个种：

名称	钠长石（Ab）分子含量%	钙长石（An）分子含量%
钠长石	100—90	0—10
更长石	90—70	10—30
中长石	70—50	30—50
拉长石	50—30	50—70
培长石	30—10	70—90
钙长石	10—0	90—100

不同系列的斜长石种名可在名称前加上“高温”、“低温”前缀，如高温钠长石、低温钠长石等，以资区别。但自然界实际上还存在着有序度介于高、低温系列之间的中间状态斜长石。斜长石成分中所含 An 的百分数称为斜长石的“号码”或“牌号”。如 No18 斜长石即指成分为 82Na〔$AlSi_3O_8$〕·18Ca〔$Al_2Si_2O_8$〕的更长石。三斜晶系。晶体呈板状或扁柱状；聚片双晶极为常见，在有的晶面及｛001｝解理面上可见双晶条纹；集合体呈粒状或块状。白色至暗灰色，间或为绿色，偶为肉红色，玻璃光泽。硬度 6—6.5。比重 2.61（钠长石）-2.76（钙长石）。解理平行｛001｝和｛010｝完全，解理交角为 86°左右。斜长石的正确鉴别需借助于偏光显微镜。斜长石占全部长石总量的 70%，是构成火成岩的最主要矿物，几乎占了火成岩平均矿物组成的一半。斜长石的分布，就两个不同的系列而言，高温斜长石形成于较高温度、较迅速结晶条件下，主要见于喷出岩、浅成岩、高级接触变质岩及某些深成岩体边缘相斑状岩石中；低温斜长石形成于较低温度、较缓慢结晶条件下，主要见于深成岩和变质岩中。从成分来看，斜长石按其中 SiO_2 含量由高到低还可划分为酸性斜长石（相当于 An=0—30），中性斜长石（An=30—50）及基性斜长岩（An=50—100），它们大致上分别存在于酸性、中性和基性火成岩中；此外，钠长石还是碱性火成岩的重要矿物成分；在变质岩中则以酸性斜长石为主。

【钠长石】　albite　斜长石的一种。产于伟晶岩中而成片状集合体的亚种，称为叶钠长石。柱状晶体沿 b 轴伸长的亚种称为肖钠长石，呈乳白色，形成于低温条件下。钠长石用作瓷器釉药的材料及玻璃和搪瓷的配料。详见“斜长石”。

【更长石】　oligoclase　又称“奥长石”，旧称“钠钙长石”。斜长石的一种。呈肉

红色并由于含鳞片状镜铁矿细微包裹体而显现金黄色闪光的亚种，称为日长石。日长石是名贵的工艺雕刻品材料。参见“斜长石”。

【奥长石】　即“更长石”。

【钠钙长石】　即“更长石”。

【中长石】　andesine　斜长石的一种。详见“斜长石”。

【拉长石】　labradorite　旧称“钙钠长石”。斜长石的一种。当转动某些拉长石时，在其特定方向上呈现美丽的蓝、绿、紫、金黄等色的变彩。这是由于极细的离溶薄片（在 $A_{n47}-A_{An58}$范围对光的反射所致。因此，这些拉长石可用作装饰石料。详见“斜长石”。

【钙钠长石】　即“拉长石”。

【培长石】　bytownite　斜长石的一种。详见“斜长石”。

【钙长石】　anorthite　斜长石的一种。详见“斜长石”。

【条纹长石】　perthite　条纹长石不是一种单独的矿物，而是钠长石（有时可为更长石）嵌生于钾长石（一般为微斜长石或正长石）中所构成的两相混合体。它是由一系列呈条带状或透镜状、树枝状的钠长石嵌晶大致平行地嵌生于钾长石晶体中而成，同一钾长石晶体中的各钠长石嵌晶均具有相互平行一致的结晶取向。条纹长石通常按嵌晶的大小分为：纹长石，嵌晶肉眼可见；微纹长石，嵌晶肉眼不能见到，但在显微镜下清晰可见；隐纹长石，嵌晶在显微镜下只隐约可见。此外，根据主晶钾长石种类的不同，还有正长纹长石（主晶为正长石）和微斜纹长石（主晶为微斜长石）等名称。如果主晶是钠长石，而钾长石呈嵌晶嵌生于其中的，则称为反条纹长石。条纹长石和反条纹长石都可以是 $K[AlSi_3O_8]$ 与 $Na[AlSi_3O_8]$ 在高温下形成的类质同象混晶在低温下发生分离的产物，也可以由钾长石经受钠长石化而成。常见于花岗岩、正长岩及伟晶岩中。

【反条纹长石】　antiperthite　见“条纹长石”。

【副长石】　feldspathoid　又称“似长石”。是一些钾、钠、钙等的无水架状结构铝硅酸盐矿物的统称。主要包括霞石、白榴石、方钠石、黝方石等矿物。副长石矿物的化学组成相似于长石，故名。但副长石矿物中碱金属和碱土金属阳离子的含量百分比比长石高，siO_2 的含量百分比则比长石低。所以，副长石矿物都只出现于碱性岩或碱性岩体附近的接触变质带中，从不与石英共生。是碱性火成岩的重要造岩矿物。

【似长石】　即“副长石”。

【白榴石】　leucite　成分 $K[AlSi_2O_6]$，常含钠、钙。四方晶系。通常所见晶体均呈完整的｛211｝四角三八面体晶形，是其高温变体等轴晶系的 β－白榴石的假象。灰白或灰黄色。晶面无光泽。硬度 5—6。断口贝壳状。比重 2.47。为标准的高温矿物，见于富碱质而二氧化硅较低的喷出岩中。大量聚集时可以作为提取钾和铝的矿物原料。

【铯榴石】　pollucite　成分 $Cs[AlSi_2O_6]\cdot H_2O$。含 CsO_2 23.5—36.5%。等轴晶系。晶体呈立方体与四角三八面体的聚形，少见；通常呈致密块状集合体。无色透明。

玻璃光泽。硬度 6.5—7。断口贝壳状。比重 2.86—2.90。产于花岗岩和伟晶岩中，与锂云母、锂辉石、叶钠长石等共生。是目前已知的含铯最多的矿物，为提取铯和制取铯盐的重要矿物原料。

【霞石】　nepheline　成分 $Na_3K〔AlSiO_4〕_4$。六方晶系。晶体呈短柱状；通常呈粒状或致密块状集合体。无色或白色，有时带淡黄色、淡褐色。玻璃光泽，断口呈油脂光泽。其浅色不透明而油脂光泽显著的称脂光石。硬度 5—6。解理平行柱面 {1010} 及底面 {0001} 不完全。比重 2.6。是碒性火成岩中的主要矿物。用于制造玻璃和陶瓷，也可以作为炼铝的原料。

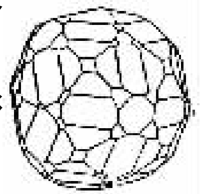
【脂光石】　elaeolite　见“霞石”。

【钙霞石】　cancrinite　成分 $(Na，K，Ca)_{3-4}〔(Si，Al)_6O_{12}〕(SO_4，CO_3，Cl)\cdot nH_2O$。六方晶系。晶体呈六方柱状，柱面和双锥面都很发育，通常呈致密块体。白色、浅蓝色至蓝色。解理面呈玻璃光泽，断口呈油脂光泽。解理平行六方柱 {$10\bar{1}0$} 完全。硬度 5—6。性脆。比重 2.42—2.50。是含碳酸、硫酸的岩浆期后溶液作用于霞石而成，产于霞石正长岩及其伟晶岩中。

【方钠石】　sodalite　成分 $Na_8〔AlSiO_4〕_6Cl_2$，有时含钾。等轴晶系。晶体呈菱形十二面体，通常呈粒状或块状集合体。无色或灰、蓝、浅黄等色。玻璃光泽。硬度 5.5—6.0。解理平行菱形十二面体 {110} 中等。比重 2.13—2.29。产于碒性岩中，特别是碒性喷出岩中。

【黝方石】　nosean　成分 $Na_8〔AlSiO_4〕_6(SO_4)$，有时含钾和氯。等轴晶系。晶体呈菱形十二面体，通常呈柱状集合体。灰白色，微带浅黄、浅绿、浅蓝等色。玻璃光泽。常因含包裹体而不甚透明。硬度 5.5。解理平行菱形十二面体 {110} 不完全。比重 2.3—2.4。常产于碱性喷出岩中。

【蓝方石】　haüyne　成分 $Na_6(a_2〔AlSiO_4〕_6(SO_4)$，常含钾、氯。等轴晶系。晶体呈菱形十二面体；通常呈粒状集合体。天蓝、蓝或绿蓝色。玻璃光泽。硬度 5.5—6。解理平行菱形十二面体 {110} 不完全。比重 2.4—2.5。产于碒性喷出岩中。



香花石晶形

【香花石】　hslanghualite　成分 $Li_2Ca_3〔BeSiO_4〕_3F_2$，含 BeO15.79—16.30%。等轴晶系。晶体有时具完美复杂的聚形。白色。玻璃光泽。硬度 6.5。比重 2.97—3.00。产于矽卡岩中的绿色锂云母脉内，与萤石、金绿宝石共生。是我国 1956 年发现的新矿物。

【日光榴石】　helvine　成分 $Mn_8〔BeSiO_4〕_6S_2$，含 BeO11—14%。等轴晶系。晶体呈四面体或为正、负四面体组成的八面体状聚形；通常呈不规则的球状集合体。褐红、褐黄或红色，也有绿色的。玻璃光泽至树脂光泽。硬度 6—6.5。解理平行四面体 {111} 不完全。比重 3.2。见于矽卡岩、云英岩化花岗岩中。常与磁铁矿及含氟矿物，如萤石、黄玉、铁锂云母等共生。是提取铍的矿物原料。

【方柱石】　scapolite　简称“柱石”。是方柱石族矿物的总称。其成分类似斜长石，但具 Cl^-、$(CO_3)^{2-}$、$(SO_4)^{2-}$ 等附加阴离子，形成架状结构的铝硅酸盐。由钠柱石分子 Na_4〔$AlSi_3O_8$)〕$_3Cl$ 和钙柱石分子 Ca_4〔$Al_2Si_2O_8$〕$_3$（CO_3），两种组分组成一个完全类质同象系列。根据两种分子含量比的不同，分为以下几个矿物种：

名称	钠柱石（Ma）分子含量%	钙柱石（Me）分子含量%
钠柱石	100—90	0—10
韦柱石	90—60	10—40
中柱石	60—40	40—60
针柱石	40—10	60—90
钙柱石	10—0	90—100

四方晶系。晶体常呈四方柱状，集合体呈粒状或致密块状。灰、灰黄、灰绿或海蓝等色。玻璃光泽。硬度 5—6。解理平行四方柱 {100} 和 {110} 中等。比重 2.60—2.75。常见于矽卡岩中，与石榴子石、透辉石等共生，也见于片麻岩和角闪岩中。

【柱石】　即“方柱石”。

【钠柱石】　marialite　见“方柱石”。

【韦柱石】　wernerite　见“方柱石”。

【中柱石】　mizzonite　见“方柱石”。

【针柱石】　dipyre　见“方柱石”。

【钙柱石】　meionite　见“方柱石”。

【沸石】　zeolite　沸石族矿物的总称。包括三十多种含沸石水的钙、钠以及钡、钾的铝硅酸盐矿物，主要有钠沸石、钙沸石、方沸石、束沸石、菱沸石、片沸石、交沸石等。它们含水量的多少随外界温度和湿度的变化而变化，但并不影响其晶体的内部结构。主要形成于低温热液阶段，常见于喷出岩气孔中，也见于热液矿床和近代温泉沉积中。沸石可以藉水的渗滤作用，以进行阳离子的交换，其成分中的钠、钙离子可与水溶液中的钾、镁等离子交换，工业上用以软化硬水。沸石由于结构的多样性，在不同的沸石的晶格中存在着大小不同的空腔，因而可以吸取或过滤大小不同的其他物质的分子。工业上常将其作为分子筛，以净化或分离混合成分的物质，如气体分离、石油净化等。

【方沸石】　anlcime　成分 Na〔$AlSi_2O_6$〕·H_2O。等轴晶系。常呈四角三八面体。无色、白色、灰色或淡红。玻璃光泽。{100} 解理不完全。硬度 5—5.5。比重 2.22—2.29。产于碱性及基性火成岩中，也可以由热液作用形成于岩石的气孔或裂隙中。用途见“沸石”。

【毛沸石】　erionite　成分（Ca，Na_2，K_2）$_4$〔$Al_8Si_{28}O_{72}$〕·$27H_20$。六方晶系。晶体呈细针状，通常呈似棉花状的集合体或细长的纤维状集合体。白色。丝绢光泽。硬度 4.5—5。比重 2—2.2。产于火山岩的裂隙和空洞中。用途见“沸石”。

【钠沸石】　natrolite　成分 Na_2〔$Al_2Si_3O_{10}$〕·$2H_2O$。斜方晶系。常呈放射针状或

放射纤维状集合体。无色、白色或浅黄至红色。玻璃光泽，纤维状的呈丝绢光泽。

{110} 解理完全。硬度 5—5.5。比重 2.20—2.26。产于玄武岩等喷出岩的气孔中，与其他沸石或方解石共生。在碱性岩中，它是霞石、斜长石等的蚀变产物。用途见“沸石”。

【钙沸石】　scolecite　成分 Ca〔$Al_2Si_3O_{10}$〕·$3H_2O$。单斜晶系。晶体呈针状，通常呈放射状或球状集合体。无色、白色或浅黄至红色。玻璃光泽，集合体有时呈丝绢光泽。{110} 解理完全。硬度 5—5.6。比重 2.26。产于基性火山岩的气孔或裂隙中，也见于变质岩中，是低温热液作用的产物。用途见“沸石”。

【浊沸石】　laumontite　成分 Ca〔$Al_2Si_4O_{12}$〕·$4H_2O$。单斜晶系。晶体呈柱状，集合体常呈放射状。瓷白色、乳白色或红色。玻璃光泽，解理面呈珍珠光泽。硬度 3.5—4。解理平行 {110} 和 {010} 完全。比重 2.25—2.36。是典型的热液矿物，一般产于火山岩的空洞中，与其他沸石紧密共生。用途见“沸石”。

【钙十字沸石】　phillipsite　又称“钙交沸石”，旧称“钙十字石”。成分（K_2，Ca）〔$Al_2Si_4O_{12}$〕·4－$5H_2O$。斜方晶系。晶体常形成假正方的十字形贯穿双晶；集合体呈放射状或组成球粒。白色，有时淡红。玻璃光泽。硬度 4—4.5。解理平行 {001} 和 {010} 中等。比重 2.2。产于玄武岩和响岩的气孔中，与其他沸石共生。用途见“沸石”。

【钙交沸石】　phillipsite　即“钙十字沸石”。

【菱沸石】　chabazite　旧称“斜方沸石”。成分 Ca〔$Al_2Si_4O_{12}$〕·$6H_2O$。常含钠，当钠多于钙时称钠菱沸石。三方晶系。晶体呈近于立方体的菱面体。常呈以 c 轴为双晶轴的贯穿双晶。白色、肉红或浅黄色。玻璃光泽。硬度 4—5。比重 2.05—2.10。产于玄武岩、安山岩等岩石的气孔或裂隙中，与其他沸石共生。用途见“沸石”。

【交沸石】　harmotome　旧称“钡十字石”。成分 Ba〔$Al_2Si_6O_{16}$〕·$6H_2O$。单斜晶系。晶体经常呈十字形贯穿双晶而具有假正方或假立方的外形。白、灰、淡黄、淡红、淡褐色。玻璃光泽。硬度4.5。解理平行 {010} 中等。比重2.5。产于响岩、粗面岩和玄武岩的气孔中，与其他沸石共生；也见于热液铅锌矿脉中。用途见“沸石”。

【钡十字石】　即“交沸石”。

【束沸石】　stilbite，desmine　又称“辉沸石”。成分 $NaCa_2$〔$Al_5Si_{13}O_{36}$〕·$14H_2O$。单斜晶系。晶体总是形成具有假斜方晶系对称的贯穿双晶，通常组成禾束状集合体。白色或浅黄色，偶呈红至棕色。玻璃光泽，解理面呈珍珠光泽。硬度 3.5—4。解理平行 {010} 完全。比重 2.1—2.2。产于玄武岩、安山岩及正长岩等岩石的空洞或裂隙中，是最晚的热液作用的产物。用途见“沸石”。

【辉沸石】　stilbite　即“束沸石”。

【片沸石】　heulandite　旧称“黄束沸石”。成分（Na，Ca）$_{2-3}$〔Al_3（Al，Si）$_2Si_{13}O_{36}$〕·$12H_2O$ 其富钾的亚种称为斜发沸石。单斜晶系。晶体呈板状或片状，有时呈放射状或片状集合体。白色、红色或褐色。玻璃光泽，解理面呈珍珠光泽。硬度

3.5—4。解理平行 {010} 完全。比重 2.20。产于玄武岩、安山岩、正长岩等岩石的空洞或裂隙中。用途见“沸石”。

【斜发沸石】 clinoptilolite 成分 $(Na, K, Ca)_{2-3}$〔$Al_3(Al, Si)_2Si_{13}O_{36}$〕·$12H_2O$。片沸石的富钾亚种，相应地其硅的含量也高于片沸石。见“片沸石”。

【杆沸石】 thomsonite 成分 $NaCa_2$〔$Al_5Si_5O_{20}$〕$6H_2O$。斜方晶系。晶体呈柱状或针状，往往集合成放射状球粒。白色或淡黄、淡红、淡褐色。玻璃光泽，新鲜解理面呈珍珠光泽。硬度 5—5.5。解理平行 {010} 完全。比重 2.3—2.4。产于玄武岩、响岩等喷出岩的气孔中，用途见“沸石”。

【丝光沸石】 mordenite 又称“发光沸石”。成分 (Na_2, K_2, Ca)〔$Al_2Si_{10}O_{24}$〕·$7H_2O$。斜方晶系。晶体针状，通常呈放射纤维状或似棉花状的集合体。白、淡黄或淡紫色。玻璃光泽或丝绢光泽。硬度 3—4。解理平行 {010} 完全。比重 2.15。产于安山岩和流纹岩等喷出岩的空洞中。用途见“沸石”。

【中沸石】 mesolite 又称“中性针沸石”。成分 Na_2Ca_2〔$Al_2Si_3O_{10}$〕$_3$·$8H_2O$。单斜晶系。晶体呈针状，通常呈放射状集合体，有时形成球粒。无色或白色，有时淡黄至红色。玻璃光泽或丝绢光泽。硬度 5。解理平行柱面 {110} 完全。比重 2.3。产于玄武岩等喷出岩的气孔中，与其他沸石共生。用途见“沸石”。

【中性针沸石】 即“中沸石”。

【赛黄晶】 danburite 成分 Ca〔$B_2Si_2O_8$〕。含 $B_2O_3$28.4%。斜方晶系。晶体呈柱状，与黄晶相似，故名。也常呈粒状集合体。黄至无色。透明。玻璃光泽。硬度 7—7.25。比重 2.95。是交代成因和热液作用的产物。

【硼镁铁矿】 ludwigite 成分 $(Mg, Fe)_2Fe$〔BO_3〕O_2，含 $B_2O_3$16%。斜方晶系。晶体呈针状，集合体常呈放射状或粒状块体。炭黑或绿黑色。条痕黑色至黑绿。丝绢光泽或暗淡。硬度 5。比重 3.9—4.0。产于侵入体与白云岩或镁质石灰岩的接触带，常与磁铁矿、透辉石、镁橄榄石等共生。是提取硼及制取硼化物的原料。

【硼镁石】 ascharite 成分 Mg_2〔$B_2O_4(OH)$〕(OH)，含 $B_2O_3$41.38%。单斜晶系。晶体呈细针状，集合体常呈纤维状、疏松白垩状或致密块状。白色。玻璃光泽。硬度 3—4，疏松白垩状者较软。比重 2.62。产于侵入体与镁质石灰岩或白云岩的接触带中。也可由沉积硼酸盐矿床中的其他含水硼酸盐矿物在炎热干燥气候条件下脱水而成。是提取硼和制取硼化物的原料。

【多水硼镁石】 inderite 〔成分 Mg〔BsO3 $(OH)_5$〕·$5H_2O$，含 $B_2O_3$37%。单斜晶系。晶体呈细柱状，通常呈针状或肾状、结核状集合体。无色透明。玻璃光泽。硬度 2.5。解理平行 {110} 中等，平行 {001} 不完全。断口贝壳状到参差状。此重 1.78。为盐湖的化学沉积产物，见于盐湖湖滨碳酸盐和粘土岩层中。是提取硼和硼化物的矿物原料。

【柱硼镁石】 pinnoite **成分** Mg〔$B_2O(OH)_6$〕，含 $B_2O_3$42%。四方晶系。晶体呈柱状或纤维状，通常呈粒状或致密块状集合体。白、灰白或黄色。玻璃光泽。硬度3.5。断口参差状。比重2.3。为盐湖的化学沉积产物，见于现代内陆盐湖底部或湖滨阶地。是提取硼和硼化物的矿物原料。

【水碳硼石】 carboborite **成分** $MgCa_2$〔$B_2O_3(OH)_4$〕$(CO_3)\cdot 8H_2O$。单斜晶系。晶体呈锥状或板状。无色透明。玻璃光泽。硬度2。解理平行｛100｝完全；平行｛111｝清楚；平行｛001｝不完全。比重2.12。与冷稀盐酸作用时剧烈起泡。水碳硼石是钠硼解石的次生矿物，产于现代盐湖中。是我国1964年发现的新矿物。

【板硼石】 inyoite **成分** Ca〔$B_3O_3(OH)_5$〕$\cdot 4H_2O$，含 $B_2O_3$37%。单斜晶系。晶体呈厚板状或短柱状。无色至浅黄色。玻璃光泽。硬度2。解理平行｛001｝中等，平行｛010｝稍次。断口参差状。性脆。比重1.875。产于化学沉积硼矿床石膏层中。是提取硼和硼化物的矿物原料。

【库水硼镁石】 kurnakovite **成分** Mg〔$B_3O_3(OH)_5$〕。$5H_2O$，含 $B_2O_3$37%。三斜晶系。晶体呈厚板状；集合体呈致密粒状或结核状。无色透明或白色。玻璃光泽。硬度3。解理不完全。断口贝壳状。性脆。比重1.84。在短波紫外光照射下发淡绿色磷光。产于现代内陆湖相硼矿床中。是提取硼和硼化物的矿物原料。

【硼砂】 borax **成分** Na_2〔$B_4O_5(OH)_4$〕$\cdot 8H_2O$，含 $B_2O_3$36.6%。单斜晶系。晶体呈短柱状；集合体呈粒状、土状块体或皮壳状。白色，有时微带浅灰、浅黄、浅蓝或浅绿色调。玻璃光泽。硬度2—2.5。解理平行｛100｝完全。比重1.69—1.72。易溶于水，微带甜涩味。在空气中易失水，表面常现白色粉末状皮壳。易熔。烧灼时显著膨胀，随后熔成透明的玻璃状小球。是硼酸盐矿物中分布最广的一种。为盐湖的化学沉积产物，见于干涸的含硼盐湖中。是提取硼和硼化物的主要矿物原料。

【章氏硼镁石】 hungtsaoite **成分** Mg〔$B_4O_5(OH)_4$〕$7H_2O$，含 $B_2O_3$39.58%。三斜晶系。晶体呈假六方片状或柱状，集合体常呈豆状。无色至白色。玻璃光泽，集合体呈油脂光泽。硬度1—2。比重1.72。产于湖相盐类沉积层中。是我国1963年发现的新矿物。

【硬硼钙石】 colemanite **成分** Ca〔$B_3O_4(OH)_3$〕$\cdot H_2O$。单斜晶系。晶体呈短柱状或等轴状，集合体呈粒状或块状。无色、白色。玻璃光泽。解理平行｛010｝完全。硬度4.5。比重2.42。是硼砂等硼酸盐矿物在地表水作用下形成的。是提取硼的矿物原料。

【钠硼解石】 ulexite 又称“硼钠方解石”。**成分** NaCa〔$B_5O_7(OH)_4$〕$\cdot 6H_2O$，含 $B_2O_3$43%。三斜晶系。通常呈针状、纤维状或结核状集合体。白色透明。玻璃光泽或丝绢光泽。硬度2.5。解理平行｛010｝和｛110｝完全，平行｛110｝中等。性脆。比重1.95。为盐湖的化学沉积产物，见于干涸的含硼盐湖中。是提取硼和硼化物的主要矿物原料。

【多水氯硼钙石】　hydrochlorborite　成分 $Ca_4B_8O_{15}Cl_2 \cdot 22H_2O$。三斜晶系（？）。晶体细小，常与石盐一起组成块状集合体。无色透明。玻璃光泽。硬度 2.5。比重 1.83。解理极完全。溶于温水。多水氯硼钙石是钠硼解石的次生矿物，产于泥岩上部的盐壳中。是我国 1965 年发现的新矿物。

【三方硼镁石】　macallisterite　成分 $MgO \cdot 3B_2O_3 \cdot 7.5H_2O$。三方晶系。晶体极小，呈片状，常含盐华状集合体。白色。硬度 1—2。比重 1.85。易溶于酸。在常温下不溶于水，但置水中数日可转变为章氏硼镁石或多水硼镁石。产于现代盐湖中。是我国 1964 年发现的新矿物。

【独居石】　monazite　又称“磷铈镧矿”。成分（Ce，La）〔PO_4〕，常含钍、锆等，含 $Ce_2O_3$25—30%，$La_2O_3$20—30%，$ThO_2$5—12%。单斜晶系。晶体常呈平行｛100｝的板状。蜜黄色或棕色。树脂光泽。硬度 5—5.5。解理平行｛100｝中等，有时具平行底面｛001｝的裂理。断口贝壳状至参差状。比重 5.1。常具放射性。主要产于伟晶岩中，与锆石、磷灰石、铌铁矿等共生，但独居石的主要矿床是滨海砂矿和冲积砂矿。是提取铈、镧、钍的主要矿物原料。

【磷铈镧矿】　即“独居石”。

【磷钇矿】　xenotime　成分 Y〔PO_4〕，含 $Y_2O_3$61.4%，常含铒、铈、镧和钍等元素。四方晶系。晶体呈四方柱状或双锥状。集合体呈散染粒状或致密块状。黄褐色，红色或灰色。玻璃光泽至油脂光泽。硬度 4—5。解理平行四方柱｛100｝完全。比重 4.4—5.1。常具放射性。主要产于花岗伟晶岩中，与锆石、褐帘石、独居石等共生。此外，常见于砂矿中。是提取钇的主要矿物原料。

【磷灰石】　apatite　成分 Ca_5〔PO_4〕$_3$（F，Cl，OH），含 $P_2O_5$40—42%，根据其成分中附加阴离子的不同，可分为氟磷灰石、氯磷灰石、羟磷灰石等。有时其附加阴离子以 $(CO_3)^{2-}$ 为主，则称为碳磷灰石。六方晶系。晶体呈六方柱状，集合体呈粒状、致密块状或结核状。颜色不一，以灰色、褐黄、淡绿等色为常见。玻璃光泽，断口呈油脂光泽。硬度 5。解理平行底面｛0001｝不完全。断口参差状。比重 3.2。在内生、外生和变质作用中均可形成。内生成因的磷灰石作为副矿物见于各种火成岩中，有时在基性、碱性岩中形成富集；此外，亦见于伟晶岩、接触交代矿床和热液脉中。外生成因的磷灰石，是由生物和生物化学沉积而成，常呈隐晶质块体或结核状，通称胶磷矿。在变质岩系中的磷灰石矿层是沉积磷矿经区域变质而成。有时磷灰石肉眼难于识别，可借助简便化学方法试磷；将钼酸铵粉末置于矿物上，加一滴硝酸，立即产生黄色沉淀。磷灰石是制造农业磷肥和提取磷的重要矿物原料，氟磷灰石晶体可作激光发射材料。

【氟磷灰石】　fluorapatite　**见“磷灰石”。**

【氯磷灰石】　chlorapatite　**见“磷灰石”。**

【羟磷灰石】　hydroxylapatite　**见“磷灰石”。**

【碳磷灰石】　carbapatite，carbonateapatite　**见“磷灰石”。**

【胶磷矿】　collophane　**见“磷灰石”。**

【凤凰石】　fenghuangite　**铈磷灰石的含富钍亚种。成分**（Ca，Ce^{4+}，La，Th）$_5$〔（Si，P，C）O_4〕$_3$（O，OH），**含** $TR_2O_3$20.07%，$ThO_2$19.64%。**六方晶系。晶体呈六方柱形，颗粒极细。黄褐色。油脂光泽。断口贝壳状。硬度** 4.5。**比重** 3.33。**具强放射性。产于含黑榴石、霓石的磷霞岩中。是我国** 1959 **年发现的新矿物。**

【磷氯铅矿】　pyromorphite　**成分** Pb_5〔PO_4〕$_{31}$，**含** PbO82%。**六方晶系。晶体常呈六方柱状或针状，有时呈细小球状体产出。常呈黄绿色，有时呈褐色或橘黄色。树脂光泽。硬度** 3.5—4。**比重** 6.5—7.1。**见于铅矿床的氧化带中，是地表水中所含的磷酸与铅矿物作用的产物。是炼铅的矿物原料。**

【磷铝锂石】　amblygonite　**又称“磷铝石”。成分** LiA1〔PO_4〕（F，OH）。**三斜晶系。晶体呈等轴状，通常呈细粒状或放射状集合体。白色、乳白色、蓝白色。玻璃光泽，解理面是珍珠光泽。硬度** 5.5—6。**解理平行**｛100｝**完全，平行**｛110｝**中等。比重** 3.11。**是富锂伟晶岩的典型矿物。是提取锂的矿物原料。**

【磷铝石】　①variscite　②amblygonite　①**成分** Al〔PO_4〕·$2H_2O$。**斜方晶系。通常呈块状或结核状集合体。淡绿至鲜绿色，有时为蓝绿色。玻璃光泽，致密块体呈蜡状光泽。硬度** 3.5—4.5。**解理平行**｛010｝**完全；块状者断口参差状。比重** 2.2—2.6。**是地表或近地表条件下沉淀而成，产于洞穴或角砾岩中。②即磷铝锂石。**

【蓝铁石】　vivianite　**成分** Fe_3〔PO_4〕$_2$·$8H_2O$ **单斜晶系。晶体呈柱状及沿**｛010｝**呈扁平状，集合体呈肾状、球状及结核状。新鲜的无色，易氧化而变成蓝色、靛蓝或蓝黑色。玻璃光泽，解理面呈珍珠光泽。硬度** 1.5—2。**解理平行**｛010｝**完全，解理片具挠性。比重** 2.68。**见于热液矿床和伟晶岩矿床的风化产物中，也见于沉积铁矿床中。**

【鸟粪石】　struvite　**成分** Mg（NH_4）〔PO_4〕·$6H_2O$。**斜方晶系。晶体常呈等轴状或楔状、短柱状、厚板状。无色，有时为白、淡黄或棕色。玻璃光泽。硬度** 2。**解理平行**｛001｝**完全，平行**｛100｝**不完全。性脆。比重** 1.65—1.7。**产于鸟粪堆积中。是优良的氮磷肥料。**

【绿松石】　turquoise　**成分** $CuAl_6$〔PO_4〕$_4$（OH）$_8$·$4H_2O$，**常含铁、锌。三斜晶系。常呈隐晶质块状，也有呈结核状和皮壳状。苹果绿或灰绿色，也有天蓝色的。蜡状光泽。硬度** 5—6。**断口贝壳状。性脆。比重** 2.60—2.83。**是地表含铜水溶液与含铝、磷的岩石互相作用的产物。颜色鲜艳块状的可作工艺雕刻材料，松散碎屑可作颜料。**

【铜铀云母】 torbernite **成分** Cu〔UO_2〕$_2$〔PO_4〕$_2$·$12H_2O$。**含** U42%**左右。易失去一部分结晶水而转变为只含**8**个水分子的变铜铀云母。四方晶系。晶体细小，呈四方或八角形的薄板状；通常呈鳞片状或被膜状集合体。翠绿色。玻璃光泽，解理面呈珍珠光泽。硬度**2.3—2.5。**解理平行底面**｛001｝**极完全。比重**2.3—2.6。**具强放射性。在紫外光照射下不发萤光。产于原生含铀矿床的氧化带中，是原生铀矿床的重要找矿标志。大量聚积时可作为提取铀的矿物原料。**

【钙铀云母】 autunite **成分** Ca〔UO_2〕$_2$〔PO_4〕$_2$·10—$12H_2O$，**含** U46—52%。**易失去一部分结晶水而转变为变钙铀云母。四方晶系。晶体细小，呈薄板状，通常呈鳞片状或粉末状被膜。柠檬黄、绿黄或灰黄色。玻璃光泽，解理面呈珍珠光泽。硬度**2—2.5。**解理平行底面**｛001｝**极完全。比重**3.05—3.19。**具强放射性。在紫外光照射下发强浅黄绿色萤光。产于原生含铀矿床的氧化带中。是原生铀矿床的重要找矿标志。大量聚积时可作为提取铀的矿物原料。**

【臭葱石】 scorodite **成分** Fe〔AsO_4〕·$2H_2O$。**常含铝。斜方晶系。晶体细小，呈近于八面体的菱方双锥状；集合体呈致密块状。淡绿、浅蓝或褐灰色。玻璃光泽。性脆。硬度**3.5。**比重**3.28。**是含砷矿物的风化产物。**

【钴华】 erythrines **成分** Co_3〔AsO_4〕$_2$·$8H_2O$。**单斜晶系。偶尔呈针状或片状晶形，通常呈被膜状、皮壳状或土状块体。玫瑰红色。条痕淡红色。玻璃光泽。硬度**1.5—2.5。**比重**2.95。**是含钴矿物氧化后所形成的次生矿物，见于钴矿床的氧、化带中。它的出现可作为找寻原生钴矿床的标志。**

【镍华】 annabergite，nickelbloom **成分** Ni。〔AsO_4〕$_2$·$8H_2O$。**单斜晶系。通常呈被膜状、皮壳状或土状块体。苹果绿至翠绿色。条痕淡绿色。玻璃光泽。硬度**2.5—3。**比重**3.0。**是含镍矿物氧化后所形成的次生矿物，见于镍矿床的氧化带中。它的出现可作为找寻原生镍矿床的标志。**

【钒铅矿】 vanadinite **又称“褐铅矿”。成分** Pb_5。〔VO_4〕$_3$Cl，**含** $V_2O_5$19.3%。**六方晶系。晶体呈六方柱状或针状，通常呈皮壳状或致密块状。黄色至褐色。条痕白至淡黄色。树脂光泽，硬度**2.5—3。**比重**6.66—7.10。**外生成因的矿物，产于铅矿床的氧化带中。大量聚积时可作为钒矿石利用。**

【褐铅矿】 **即“钒铅矿”。**

【钒钙铜矿】 tangeite **成分** CaCu〔VO_4〕（OH），**含** $V_2O_5$38%。**斜方晶系。通常呈鳞片状、土状、肾状。黄绿、橄榄绿色。条痕淡绿黄或淡褐黄色。珍珠光泽。硬度**3.5。**解理平行**｛010｝**完全。比重**3.5—3.9。**外生成因的矿物，产于硫化物矿床的氧化带中。是炼钒的矿物原料之一。**

【钒钙铀矿】 tuyamunite 又称钒酸钙铀矿。成分 $Ca〔UO_2〕_2〔VO_4〕_2·8H_2O$，含 U41—48%，$V_2O_5$19%。斜方晶系。晶体薄板状，通常呈细鳞片状、土状或被膜状产出。鲜黄色，有时带淡绿色或桔黄色调。玻璃光泽，解理面珍珠光泽。硬度 1。解理平行{001}完全。比重 3.68。具强放射性。在紫外光照射下不发萤光。易溶于稀酸中。是沉积铀矿床氧化带中的典型矿物。是提取铀和钒的矿物原料。

【钒钾铀矿】 carnotite 又称钒酸钾铀矿。成分 $K_2〔UO_2〕_2〔VO_4〕_2·3H_2O$，含 U42—46%，$V_2O_5$20%。单斜晶系。晶体呈细小片状和板状；通常呈粉末块状或被膜状。鲜黄或淡黄绿色。玻璃光泽，解理面呈珍珠光泽。硬度 2—2.5。解理平行底面{001}完全。比重 4.46。具强放射性。在紫外光照射下发很弱的黄绿色萤光。易溶于稀酸中。其粉末用盐酸润湿即显鲜红色（钒的反应）。分布于富含有机质的沉积岩（主要是砂岩）的风化带，或见于沉积铀矿床的氧化带中。是提取铀、钒及镭的矿物原料。

【钨华】 tungstite，wolfram ocher 成分 $H_2〔WO_4〕$。斜方晶系。通常呈细鳞片状、粉末状和土状。黄、黄绿或橙黄色。硬度 1—2。解理平行{001}完全。比重 5.5。见于钨矿床的氧化带中，是黑钨矿氧化后所形成的次生矿物。

【白钨矿】 scheelite 又称钙钨矿或钨酸钙矿。成分 $Ca〔WO_4〕$，含 $WO_3$80.6%，四方晶系。晶体呈四方双锥，通常呈不规则粒状。灰白色，有时略带浅黄、浅紫或浅褐色调。油脂光泽。硬度 4.5。解理平行四方双锥{111}中等。比重 5.8—6.2。在紫外光照射下发浅蓝色萤光。主要产于接触交代矿床中。是炼钨的主要矿物原料。

【钙钨矿】 即“白钨矿”。

【钨酸钙矿】 即“白钨矿”。

【黑钨矿】 wolframite 又称钨锰铁矿。成分〔Fe，Mn〕$〔WO_4〕$，是钨铁矿 $Fe〔WO_4〕$和钨锰矿 $Mn(WO_4)$完全类质同象系列的中间成员。含 $WO_3$76%，经常含铌、钽等，但其成分中 MnO 和 FeO 的含量变化不定。其中含 FeO 少于 4.8% 者称为钨锰矿，含 MnO 少于 4.7% 者称为钨铁矿。单斜晶系。晶体呈平行{100}的板状或柱状。红褐至黑色，条痕黄褐至暗褐，均随含 Fe 量的增加而变深。半金属光泽。硬度 4.5—5.5。解理平行{010}完全。比重自钨锰矿的 7.1 至钨铁矿的 7.5。富含铁者具弱磁性。主要产于花岗岩分布地区的高温热液矿床中。是炼钨的主要矿物原料，同时对其成分中铌、钽等元素可综合利用。

【钨锰铁矿】 即“黑钨矿”。

【钨锰矿】 hübnerite 见“黑钨矿”。

【钨铁矿】 ferberite 见“黑钨矿”。

【彩钼铅矿】 wulfenite 又称钼铅矿。成分 $Pb〔MoO_4〕$，含 Mo25.1%。四方晶系。晶体呈四方板状，集合体呈粒状块体。蜡黄、灰、褐等色。条痕白色或稍呈浅色。

金刚光泽。硬度 3。解理平行四方双锥 {111} 中等。比重 6.3—7.0。产于铅锌矿床的氧化带中。大量聚积时可作为钼和铅的矿石利用。

【钼铅矿】 即“彩钼铅矿”。

【铅矾】 anglesite 又称“硫酸铅矿”。成分 $Pb[SO_4]$，含 Pb68.3%。斜方晶系。晶体多呈板状，经常成结晶皮壳被覆于方铅矿的表面，此外，常呈致密块状或土状。无色透明，质不纯者可现灰、浅黄或褐色。金刚光泽。硬度 2.5—3。解理平行底面 {001} 中等。比重 6.1—6.4。是原生含铅矿物氧化后首先形成的次生矿物。产于铅锌硫化物矿床的氧化带中。通常与原生铅矿物一起作为铅矿石利用。

【硫酸铅矿】 即“铅矾”。

【重晶石】 barite 成分 $Ba[SO_4]$，常含锶和钙。斜方晶系。晶体常呈厚板状，集合体常呈粒状或晶簇，少数呈致密块状，钟乳状和结核状。纯洁者无色透明，但因含有杂质而被染成灰、红、黄褐、暗灰或黑色。玻璃光泽，解理面呈珍珠光泽。硬度 3—3.5。解理平行底面 {001} 完全，平行菱方柱 {210} 中等。比重 4.3—4.5。产于热液矿床和沉积矿床中。广泛用于石油、化工、橡胶、造纸、陶瓷、搪瓷、玻璃、制革、制糖工业上，亦可用以提取金属钡。

【天青石】 celestine 成分 $Sr[SO_4]$，含 Sr45—47%，有时含钡和钙。斜方晶系。晶体呈板状或柱状，集合体呈粒状、纤维状、钟乳状或结核状。浅蓝灰色，有时为无色透明。玻璃光泽。硬度 3—3.5。解理平行底面 {001} 完全，平行菱方柱 {210} 中等。比重 3.9—4.0。主要见于白云岩、石灰岩、泥灰岩和含石膏粘土等沉积岩中。是提取锶的主要矿物原料。

【硬石膏】 anhydrite 成分 $Ca[SO_4]$。斜方晶系。晶体呈厚板状，通常呈致密块状或粒状。白色、灰白色，常微带浅蓝，有时带浅红色。玻璃光泽。解理平行 {010} 完全，平行 {100} 和 {001} 中等，三组解理相互垂直。硬度 3—3.5。比重 2.8—3.0。主要为盐湖中化学沉积的产物，常与石盐、钾盐和光卤石共生。在地表条件下，硬石膏可水化而变为石膏。用途同“石膏”。

【石膏】 gypsum 成分 $Ca[SO_4]\cdot 2H_2O$。单斜晶系。晶体常呈板状，少数呈柱状；燕尾双晶常见；通常呈致密块状或纤维状，呈纤维状的称为纤维石膏。晶体无色透明的称为透石膏。一般为白色，常因混入杂质而染成灰、红、褐等色。玻璃光泽，透石膏 {010} 解理面上呈珍珠光泽，纤维石膏呈丝绢光泽。硬度 2。解理平行 {010} 完全，平行 {100} 和 {011} 中等。比重 2.3。主要是盐湖中化学沉积作用的产物，与石盐、硬石膏等共生。此外，硬石膏在外部压力降低的情况下，受地面水作用，也可形成大量的石膏。用于农业和水泥建筑、模型、陶瓷、造纸、油漆等工业以及医疗等方面。

【透石膏】 selenite 见“石膏”。

【纤维石膏】 fibrous gypsum 见“石膏”。

【无水芒硝】 thenardite 成分 $Na_2[SO_4]$。斜方晶系。晶体呈双锥状或板状。无

色透明。玻璃光泽。硬度 2—3。解理平行 {001} 中等。比重 2.66。易溶于水，在室温和潮湿空气中，易水化成为芒硝而散作粉末，即失去透明和光泽。主要产于盐湖中。用于制造玻璃及化学药品。

【芒硝】 mirabilite 成分 Na_2〔SO4〕·$10H_2O$。单斜晶系。通常呈粒状、块状，也有呈皮壳状或被膜状。无色透明，有时混浊而微带黄或绿色。玻璃光泽。硬度 1.5—2.0。解理平行 {100} 完全。比重 1.48。味苦。在干燥空气中逐渐失水而转变为白色粉末状无水芒硝。是干涸盐湖中化学沉积的产物，也见于热泉中。用于制造玻璃及苏打。

【泻利盐】 epsomite 成分 Mg〔SO_4〕·$7H_2O$，含 MgO16.3%。斜方晶系。晶体呈针状，集合体常呈纤维状、块状、钟乳状、土状等。无色或白色。玻璃光泽。硬度 2—2.5。解理平行 {010} 完全。比重 1.68。易溶于水，味苦咸。在干燥空气中易失去一个水分子而成为六水泻盐。是富含镁的盐湖中化学沉积的产物，但在盐水浓度增大时，则为六水泻盐所代替，因而在自然界保存不多。有时成盐华状见于岩石表面或裂隙中。是提取镁的矿物原料，也用于纺织、造纸、制药、制糖、化工等工业部门。

【六水泻盐】 hexahydrite 成分 Mg〔SO_4〕·$6H_2O$，含 MgO17.64%。单斜晶系。晶体呈厚板状或矛状，集合体呈纤维状。白色，珍珠光泽。硬度 2。解理平行 {100} 完全。断口贝壳状。比重 1.75。味苦咸。形成于盐湖中。参见“泻利盐”。

【水镁矾】 kieserite 又称“硫镁矾”。成分 Mg〔SO_4〕·H_2O，含 MgO29%。单斜晶系，常呈粒状致密块体。无色，灰色或浅黄色。玻璃光泽。解理平行 {110} 和 {111} 完全。硬度 3.5，性脆。比重 2.57。主要产于盐湖中，是提取镁的矿物原料。

【水绿矾】 melanterite 成分 Fe〔SO_4〕·$7H_2O$。单斜晶系。晶体呈长柱状或短柱状，集合体呈钟乳状或纤维状。绿色至蓝色。玻璃光泽。常为透明。解理平行 {001} 完全。硬度 2。比重 1.89。典型的风化产物，见于黄铁矿矿床的氧化带中。

【胆矾】 chalcanthite 成分 Cu〔SO_4〕·$5H_2O$，有时含镁和锌。三斜晶系，晶体呈厚板状，集合体呈钟乳状、肾状或粒状。蓝色，玻璃光泽。解理平行 {110} 不完全，断口贝壳状。硬度 2.5，性脆。比重 2.29。为含铜硫化物的氧化产物。见于铜矿床氧化带中。可用作杀虫剂及化工原料。

【羟胆矾】 brochantite 成分 Cu_4〔SO_4〕$(OH)_6$。含 CuO70.36%。单斜晶系。晶体呈柱状或针状。集合体呈粒状、块状或肾状。绿至深绿色。玻璃光泽。解理平行 {100} 完全。硬度 3.5—4。比重 3.97。常见于干旱地区铜矿床的氧化带中。可作为炼铜的矿物原料。

【杂卤石】 polyhalite 成分 K_2Ca_2Mg〔SO_4〕$_4 2H_2O$。三斜晶系。晶体呈细小板状；集合体呈粒状、块状或纤维状。白色或灰色，常因含铁的氧化物而染成带棕、红、黄等色。玻璃光泽，块状者呈蜡状光泽。解理平行 $\{10\bar{1}\}$ 完全。硬度 3.5。比重 2.78。部分溶于水而无味。广泛出现于盐湖中，与石盐、硬石膏等共生。可用以制造化肥。

【钾盐镁矾】 kainite 成分 KMg〔SO_4〕Cl·$3H_2O$，含 K_2O15.70%，MgO16.19%。单斜晶系。晶体呈板状或柱状；集合体呈粒状。浅黄色或灰白色，有时红色，玻璃光泽。解理平行{001}完全。断口平坦状或参差状。硬度2，性脆。比重2.1。易溶于水，味苦咸。为海洋化学沉积物。可作化工和化肥原料。

【明矾石】 alunite 成分 KAl_3〔SO_4〕$_2$（OH）$_6$。三方晶系。通常呈细粒状、土状或致密块状集合体。白色，常带浅灰、浅黄、浅红或浅褐色。玻璃光泽。硬度3.5—4.0。比重2.6—2.8。为中、酸性火山岩经过低温热液作用蚀变而成。用于制取明矾，也是炼铝及制造钾肥、硫酸的矿物原料。

【黄钾铁矾】 jarosite 成分 KFe_3〔SO_4〕$_2$（OH）$_6$。三方晶系，通常呈致密块状或土状集合体，偶而可见呈细小菱面体晶体。赭黄色，条痕黄色。硬度不一，最高达3.5，土状者为1。比重3.2。是金属硫化物矿床氧化带的次生矿物，由黄铁矿氧化分解而形成。主要见于干燥地区。将黄钾铁矾锻烧后可作为研磨粉的原料。

【方解石】 calsite 成分 Ca〔CO_3〕，常含镁、铁、锰、锌等。三方晶系。晶体常呈复三方偏三角面体及菱面体；依（0001）的底面双晶及依（$01\bar{1}2$）的负菱面双晶常见，且多为聚片双晶；集合体呈晶簇、粒状、钟乳状、鲕状、致密块状或泉华状等。无色或白色，但常因含其他杂质而染成各种颜色。其中纯净无色透明者称为冰洲石。玻璃光泽。硬度3。解理平行菱面体{$10\bar{1}1$}完全。比重2.6—2.8。遇冷稀HCl剧烈起泡。可形成于各种地质作用，在自然界分布很广，是组成石灰岩的主要成分。是制造水泥、电石等的原料；冰洲石则是重要光学器材的材料。

【冰洲石】 iceland spar 无色透明纯净的方解石。在透明矿物中具有最高的双折射率。主要用于国防工业和制造特种光学仪器。工业上对冰洲石的质量要求是：无色，全透明，无包裹体，无裂缝，无双晶，无节瘤，用紫外线光照射时无萤光现象。优质冰洲石晶体产于玄武岩的方解石脉和沸石方解石脉中。其形成与热液作用有关。冰洲石矿床也产于石灰岩中，但晶体质量稍差。

【钟乳石】 stalactite 指呈钟乳状的方解石。多见于石灰岩溶洞中。

【菱镁矿】 magnesite 成分 Mg〔CO_3〕，含MgO47.6%，常含铁、锰、钙等。三方晶系。晶体很少见，通常呈粒状集合体或瓷状致密块体。白色、灰色或黄色。解理平行菱面体{$10\bar{1}1$}完全，瓷状致密块体具贝壳状断口。硬度4—4.5。比重2.9—3.1。主要是热液作用的产物：含镁热液可以交代白云岩和白云质石灰岩形成菱镁矿；含碳酸热液与超基性岩作用也可以形成菱镁矿。主要用作冶金工业上的耐火材料，也用以提制金属镁。

【河西石】 hoshiite **一种含镍的菱镁矿亚种，其中** NiO **的含量变化较大，为** 0.77—22.18%**。三方晶系。致密块状。翠绿色。硬度** 5—6**。比重** 2.91—3.26**，随** NiO **含量的增高而增大。断口贝壳状。河西石是一种次生矿物，产于超基性岩铜镍硫化物矿床的氧化带中。是我国** 1964 **年发现的新矿物。**

【菱锌矿】 smithsonite **成分** $Zn[CO_3]$**，含** Zn52%**，常含铁、锰，有时含钴、镉、铟等。三方晶系。晶体呈菱面体或复三方偏三角面体，但不常见；通常呈土状、钟乳状或皮壳状集合体。白色而微带浅绿、浅褐或浅灰。玻璃光泽。硬度** 5**。解理平行菱面体** $\{10\bar{1}1\}$ **完全。比重** 4.1—4.5**。是闪锌矿氧化后所形成的次生矿物。产于铅锌硫化物矿床的氧化带下部及其附近。大量聚积时为重要的锌矿石。**

【菱铁矿】 siderite **成分** $Fe[CO_3]$**，含** Fe48.2%**。三方晶系。晶体呈菱面体，晶面往往弯曲；集合体呈粒状、块状或结核状。浅褐色，但由于所含低价铁易于氧化，致使颜色转变为深褐、黑褐色。玻璃光泽。硬度** 3.5—4.5**。解理平行菱面体** $\{10\bar{1}1\}$ **完全。比重** 3.9**。热液成因和外生沉积成因，后者常产于煤系地层内，并具结核状等形态特征。是炼铁的矿物原料。**

【菱锰矿】 rhodochrosite **成分** $Mn[CO_3]$**，含** Mn47.8%**。三方晶系。晶体呈菱面体，通常呈粒状、块状或结核状。玫瑰色，容易氧化而转变成褐黑色。玻璃光泽。解理平行菱面体** $\{10\bar{1}1\}$ **完全。硬度** 3.5—4.5**。比重** 3.6—3.7**。由内生作用和外生作用形成。前者见于某些热液矿床和接触交代矿床中，后者大量分布于沉积锰矿床中。是炼锰的重要矿物原料。**

【白云石】 dolomite **成分** $CaMg[CO_3]_2$**，常含铁、锰。三方晶系。晶体呈菱面体，晶面常弯曲成马鞍状，有时可见依（**$02\bar{2}1$**）的聚片双晶；集合体通常呈粒状。灰白色，有时微带浅黄、浅褐、浅绿色。玻璃光泽。硬度** 3.5—4**。解理平行菱面体** $\{10\bar{1}1\}$ **完全。比重** 2.8—2.9**，遇冷** HCl **缓慢起泡。是组成白云岩的主要矿物成分。主要为外生成因，可以是泻湖盆地中的沉积物，也可以是早期的碳酸钙沉积受含镁溶液的作用，置换部分钙而形成。此外，也出现于一些热液矿脉中。在冶金工业中，用作硷性耐火材料和高炉炼铁的熔剂，部分用来制取金属镁。在化学工业中用以制造钙镁磷肥、硫酸镁等。此外，还可作陶瓷、玻璃的配料和建筑石料。**

【铁白云石】 ankerite **成分** $Ca(Mg,Fe)[CO_3]_2$**，常含锰。三方晶系。晶体呈菱面体，通常呈块状或粒状集合体。玻璃光泽。白或灰色，含锰的带红色。硬度** 3.5**。解理平行菱面体** $\{10\bar{1}1\}$ **完全。比重** 2.9—3.1**。热液成因和外生沉积成因，常与菱铁矿共生。**

【文石】 aragonite **又称"霰石"。成分** $Ca[CO_3]$**，常含锶、铅、镁、铁等。与方解石为同质二象。斜方晶系。晶体呈板状或尖锥状，呈假六方柱状的三连晶常见，集**

合体呈棒状、放射状、钟乳状、豆状和瘤状等，其中呈豆状者称为豆石。白色、灰色、浅红色至黑色。玻璃光泽。硬度3.5—4.0。解理平行｛010｝不完全。比重2.9—3.0。遇冷稀盐酸剧烈起泡。主要形成于外生作用，产于近代海底沉积或粘土中；也可形成于内生作用，是一种低温矿物，产于温泉沉积物中及火山岩的裂隙和气孔中；也有生物成因的，产于某些贝壳中。

【霰石】 即“文石”。

【碳酸锶矿】 strontianite 又称“菱锶矿”。成分Sr〔CO_3〕，含Sr55—60%。斜方晶系，晶体呈细针状或柱状，少见；集合体呈粒状或纤维状。无色、浅绿、浅黄或浅灰色。玻璃光泽，新鲜断口呈油脂光泽。硬度3.5—4。比重3.6—3.8。遇盐酸起泡。主要是热液成因的，呈脉状产于石灰岩或泥灰岩中，与重晶石、天青石、方解石等共生。是提取锶的主要矿物原料。

【菱锶矿】 即碳酸锶矿。

【毒重石】 witherite 又称“碳酸钡矿”。成分Ba〔CO_3〕，常含锶和钙。斜方晶系。假六方双锥状三连晶较常见；集合体呈粒状、块状等。无色或微带灰、黄色。玻璃光泽。硬度3—3.5。比重4.2—4.3。遇盐酸起泡。常见于热液矿床中，与方解石、重晶石等共生。用于颜料、玻璃、陶瓷、制革工业等。

【碳酸钡矿】 即“毒重石”。

【白铅矿】 cerussite 成分Pb〔CO_3〕，含Pb77.6%。斜方晶系。晶体呈板状或假六方双锥状，贯穿双晶常见，集合体呈致密块状、钟乳状或土状。白色或微带各种浅色。金刚光泽。硬度3—3.5。比重6.4—6.6。遇盐酸起泡。通常是由方铅矿氧化成铅矾Pb〔SO_4〕后，再由铅矾受含碳酸水溶液作用而形成的次生矿物。产于铅锌硫化物矿床的氧化带中。通常与原生铅矿物一起作为铅矿石利用。

【氟碳铈矿】 bastnaesite 成分Ce〔CO_3〕F，含$Ce_2O_3$74.6%。六方晶系。晶体常呈平行｛0001｝的板状，通常呈粒状集合体。黄色或褐色。玻璃光泽至油脂光泽。硬度4—4.5。解理平行六方柱｛$10\bar{1}0$｝不完全。断口不平坦。比重4.9。溶于浓盐酸和硫酸中。产于硷性岩、硷性伟晶岩及有关的热液矿床中，与萤石、方解石、重晶石等共生。是提取铈、镧等稀土元素的矿物原料。

【氟碳钙铈矿】 parisite 成分Ce_2Ca〔CO_3〕$_3F_2$，含$TR_2O_3$50—60%。六方晶系。晶体呈腰鼓状，通常呈不规则粒状集合体。黄色或褐色。条痕淡黄色。玻璃光泽至油脂光泽。硬度4.5。解理平行底面｛0001｝中等。断口次贝状至锯齿状。比重4.3—4.4。产于与硷性岩有关的热液矿床中，与方解石、萤石等共生。是提取铈、镧等稀土的矿物原料。

【黄河矿】 huanghoite 成分BaCe〔CO_3〕$_2$F，含BaO36.84%，$TR_2O_3$38.40%。六

方晶系。晶体常呈板状。蜜黄或黄绿色。透明。油脂光泽。具 {0001} 解理。硬度4.7。比重4.51—4.67。产于热液矿床中以及受热液作用的白云岩中。是我国1961年发现的新矿物。

【氟碳钡铈矿】 cordylite 成分 $Ba(Ce,La)_2[CO_3]_3F_2$，含 Ce_2O_3、La_2O_3 各约25%。六方晶系。晶体呈短柱状。无色透明至蜡黄色。玻璃光泽。硬度4.5。解理平行底面 {0001} 完全。断口贝壳状。比重4.3。易溶于盐酸中。产于霞石正长岩的伟晶岩脉中。是提取铈、镧等稀土元素的矿物原料。

【孔雀石】 malachite 成分 $Cu_2[CO_3](OH)_2$，含Cu57.4%。单斜晶系。晶体呈针状，通常呈放射状或钟乳状集合体。绿色。玻璃光泽。硬度3.5—4。比重3.9—4.0。遇盐酸起泡。是原生含铜矿物氧化后所形成的次生矿物，产于含铜硫化物矿床的氧化带中，经常与蓝铜矿共生。它们的出现可作为找寻原生铜矿床的标志。块大色美的孔雀石是工艺雕刻品的材料，粉末用制颜料。大量聚积时可作为铜矿石利用。

【蓝铜矿】 azurite 又称“石青”。成分 $Cu_3[CO_3]_2(OH)_2$，含Cu55.2%。单斜晶系。晶体呈短柱状或板状，通常呈粒状、块状或放射状，以及土状或皮壳状集合体。深蓝色，土状或皮壳状者淡蓝色。玻璃光泽。硬度3.5—4。比重3.7—3.9。遇盐酸起泡。是原生含铜矿物氧化后所形成的次生矿物。产于含铜硫化物矿床的氧化带中，经常与孔雀石共生。它们的出现可作为找寻原生铜矿床的标志。纯者可制蓝色颜料。大量聚积时可作为铜矿石利用。

【石青】 即“蓝铜矿”。

【水锌矿】 hydrozincite 又称“锌华”。成分 $Zn_5[CO_3]_2(OH)_6$。单斜晶系。晶体呈细条片状，通常呈致密块状、皮壳状或肾状集合体。白色或淡黄。硬度2.5。解理平行 {100} 完全。比重4。是闪锌矿的次生矿物。可作为炼锌的矿物原料。

【锌华】 即“水锌矿”。

【泡铋矿】 bismuthite 成分 $Bi_2[CO_3]O_2$，含Bi87%。四方晶系。通常呈土状、粉末状或皮壳状集合体。颜色不一，以灰白、黄浅褐等色为常见。玻璃光泽，硬度2.5—3.5。比重7.0—7.4。是辉铋矿和自然铋氧化后的产物。

【天然碱】 trona 又称“碳酸钠石”。成分 $Na_3H[CO_3]_2 \cdot 2H_2O$。单斜晶系。晶体呈板状，有时呈结晶质皮壳。灰白色或灰黄色。玻璃光泽。硬度2.5—3.0。解理平行 {100} 完全。比重2.11—2.14。易溶于水，味咸。是盐湖中的化学沉积物，与其他碱金属含水碳酸盐，如水碱、泡碱等组成碱层产出。是制碱工业的原料，也可作洗涤剂。

【碳酸钠石】 即“天然碱”。

【铬铅矿】 crocoite 成分 $Pb[CrO_4]$。单斜晶系。晶体常呈柱状。橙红色。玻璃光泽。硬度2.5—3。解理平行 {110} 中等。比重5.99。是次生矿物，与磷酸氯铅矿、白铅矿、钼铅矿、钒铅矿等共生。

【钠硝石】 soda - nitre 又称“智利硝石”。成分 $Na[NO_3]$，含 Na_2O36.5%，

$N_2O_5$63.5%。三方晶系。通常呈致密块状、皮壳状或盐华状集合体。白色、淡黄或褐色。玻璃光泽。硬度1.5—2.0。解理平行菱面体 {$10\bar{1}1$} 完全。比重2.24—2.29。易溶于水，味微咸。见于炎热干燥和沙漠地区，主要由腐烂有机物受硝化细菌分解作用而产生的硝酸根与土壤中的钠质化合而成。工业上用以制碱、农用氮肥、硝酸及其他氮素化合物。

【智利硝石】　chile saltpeter　即"钠硝石"。

【钾硝石】　potassium nitrate　简称"硝石"。成分K〔NO_3〕，含K_2O46.5%，$N_2O_5$53.5%。斜方晶系。通常呈疏松皮壳状或针状集合体。无色或灰白色。玻璃光泽。硬度2，解理平行 {011} 完全。性脆。比重1.99。易溶于水。产于干燥地区的土壤、岩石表面或洞穴中。用作农业上的钾肥和氮肥。

【硝石】　nitre　即"钾硝石"。

【琥珀】　amber　一种有机矿物。成分$C_{20}H_{32}O_2$，但碳、氢、氧的比例常变化不定。非晶质。蜜黄色或红色。透明。树脂光泽。部分溶于酒精。在250—300℃时熔融。硬度2.0—2.5。比重1.06—1.07。是树脂经过石化的产物，产于煤层中。可作绝缘材料及制取琥珀酸，也可作为工艺雕刻材料。

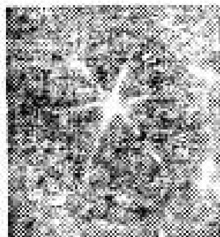
宝石和玉石

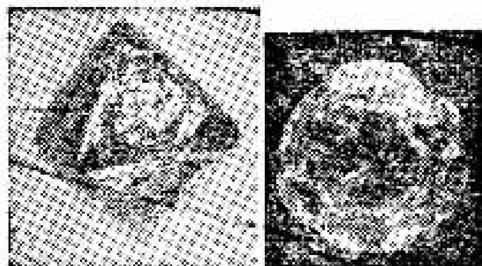
【宝石学】　gemology　研究宝石的科学。主要研究各种宝石的特征（物质成分、化学特性、物理性质、工艺特点）、用途、加工技术、宝石的分类及宝石的矿物学特征和产出状态及矿床成因，以达到"识别宝石、加工宝石、利用宝石、寻找宝石"来为社会主义建设服务的目的。

【宝石】　gem　凡矿物颜色鲜艳美观，折光率高，光泽强，透明度好，硬度高（一般5以上），化学性稳定者，都可作宝石。狭义的宝石，专指金刚石、红、蓝宝石等；广义的宝石，还包括各种玉雕石料甚至彩石石料。我国的宝石玉雕工艺品，驰名中外，畅销国际市场，被誉为"东方工艺"或"东方艺术"。它体现着我国劳动人民的高度艺术水平和无穷的智慧，是重要的出口商品之一。

【星光宝石】　star gem　刚玉类宝石如红宝石、蓝宝石、金黄宝石、黑星石等之优质者。因属三方晶系，由于晶格构造特点，当垂直高次对称轴L_3切开并磨研成半球形后，围绕L_3轴相间显出六条耀眼的放射形星状光线，形如闪星，故称星光宝石（见附图）。一般都很名贵，这是三方晶系的宝石才会有的特征。

【钻石】 diamond 也叫金刚钻。未经琢磨之原石叫金刚石，它是最贵重的宝石。化学成分是纯碳，为等轴晶系八面体，菱形十二面体，立方体等结晶，晶面常成“类球形”弯曲（见图）。颜色以无色、黄、蓝等各种淡色为多见，深色者少见。硬度 10，为最硬的物质。因具高折光率和色散特别强，故显强金刚光泽和灿烂闪光。金刚钻在 X 光下透明，这点可以与仿制品区别。金刚钻以无色透明最好，略带色素一般都“减等”，如略带微黄、微青都稍差，带黄、褐色更差，但无色透明中带一点蓝者被称作“水火”色却是佳品。而深蓝、深黑、深黄者分别称为“蓝钻”、“黑钻”、“金钻”，均属上品。同一矿区产的钻石常有固定之色素，故有经验的人常能认出其产地。金刚石一般被加工成“正圆形以”（称圆石）、“长方形”以及少数呈“正方形”、“榄尖形”、“三角形”、“椭圆形”、“心形”、“梨形”、“杏形”等形状的钻石。这是一种很复杂的专门技能，要按原石形状、裂隙特点，结合光学知识来反复研究，由专门加工技师进行琢磨，成为由若干个多棱的反光面组成的宝石。一般这种反光棱面愈多，宝石愈觉光芒夺目，这就是所谓钻的“造工”（或叫“批工”）。金刚石除砂矿外，原生矿床只有一种，就是金伯利岩火山颈或岩脉。金伯利岩也叫角砾云母橄榄岩，是一种富硷及挥发份的超基性岩，分布于地台区，受区域性深断裂控制，常成为岩筒或岩脉出现。与金刚石共生者有特殊“指示矿物”，如血红色镁铝榴石、树脂黑色镁钛铁矿、翠绿色铬透辉石等。这种原生矿床是残（坡）积砂矿、冲积砂矿、冰碛砂矿（冰水沉积）以至湖（海）底砂矿中金刚石的来源。


星光蓝宝石


金刚石，左为八面体；右为宝石花状，呈棱、顶角下陷的半面八面体

【常林钻石】 changlin 1977 年 12 月 21 日在我国山东省临沭县岌山公社常林大队农田中发现的一颗特大金刚石。华主席命名它为“常林钻石”。这颗金刚石重 158.7860 克拉，为八面体及菱形十二面体的聚形，透明，呈淡黄色，是迄今我国发现的最大的一颗宝石级天然金刚石。

【库利南】 cullinan 到目前为止，世界上最大的宝石金刚石的名字。此石于 1905 年 1 月 21 日发现于南非（阿扎尼亚）比勒陀利亚城东北约 33 公里的普列米尔岩筒。产于离地表 5.5 米的黄地中。它是一个大晶体的解理块，颜色是淡天蓝色调的“水火色”，质地极优。重量 3106 克拉，大小为 10 × 6.5 × 5 厘米，近似一个男人的拳头。当时献给了英皇爱德华三世，后由荷兰阿姆斯特丹的著名工匠加工成 9 颗大钻石和

96颗小钻石，最大的一颗，叫做“非洲之星（star of Africa）”，重530.2克拉，呈卵形，镶在英王的权杖上。库利南二号是一块近正方形宝石，重317.4克拉，镶在英帝国王冠上。别的也基本上为英国皇室所占有。全部大小钻石总重1063.65克拉，为原石重的34.25%，也就是说，库利南在加工过程中，失去了原重量的65.75%。



拿在手里的[illegible]钻石

【艳钻】　钻石颜色呈浓的红、蓝、绿、棕、金黄、或黑等色者，都叫艳钻。是难得的颜色品种。当前此类艳钻主要产于南非（阿扎尼亚）的金伯利岩中，其它国家金伯利岩中的金刚石，少见艳钻。

【红宝石】　ruby　红色透明的刚玉晶体。化学成分为 Al_2O_3，硬度9，属三方晶系，它可以是一种“星光宝石”，优质者显六道耀眼星光，红色是因含 Cr^{3+} 离子所致，色大红者最佳。著名品种有“鸽血红”红宝石，“石榴籽”红宝石，前者比金刚石还贵重，目前世界上最大的一颗红宝石重167克拉。因产量稀少，二克拉以上即很珍贵。红宝石主要产地是缅甸，产于太古代结晶片岩或结晶灰岩中，为高铝质沉积岩之“变成矿床”。矿化成浸染状。与尖晶石共生。在原生矿床的地表及附近河流冲积层中有砂矿存在。原生矿开采困难，很易在开采时把宝石震坏，砂矿则淘洗后用手选出红宝石。红宝石可以人工制造，我国早在1958年即已正式生产，目前人造的红宝石晶体可长至几十厘米，但人工制品不能用作宝石，只在工业上广泛使用。1960年，用红宝石晶体第一次产生了激光，目前仍为重要激光发生器。此外用作手表轴承等。

【鸽血红宝石】　一种红如鸽血的红宝石，是红宝石中最珍贵者。当前世界上产量稀少，最大一颗鸽血红也只有55克拉。参见“红宝石”。

【蓝宝石】　sapphire　蓝色透明之刚玉晶体。蓝色为含二价铁、钛所致，是珍贵宝石之一，优质者亦属“星光宝石”。产量较红宝石多，且大颗粒者较易得。当前世界上最大的蓝宝石重900克拉。蓝宝石颜色要蓝得深浅适中，太浅色发淡，太深色发蓝黑都不理想。要蓝得象雨过天晴的蔚蓝最佳，阳青色（是一种稍带点绿的蔚蓝色）也很好。蓝宝石主要产于硷性岩岩浆矿床或硷性伟晶岩脉晶洞中，砂矿也很重要。人造蓝宝石多半为无色透明的，不能作为宝石，但在工业上有着许多用途。

【金黄宝石】　yellow sapphire　因含二价镍或铁离子而呈金黄色的透明刚玉晶体。为名贵的星光宝石之一。

【白宝石】　white sapphire　纯净不含色素离子的透明刚玉晶体即白宝石。可以是名贵的星光宝石。此外，用作宝石的无色透明锆石亦称白宝石。

【黑墨石】　black star sapphire　纯黑的透明刚玉晶体，名贵的星光宝石之一。

【闪山石】 opal 也叫闪山云、月华石，是一种很名贵的蛋白石质宝石，化学成分为 $SiO_2 \cdot nH_2O$，常呈白、黑、褐等底色而带耀目的光彩，并具美丽的多种变彩（变色），半透明到透明，硬度5—6.5，质较疏松，和松石一样，易受过高温度影响而改变其颜色，或失去光泽甚至爆裂。故不宜烈日曝晒，亦不能经受震动。采挖、保存均应特别小心。这类宝石主要是表生条件下硅酸胶体的形成物，常夹于湖相沉积层中，或海盆地边缘，由硅酸胶体凝聚而成的蛋白石层中。火成岩、砂岩等经地下水淋滤，胶状硅酸凝聚于裂隙空洞中亦可形成蛋白石，故在火成岩、砂岩甚至石灰岩的裂隙中亦可找到这类宝石；在火山岩气孔中亦可能有蛋白石类作为低温热液胶体矿物产出。

【黑山云】 opal 即一种名贵的黑色闪山石，在黑底色上闪烁着各种耀目的光彩（俗称“火”），而且这种“火”看起来全部聚集向上反射，给人以“光彩夺目”的感觉，非常美丽。参看“闪山石”及“猫眼石”。

【玉滴石】 water opal 一种无色透明如水的蛋白石，矿物学上叫“玻璃蛋白石”，是一种较名贵的宝石，产出特征见“闪山石”。

【欧白】 opal 一种奶黄白色具美丽变色及蛋白光彩的蛋白石，琢磨后闪烁着彩虹般珍珠亮光，从不同角度看变彩强烈，是较名贵的宝石，产出特征见“闪山石”。

【火蛋白石】 fire opal 一种呈红棕、桔黄色而具“火”状反光的蛋白石。是较名贵的宝石，产出特征见“闪山石”。

【贵蛋白石】 noble opal 一种淡黄白或淡蓝色而具美丽光彩的蛋白石，是较名贵的宝石，产出特征见“闪山石”。

【猫眼石】 cat′s eye 即“猫儿眼”，“澳洲猫眼”；是宝石中之珍品，颜色可以是黄、棕或乌黑，而以乌黑者最佳，其表面有一道形如猫眼中所见的“活光”。特别佳者，活光强烈而灵活，在垂直光照射下，更觉耀目闪烁，且适在宝石正中，整个宝石显得乌黑而油亮发光，非常可爱。猫跟石成分也是蛋白石，但比重和硬度都大于同类成分的宝石如欧白、勒子石等所不及，因此有人认为它不属于蛋白石类，实际它是含水较少的蛋白石。其产出特征见“闪山石”。此外，世人所称的猫眼石有时是指金绿宝石（即铍尖晶石）而言，因它亦具形如猫眼的“活光”。其实是两种完全不同成分的东西。为了区别，后者以称“金绿猫眼石”为宜。参见“金绿猫眼石”。

【金漆地】 是一种珍贵的黄色猫眼石。

【勒子石】 tlash stone 也叫“勒子”，是一种浅棕黄色蛋白石质宝石，好的“勒子”也有“活光”，很象“猫眼石”。但较“猫跟石”低级。比重较小，硬度亦稍低，为与“猫眼石”之主要区别。

【血滴石】 haemachate 即矿物学中称的“血石髓”。在葱绿的石髓上有红色小点，状如滴血者，是一种较低级宝石，为优良的工艺美术材料。

【绿石髓】 chrysoprase 是绿色的石髓。因含二价镍或因包裹阳起石、绿泥石微粒而呈碧绿色者。因颜色似翡翠，国际市场上被用来冒充翡翠，是一种低级宝石，但为工艺美术制品的良好石料。加工处理后碧绿油亮，非常美观，很象翡翠，被叫做“英卡”。

【澳洲玉】 一种绿石髓，也叫“南洋翠玉”。

【红玉髓】 sard 石髓之呈红色者。是一种低级宝石，为良好的工艺美术制品材料。

【玛瑙】 agate 玛瑙由硅酸胶体凝聚而成，化学成分为 SiO_2。玛瑙以其色彩丰富、美丽多姿而被当作宝石或作工艺制品。亦常制成玛瑙轴承及乳钵等工业用品。它可以是单色的，但更常见的是具有各种不同色彩的层纹状、条带状、条纹状花纹。玛瑙主要产于基性喷出岩气孔、洞穴中，为低温热液胶体矿物，此外亦产于残（坡）积层及冲积层中。根据颜色与花纹的不同，有着各不相同的名称，如：合子玛瑙、截子玛瑙、缠丝玛瑙、蓝玛瑙、胆青玛瑙、缟玛瑙，酱斑玛瑙、苔纹玛瑙、红玛瑙、锦犀玛瑙等。

【合子玛瑙】 一种漆黑而带一丝白的玛瑙。北京玉石厂曾将其雕成一群黑山羊，每只羊的腰部都绕一白圈，很为别致。

【截子玛瑙】 lace agate 黑白或褐红色彩相间之层状玛瑙，既作饰用，又常琢磨成“玛瑙球”（珠）、玛瑙乳钵等。

【缠丝玛瑙】 sardonyx 细的红白纹相间的玛瑙，既作饰用，又作成精致之玛瑙球（珠）、玛瑙乳钵等。是玛瑙中的最佳品。

【蓝玛瑙】 天蓝或深蓝色的玛瑙。

【胆青玛瑙】 一种单色玛瑙，呈青黑色，常做成玛瑙球等摆设品。

【缟玛瑙】 白、淡褐或黑色花纹平行相间的玛瑙。

【酱斑玛瑙】 dark brown agate 一种单色玛瑙，呈绛紫色。

【苔纹玛瑙】 mose agate 花纹如苔纹、树枝之玛瑙。

【红玛瑙】 carnelian 一种较常见的单色玛瑙，呈红或紫红色。古代的玛瑙朝珠多为其制品，是较为名贵的一种玛瑙。

【锦犀玛瑙】 一种五颜六色混合一起，磨光后显五彩缤纷的彩虹状的玛瑙。

【雨花石】 南京雨花台及江苏六合县八百里桥等地，发育着一层第四纪更新世早期河流沉积的砾石层，地史学中称为“雨花台砾石层”，在南京雨花台厚达数十米，由古长江水系河流沉积而成。砾石一般分选良好，浑圆度极高，大小约 2—5 厘米。成分为下伏白垩系、侏罗系或第三系的各种砂岩、石英岩、硅质灰岩、火山岩、变质岩以及蛋白石、石髓、玛瑙等。雨花石即指这些蛋白石玛瑙、石髓的圆砾，因其浑圆度很高，色彩或花纹美丽，为广大群众所喜爱。

【水晶】 rock crystal 无色透明的石英晶体，化学成分为 SiO_2。除工业上应用外，可作工艺品。主要来源于砂岩或灰岩中的侧分泌阿尔卑斯式脉，以及热液石英脉，花岗伟晶岩脉等的晶洞中或残坡积及冲积砂矿中。

【紫晶】 amethyst 水晶之呈紫色者，以深紫最好，在人工照明下能发血红光彩，是一种名贵宝石。紫水晶的颜色，长期以来认为是外来色素元素高价铁或锰、钛等混入引起的“他色”，但在加热到240—270℃时，紫色会消退并变为黄色，而经伦琴射线照射又可恢复原有紫色，所以也有人认为是内部原子排列状态的某种缺陷所引起的光学现象。紫水晶主要产于伟晶岩晶洞中。

【芙蓉石】 rose quartz 亦称芙蓉玉、祥南玉，即水晶之呈蔷薇红色者，为含色素离子四价钛或锰所致。矿物学中称蔷薇石英。是一种较名贵的宝石或玉雕材料。雕成的工艺品晶莹通透，微泛脂红，很受欢迎。芙蓉石主要产于伟晶岩中。如内蒙、山西等都是我国重要产地。

【黄水晶】 citrine 黄色而透明的水晶，与紫水晶一样名贵，颜色是由于含 Fe^{3+} 离子所致。

【鬃晶】 hair crystal 任何颜色的水晶，晶体透明而包有发状、纤维状角闪石、电气石等包体时，即称为鬃晶，是良好的工艺美术材料。主要产于伟晶岩、热液矿脉或阿尔卑斯脉中。

【烟晶】 smoky quartz 即烟水晶；暗灰褐色、黑色，色素是含碳所致，黑的深浅决定于碳的多少，全黑者称墨晶，多用作工艺制品，主要产于伟晶岩或热液矿床及阿尔卑斯式水晶脉中。

【茶晶】 tea－crystal 烟晶之呈茶褐色者，参见“烟晶”。

【祖母绿】 emerald 祖母绿或叫吕宋绿、绿宝石，是一种翠绿色半透明－透明的绿柱石。化学成分为 Be_3Al_2〔Si_6O_{18}〕，性质稳定，不易受腐蚀，玻璃光泽，硬度7.5，但硬而脆，易于撞碎。其内部经常有一种类似水晶晶体中的“绵”纹存在，俗称蔗渣纹或蝉翼，这是真正天然祖母绿的重要特征之一。人造赝品不易产生这种“纹”，即使有纹，赝品中的纹也是近圆形或同心圆形的，而不是天然宝石中的平行直线纹。优质的祖母绿，碧绿清彻、晶莹凝透和翡翠一样是宝石中的珍品。这种宝石主要产于绿柱石花岗伟晶岩及其相应的砂矿中。

【海蓝宝石】 aquamarine 一种绿柱石质宝石，色较水蓝宝石深，呈绿蓝色透明或半透明，深蓝透明者为名贵宝石，产于绿柱石花岗伟晶岩矿床中。

【水蓝宝石】 一种透明如水的浅蓝色绿柱石质宝石。

【金绿宝石】 宝石中所称金绿宝石是指金黄色透明的用作宝石的绿柱石，是一种名贵宝石。不是矿物学中的金绿宝石，那是一种铍尖晶石，与绿柱石根本不同。金绿宝石主要产于铍伟晶岩中。

【柏比氏石】 bixbite 一种深玫瑰红色绿柱石质宝石，产于美国犹它州，原石晶体不大，故宝石较小。据研究，其红色是微量锰所导致。bixbite系由一人名演化来，故译柏比氏石。

【晶宝石】 尖晶石族矿物之透明呈红、玫瑰红、蓝色者。其化学成分为 $MgAl_2O_4$，等轴晶系结晶，硬度7.5—8。主要产于接触变质带及区域变质岩中，也见于相应的砂

矿中。本品还经常用作各种名贵的宝石之赝品出现于国际市场。

【金绿猫眼石】 chrysoberyl cat's eye 一种具有活光的金绿宝石（属尖晶石族）。化学成分 $BeAl_2O_4$，淡绿黄色或淡绿黄褐色。玻璃光泽，半透明至透明。硬度 8.5，以质坚色美著称于世。有“东方猫眼”、“锡兰猫眼”之称，为珍贵宝石之一。常产于接触变质带或区域变质岩中，也见于伟晶岩中。

【翠绿宝石】 一种深翠绿色的铍尖晶石，成分 $BeAl_2O_4$。翠绿色是含 Cr_2O_3 之故。此石透光视之为紫红色，反射光中却呈翠绿色，故亦称“变石”。是一种妆饰用宝石。常产于接触变质带、区域变质带或伟晶岩脉中。

【变石】 alexandrite 见“翠绿宝石”。

【碧玺】 turmaline 电气石之透明色美，符合宝石或玉雕要求者通称碧玺。它属三方晶系，硬度 7—7.5，颜色有绿、蓝、粉红、玫瑰红等色。透明度高，粉红、绿者是相当名贵的宝石。而杂色透明度高者是贵重玉雕材料。当一块碧玺上出现不同颜色时，艺人就巧妙的利用天然色彩，雕成各种景象的艺术品，譬如“绿斑”雕成树叶，“粉红斑”雕成花瓣，“黑斑”雕只小虫等等，组成一幅逼真的自然景象。工艺美术中叫做“俏色”。所以碧玺是我国“天津彩玉雕”的贵重材料。主要产于花岗伟晶岩及高温热液石英脉中。

【红碧玺】 rubellite 见“碧玺”。

【风信子石】 一种浅蓝色透明用作宝石的锆石，亦称浅蓝暹石，成分为 $ZrSiO_4$，正方晶系，金刚光泽，硬度 7—8，耐高温，耐腐蚀，是一种相当名贵的宝石。赝品多为蓝色尖晶石。主要产于硷性伟晶岩中。

【浅蓝暹石】 即风信子石。

【红锆】 jacinth，hyacinth 淡红色透明的锆石作宝石者。

【蓝锆】 starlite 即蓝色透明的锆石作宝石者。

【黄晶】 topaz 黄玉之透明度好符合宝石条件者。其化学成分为 $Al_2(SiO_4)(F、OH)_2$ 色黄或无色，硬度 8，玻璃光泽，正方晶系，是名贵宝石之一。主要产于花岗伟晶岩及高温热液矿床中。

【天河石】 amazonite 一种碧绿色的微斜长石，化学成分为 $K[AlSi_3O_8]$，并含少量铷和铯。玻璃光泽，硬度 6，可作工艺石雕。主要产于伟晶岩中。

【日光石】 sunstone 含分布很均匀的鳞片状镜铁矿微细包体的更长石（奥长石）。呈金黄色或灰红色闪光。是名贵的工艺石雕材料，也叫“砂金石”，硬度 6—6.5，玻璃光泽，主要产于硷性岩、酸性岩及相应的伟晶岩中。

【砂金石】 宝石中的砂金石可以是①日光石的别名，见“日光石”；②东陵石的别名，见“东陵石”。

【月光石】 moon stoue 拉长石之透明一半透明，色美符合工艺石雕要求者。化学成分为（Ca，Na）$Al_2Si_3O_8$，硬度 6—6.5，具两组斜交解理，玻璃或珍珠光泽，由于在｛001｝解理面上具显著而强烈的变彩，转动时呈美丽的淡蓝、淡绿、淡黄等变

色。月光石是一种良好的饰用或工艺美术制品材料，主要产于基性岩中。据章鸿钊考证，我国战国时代一块很出名的璧玉——和氏璧，就是一块美丽的月光石（拉长石）。它也具美丽的变彩，据说"侧而视之色碧，正而视之色白"，这是由于钠长石分子在钙长石晶格中成细包裹体具定向排列对光反射干涉后引起的一种现象。这块和氏璧就是历史故事"完璧归赵"中所叙述过的。后来因被秦丞相李斯用以制成傅国玉玺而著名于世。但和氏璧的发现经过表明，它原来包在普通石头中，是所谓的"璞"。外表看不出是块美丽的璧玉，只是经过剖开之后才为人们所认识。这与月光石的特点不太符合。因此，关于和氏璧究竟是什么矿物，还有待进一步考证。

【和氏璧】　见"月光石"。

【贵橄榄石】　bottle stone　透明的橄榄石，淡黄绿、绿色，硬度6.5—7，玻璃光泽，颗粒大时，是一种名贵宝石，其化学成分为（Mg，Fe）$_2$SiO$_4$，难熔，主要产于超基性岩中。

【紫牙乌】　garnet　深紫红色透明度高的铁铝榴石，化学成分为$Fe_3Al_2[SiO_4]_3$，等轴晶系，玻璃光泽，硬度7—7.5，坚硬，化学性质稳定，不易受侵蚀或起变化，是较名贵宝石之一，国际市场上很受欢迎。主要产于矽卡岩及区域变质岩中。

【翠榴石】　demantoid　绿色透明的钙铁榴石，化学成分为$Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$，等轴晶系，玻璃光泽，硬度7，化学性稳定，不易受腐蚀或起变化，是较名贵宝石之一。主要产于矽卡岩及区域变质岩中。

【深红榴石】　carbuncle　一种深红色透明的镁铝榴石，化学成分为$MgAl_2(SiO_4)_3$，等轴晶系，玻璃光泽，硬度7，是一种较名贵宝石。主要产于超基性岩，特别是金伯利岩中，与金刚石、尖晶石、铬铁矿共生。

【加纳石】garnet　即石榴石质宝石的通称。

【蔷薇榴石】　rosolite　钙铝榴石宝石之淡石竹色者。主要产于墨西哥。

【加利福尼亚石】　californite　钙铝榴石质宝石。因含符山石细微包体而显绿色者。产于美国加利福尼亚，巴基斯坦和南非。

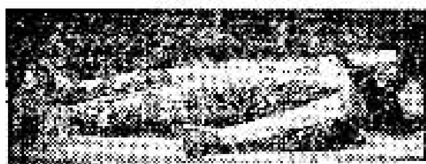
【肉桂石】　cinnamoon stone　一种美丽的肉桂树色钙铝榴石质宝石。产于美国魁北克。此石一般不大，但在国际市场上很风行，最大者重25克拉。

【坦桑石】　tanzanite　黝帘石质宝石现通称"坦桑石"。黝帘石是一种钙铝硅酸盐矿物。长期以来，并未发现有能作宝石原料者。1960年末，才在坦桑尼亚发现了蓝到青莲色透明的黝帘石晶体，有人将它琢磨出少数宝石来，虽很美，但不为世人所承认。1967年在美国成立了一个著名的宝石公司——"泰芬尼公司"（Tiffany&Co）它注意到坦桑尼亚的蓝色黝帘石可以琢磨出美丽的"蓝色石"，于是将它取名"坦桑石"，并推荐于世界宝石界，这样"坦桑石"立刻声价十倍，供不应求。现在已成为国际上很流行的一种饰用宝石。而且除蓝色、青莲色者外，还有大量灰、绿、褐、淡黄、紫萝蓝及石竹色石产出。此石一般还较大，最大可达100克拉以上。而且已有猫眼坦桑石发现，也是蓝色的，叫"蓝猫眼坦桑石"（blue cat's eye tanzanite），重可达10—20克拉。

【蒙蒂伯莱石】 montebrasite　纳米比亚的卡里比（Karibib）产的一种淡紫色非常美丽的磷铝石质宝石。磷铝石化学成分是（Li，Na）Al（PO_4）（F，OH）。蒙蒂伯莱石是其中一种富“OH”的变种。在国际宝石市场上属贵重宝石。这种变种的磷铝石首见于法国的蒙蒂伯莱（Montebras），故名。

【猪血堇青石】 blood shot iolite　是一种血红色的堇青石质宝石。以产于斯里兰卡为主。堇青石宝石具“二色性”，从不同角度视之，色彩不同。是一种珍贵宝石。

【玉】 jadeb　在不同情况下，“玉”的涵义差别很大；狭义言之，专指“硬玉”和“软玉”；广义言之，则还包括许多用于工艺美术雕刻的矿物和岩石，如岫岩玉（蛇纹石族及软玉矿物），碧玉（主要由海底火山喷发形成的硅质胶体沉积岩）、青田石（主要成分是叶蜡石）等。我国出土文物中有许多代表劳动人民无穷智慧的名贵玉雕或玉制品，最著名的是汉代的“金缕玉衣”，用金线把2619块玉片穿联而成，反映了我国古代高度发达的玉石切割（瓛玉）和加工琢磨技巧。我国近代的玉石工艺，更达到非常高的水平。一块玉，广东的艺人可以把它瓛成极薄而透明的薄片漂浮于水面，称为“广片”。至于我国浙江的“青田玉雕”，天津的“彩玉雕”，湖北“松石雕”等等，更是久负盛誉于国际市场。



汉中山靖王后窦绾的金缕玉衣

【翠玉】　广义地说，是绿色玉的统称，当然首先是指翡翠而言，还包括别的绿色玉，如我国的台湾玉，美国的“加州玉”以及“澳洲玉”、“非洲玉”等各种不同成分而同为绿色的玉。狭义地说，翠玉专指翡翠，缅甸人所称之“罗甘”、“洛”也是翡翠。

【碧玉】 jasper jade　碧玉有两种含义：❶指 SiO_2 胶体沉积物碧石，呈蓝、紫红、青绿色及各种五颜六色，是一种地槽型海相火山喷发带出的硅酸胶体和海底的有孔虫、放射虫硅质软泥作用沉积而成，是一种玉雕材料；❷有时泛指玉类或翠玉。

【翡翠】 jadeite　是一种翠绿色的硬玉，硬玉实质上是单斜辉石中硷性辉石的一种，化学成分为NaAl（Si_2O_6），常呈隐晶质致密状，由无数细纤维状微晶交织而成，珍珠或玻璃光泽，硬度6—7，难溶，化学性稳定，透明或微透明，颜色翠绿、苹果绿到白、红等都有。其实“红色为翡，绿色为翠”，故翡翠并不应该认为一定是绿色，但“翡玉”较少，且价格远不如“翠玉”，故逐渐形成了翡翠是绿色玉的专用词；翡翠的绿色，还可分为葱绿、葡萄绿、秧绿、豆绿、青绿和真正的翡翠绿，其中以翡翠绿最好。由于翡翠色鲜美，光泽喜人，透明晶莹，硬而不脆，不易损坏，为许多别的玉类宝

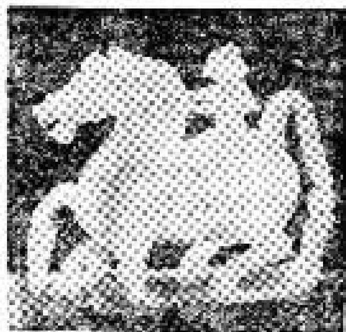
石如松石、猫眼石等所不及，故非常受国际市场欢迎，优质者价极昂贵。它主要产于缅甸克钦邦密支那西南的孟拱一带，故亦称缅玉。矿床有三种：①产于围岩为结晶片岩的串珠状——脉状岩脉中，成群出现，是一种与蛇纹石化橄榄岩有关的伟晶状岩脉，各种品级的硬玉块与钠长石巨晶块共生。硬玉块很大，可达数百公斤，这种脉，可能是在低温高压区域变质条件下橄榄岩浆分异而成，其中硬玉多为“杂色玉”，翠玉只是其中一部分。这种原生矿床的翡翠，被称为“老山（坑）玉”。②上述原生矿床地表残积层中产一种质疏松而光泽差的玉，当地人称为“新山玉”。③现代及第三系中的河床冲积砂砾矿床。其所产玉，质地细腻致密光滑，当地人称之为“水皮矿”。“老山矿”、水皮矿玉质都很好，当地人称为“水多”，意思即玉质凝重光泽好。新山玉则水少，意即玉质疏松，外表粗糙，光泽差。评价玉，主要看色彩及“水”，要从色素的浓淡、透明程度、色泽的均匀及“瑕疵”等方面来考虑，以绿得有如冬青树叶经雨后受阳光映照所发的深绿为最好，色泽越淡越差，并且浓淡要均匀，任何杂色斑及痕迹裂隙均为瑕疵。透明度越高越好，要浓绿而清彻，即所谓“质细嫩而透”，晶莹凝重者最佳，优质翡翠是玉中珍品，劣质的杂色玉价值很低，甚至被打磨成石凳、石桌。

【硬玉】 chalchiguite 见“翡翠”。

【软玉】 nephrite 即缅玉，是一种交织成毡状的阳起石或透闪石纤维状微晶集合体，阳起石的成分为 $Ca_2(Mg,Fe)_5[SiO_{11}]_2(OH)_2$ 而透闪石为 $Ca_2Mg_5[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$，阳起石颜色较深，一般由墨绿到苹果绿色，而透闪石色较浅，常由乳白到苹果绿，亦偶有墨绿色，透明或半透明，硬度 5.5—6，质坚韧而不易压碎，但易熔。琢磨后显灿烂的腊状光泽，具透明晶莹感。深绿色者亦是“玉中珍品”，与翡翠很难凭肉眼区别。软玉主要产于接触变质带及浅变质岩带的绿片岩相中，亦可由基性火成岩蚀变或变质而来。我国许多古玉主要都属软玉范畴，例如我国自古著称的，新疆于阗的玉龙哈什、哈拉哈什两河上游昆仑山脉的黑山山峰（原生矿）及山麓（坡积矿）所产之“于阗玉”、“羊脂玉”及陕西“蓝田玉”等名玉，都属于软玉。

【和田玉】 产于于阗，于阗属和田专区，故亦称和田玉。这是我国著名玉石之一，虽属软玉范畴，但少有绿色者，主要是白、黑及杂色玉。其中有一种洁白的，质地细致坚硬，具油脂光泽，称“脂玉”，是于阗玉中质最佳者。又有一种纯黑的，称“墨玉”都是我国出名的玉种。在故宫博物院中，陈列着一块重达 10700 多市斤的大型和田青玉雕，是清乾隆时由新疆密勒塔山采来，当时用几百匹马和上千人拉了三年，跋山涉水八千余里运到了北京，又转运去扬州由当时最著名的工匠数百人用了六年多的时间才雕琢完一幅“夏禹治水”浮雕，画面表现出治水人物劳动情景与大量的山、水、树木相衬，体现了我国劳动人民的无限创造力。

【羊脂玉】　white jade　**即白玉，纯白的和阗玉。是久负盛誉于国际市场的玉种。**



[illegible]

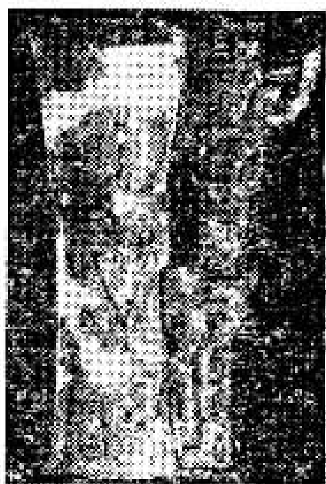
【白玉】　white，jade　**即“羊脂玉”。**

【墨玉】　black jade　**见“和田玉”。**

【青玉】　grey Jaspcr　**一种青绿或浓绿色的和田玉，在古代即已广泛利用。故宫博物院中的“青玉磬”是我国珍藏的一种古乐器，“磬”由大青玉块制成，浓青绿色泛油脂光泽，一套共** 12 **块，击之发不同音律，每块长约** 90 **厘米，高约** 60 **厘米，厚** 4 **厘米。**

【蓝田玉】　**以产于陕西蓝田县而得名，是我国自古以来的著名玉石之一，虽属软玉范畴，但少绿色者，主要是殷色、白、黄、灰等色。章鸿钊《石雅》据唐、宋地理志：蓝田属京兆府，土贡无玉。因此推论蓝田玉或原产于古代西域，而聚散于蓝田（历代首都附近的重镇），逐传为蓝田所产。参见“软玉”。**

【松石】　turquoise　**也叫土耳其玉。为矿物学上的绿松石，是一种含铜铝的基性磷酸盐，成分为** $CuAl_6[PO_4]_4[OH]_8 \cdot 5H_2O$**；苹果绿、蓝绿或天蓝色，隐晶质致密块状，微透明或不透明，蜡状光泽，性脆，硬度** 5—6**，用作宝石或玉雕材料，为贵重宝石之一。绿松石晶体结构中之**〔OH〕**根及结晶水，受温度影响，很易脱离结晶格架而失去，因此即使在火炉旁边也易变色。而且因质较疏松，当与有色物质接触时，易受渗透而变色，甚至与肥皂水接触，被皂水渗入宝石内即无法除去而受损坏。但这种宝石可以通过人工来加色，不过这种加色松石，遇水即变色。绿松石是一种表生条件下由含铜水溶液与含氧化铝矿物（如长石等）及含磷矿物（如磷灰石）的岩石作用后，在裂隙中沉淀而成的矿物。我国以湖北郧县产者质最佳。湖北竹山，陕西白河亦有产出。我国最晚在公元前** 12 **世纪的商代，即已用松石作为贵重装饰品（见图）。**



商代嵌绿松石带把象牙杯，高30厘米

【粉翠】 lavender jadeire 也叫京粉翠、桃花石，是适合玉雕的蔷薇辉石；其化学成分为（Mn、Ca）SiO_3，粒状或块状集合体，玫瑰红色，半透明—透明，玻璃光泽，硬度5.5，是一种较好的玉雕材料。常用来雕出晶莹泛红的艺术品；它主要产于热液矿床及矽卡岩矿床中，或由含锰沉积岩经区域变质而成。

【桃花石】 rhodonite 即“粉翠”。

【青金石】 lazurite 一种天蓝至深蓝色石料。微透明至不透明，硬度5—5.5，油脂光泽。由于其中常夹有黄铁矿的细粒，磨光面上往往在深蓝色背景中有闪亮的金星。很早以来，就已用作一种贵重的细雕及装饰石料。我国古称“□璃”者即此石。矿物学中也叫青金石，化学成分为 $Na_6Ca〔AlSiO_4〕_6$（SO_4，Cl，S）$_2$，主要产于碱性岩与碳酸盐岩接触带中。

【岫岩玉】 也叫岫玉，是适合玉雕的蛇纹石族矿物，化学成分为 Mg_6〔Si_4O_{10}〕〔OH〕$_8$，颜色一般湖水绿、苹果绿或淡绿白色，微透明—半透明，以产于辽宁岫岩县而得名。我国著名文物，满城汉墓中出土的金缕玉衣即用岫岩玉片制成。

【古绿石】 verd antique 是一种蛇纹石化大理岩，淡绿色致密块状，质细腻，含方解石、白云石、菱镁矿，滑石条带或斑点时形成美丽的花纹，具腊状光泽，是良好的工艺美术石料。

【京白玉】 一种白色的“次生石英岩”。隐晶质块状，硬度高，坚硬耐磨，是一种玉雕材料。

【密玉】 以产于河南密县而得名；是一种“次生石英岩”。黄色到黄褐色，为中酸性火山岩次生石英岩化的产物，可作玉雕材料。

【独山玉】 也叫南阳玉，是我国古已有名的玉种，为一种“次生石英岩”。色白中带翠绿，有点象翡翠。产于河南南阳独山。

【洛翡】 因产于陕西洛南而得名，是我国新近发现和利用的一种工艺石料，颜色呈胆矾蓝绿色，细粒结构，块状构造，硬度4至6，（由于成分不均匀，硬度有差异）可能亦与“南阳玉”、“密玉”一样为一种“次生石英岩型”玉料，绿色为次生石英岩化过程中带来铜离子所致。此石料基本色很好，有利于作“人工加色宝石”。

【东陵石】 aventurine 凡含细鳞片状云母或细云母片状赤铁矿而且分布均匀的“次生石英岩”或水晶晶体，都叫东陵石（后者在矿物学中叫“砂金石”），可作宝石或工艺雕刻石料，其化学成分主要是 SiO_2，琢磨后呈闪烁的金黄色、粉红色、油绿色、较贵重。以绿色、碧绿色者最好，绿色是细鳞片状铬云母均匀分布于次生石岩中所致。原石肉眼清楚可见铬云母的细片，玉石师傅称为“眼”，“眼”多而大小在1毫米左右者色最佳，眼大而少则颜色发淡。我国独山玉（南阳玉）中很可能有一部分应属“东陵石”。只是可能“眼”偏小和少而已。

【青田石】　浙江青田石雕历史悠久，与天津彩玉雕、湖北松石雕等共负盛誉于国际市场。青田石是一种叶蜡石族矿物，化学成分 $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$，呈致密块状，硬度 2—3，腊状光泽，具滑感，颜色有红、白、灰、黄、苹果绿各色。按其色泽的不周，结构的粗细及石纹的变化而分别名之为“青田冻”、“灯明石”、“鱼腊冻”、“松花冻”、“风门青”、“风门蓝”、“松皮冻”、“紫檀冻”等名称。其它如福建的寿山石（又名冻石、塔石），广东的“广绿石”，辽宁的“林西石”以及浙江的“昌化石”，都是此类物质。其矿床主要为酸性火山岩经中、低温热液蚀变而成。

【寿山石】　agalmatolite　产于福建福州东北的寿山而得名，常用以制图章及各种工艺摆设品，参见“青田石”。

【昌化石】　产于浙江昌化县的康山而得名，参见“青田石”。

【鸡血石】　bloodstone　即昌化石中因含辰砂，而呈鸡血红色者，是一种出名的印章石或制工艺摆设品。参见“青田石”。

【广绿石】　产于广东，色暗绿，条痕淡绿，参见“青田石”。

【林西石】　产于辽宁的林西而得名，色白，新鲜切面上常具有多数小斑点。参见“青田石”。

【虎眼石】　tigereye　是一种符合宝石或玉雕要求的硅化石棉。成分主要是 SiO_2，硬度 7，一般棕黄色，由于 SiO_2 交代并胶结石棉纤维，故此石质致密，适于琢磨。琢磨后显棕黄色并闪耀着金刚光泽。优质者更由于包裹着金黄色石棉纤维束而闪烁着一条“活光”，整个宝石形如棕黄色发光的“虎眼”，故名虎眼石。此种宝石如系由 SiO_2 交代蓝石棉生成时，则呈深蓝色，一般深蓝色虎眼石较棕黄色者稀少而贵重。虎眼石是优良的饰物或工艺美术制品石料，很受国际市场欢迎。由于是石棉脉被硅质交代，故脉的厚度即限制了原石的大小。原石一般成长条状，多数只厚数厘米，二、三十厘米者少见。由于质地均匀，故能雕制大件作品，在各种石棉矿体中，应注意寻找“硅化强烈”不合“工业用棉”要求的地段送交有关宝石单位检查。本品亦叫“木变石”，这是世人一种误认，绝不是“硅化木”。我国北方产的“浙川玉”，实质上也是一种优质虎眼石。但颜色不是普通虎眼石的棕黄色，而是闪烁着金刚光泽的棕红色，磨光后性能极为良好。

【东北虎眼石】　我国北方产的一种虎眼石。棕红色，由 SiO_2 交代铁质蓝石棉纤维束而成，纤维束分布不规则，与外国产原石纤维垂直脉壁整齐排列者不同。我国这种虎眼石原石肉眼看来和棕红色的燧石很相似，细看可见多量的纤维状石棉束包体，琢磨后显美丽耀目的金刚光泽，整块宝石在棕红闪亮的底色上闪烁着金黄、金红或蓝色石棉束的丝绢状闪光，比进口原石的制品美观得多。

【琥珀】　amber　亦称遗玉。是第三纪松柏科植物的树脂，经地质作用掩埋后石化而成，故常产于煤层中；为一种有机矿物，成分相当于 $C_{10}H_{16}O$。一般黄、淡黄褐色，微透明到透明，性脆，硬度 2—3，松脂或珍珠光泽。质佳者用于雕各种工艺及装饰品，劣者只作化工原料。琥珀中常包有古代各种完美的昆虫遗骸，在古生物研究中，

有很大意义。琥珀可入药。

【血珀】 琥珀之呈红色者，常用以制工艺摆设品。

【珊瑚】 Coral 是一种低等动物珊瑚虫的遗体。颜色以白、红、紫为多见，而以红、赤红色质致密者最佳，常用来制项链、指环等饰物，国际市场上也很受欢迎。由于珊瑚虫在温暖、水清、含盐度较低的浅海环境中生活，吸收海水中的碳酸钙以形成自身骨骼和形成礁石，故珊瑚的主要成分为 $CaCO_3$。我国的台湾，西沙、南沙诸岛都是珊瑚的主要产地。

【孔雀石】 malachite 化学成分为 Cu_2〔CO_3〕（OH）$_2$。色绿，硬度 3.5—4。当成块状，质地均匀不含杂质时，琢磨后显美丽的翠绿色花纹。是一种优良的工艺美术制品原料。我国湖北，广东均有产出。产于铜矿床的氧化带中。

【金星玉】 一种人造玉料，加金（铜）粉于玻璃中制成。可以有各种颜色。以紫红、古铜、碧绿为主。常用以雕刻小摆设品。在玻璃光泽的底色上发着闪烁的金粉亮光。显得非常美观。

【乌钢石】 是一种钢灰黑色致密块状的赤铁矿，可作装饰品，价极低廉。化学成分为 Fe_2O_3，硬度相当高，达 6 以上。

【彩石】 矿物或岩石色美、硬、质细腻均匀，易琢磨，光泽强，磨光后显美丽花纹或色调，可作工艺美术原料或装饰石料者。我国彩石资源丰富多彩。如云南大理石即为最优良彩石之一。

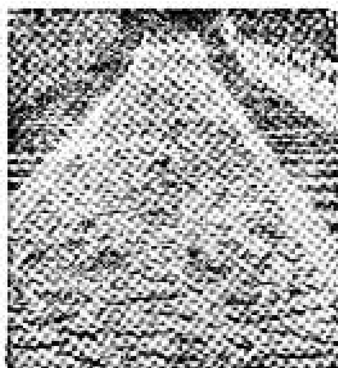
【大理石】 marble 以云南大理苍山所产最佳故名。大理石即岩石学中的大理岩，它一般都可作建筑石材或装饰石料，优质者可作工艺制品，各地所产大理石，由于花纹色彩不同，工艺上给以不同名称（其中部份为灰岩）如云南的“云石”、“云南灰”，河北的“雪花”、“桃红”、“墨玉”、“曲阳玉”湖北的“云彩、“福香”、“粉荷”、“雪浪”、“脂香”、“银荷”、“锦涛”、“紫纹玉”、“绿野”、“红花玉”、“残枫”、“龟壁”、东北的“东北红”、“东北绿”、北京的“艾叶青”、“芝麻花”、“螺丝转”，山东的“莱阳绿”、“紫豆瓣”，江苏的“海涛”、“宁红”、“奶色玉”、“高资白”、贵州的“曲纹玉”，浙江的“残雪”等等，名目繁多、五彩滨纷，显示出我国丰富多彩的优良建筑和工艺石料资源。北京的人民大会堂等十大建筑及地下铁道车站等都普遍使用了建筑饰用大理石，而云南的“云石”更是许多工艺制品“石屏”、“石瓶”等的贵重材料。大理石主要产于区域变质带或接触变质带中。我国最晚在公元前 12 世纪的殷代，即已利用大理石作为石雕材料。附图为殷代雕刻的大理石水牛，项下有司辛二字。色洁白，长 25.1 厘米，高 14.3 厘米。



殷代雕刻的大理石水牛

【云石】 云南大理苍山所产的大理石是一种具山水画花纹的大理石，在白或浅灰色背景上由灰、深灰、褐、浅黄褐等色素显现出“丛山”、“险峰”、“彩云”等花纹，非常美观。是名贵的彩石，常用作工艺制品。如“石屏风”等摆设。

【汉白玉】 纯白色的大理岩。是一种著名的石雕材料。天安门前的石华表，故宫内的许多石雕、栏杆、雕刻精美，是古代的汉白玉杰作。例如故宫保和殿后的一块巨大的云龙石长16.57米，宽3.07米，厚1.70米，重达250吨，其上刻满龙云，为驰名中外的作品。



故宫保和殿后汉白玉雕刻的云龙石

【东北红】 紫色含迭层石细粒致密灰岩、磨光后显美丽光亮的紫色。是一种著名的建筑用彩石，北京火车站出站甬道中的大柱即用东北红装饰。产于辽宁金县震旦纪地层中。

【东北绿】 一种蛇纹石化大理岩，是很出名的饰用大理石，在白色的大理石底板上，稠密浸染散布着浅橄榄绿色的蛇纹石，磨光后呈美观的油脂状橄榄绿色，主要产于辽宁。

【曲纹玉】 一种呈奶油色细—中粒结构的大理岩，磨光后在浅奶油色背景上均匀分布着深黄色铁质条纹和方解石晶粒组成的不规则弯曲花纹，故名曲纹玉，是一种很好的建筑装饰用彩石。产于贵州。

【桃红】 一种粗晶粒肉红—桃红色大理岩。磨光后很象新鲜的伟晶岩中的微斜长石。肉红色，玻璃光泽，是优良的建筑饰用大理石。产于河北。

【艾叶青】 青灰、浅灰色大理岩，细—中粒结构，磨光后在青灰的底色上散布着细条纹状深灰色稀疏曲纹，油光发亮而略给人“淡青”感觉，有如艾叶，故名艾叶青，是很著名的一种建筑彩石。人民大会堂门前大石柱，即为本品所装饰者。产于北京近郊。

【曲阳玉】 白色粗晶大理岩，白的底色上散布着少量黑或深灰色斑点。主要产于河北。

【莱阳绿】 一种蛇纹石化大理岩。中—粗粒，暗绿色蛇纹石，均匀散布于大理岩中，亦为一种美丽的建筑彩石，但因蛇纹石呈暗橄榄绿色，偏绿黑，不如“东北绿”美观。产于山东莱阳。

【紫纹玉】 一种紫色中细粒铁染大理岩，磨光后呈深浅不等的紫色花纹，为良好

的彩石。产于湖北大冶。

【云彩】 在浅灰白底色上，带有不规则形如云彩的紫色、灰色斑块的大理岩，细粒结构，产于湖北。

【紫豆瓣】 一种暗紫色砾状或竹叶状泥质灰岩，砾石边缘常因风化而呈深紫棕色氧化铁外壳，磨光后在油润闪亮的紫红色背景上，分布着紫色竹叶状砾石组成的定向排列花纹，以砾石大小由 0.2—3 厘米者最美观。是一种很好的彩石。本品即地质上的“竹叶状灰岩”。产地山东。

【金墨玉】 一种建筑用彩石，就是深黑色结晶灰岩，磨光面乌黑油亮，产于河北涿鹿。

【克拉】 carat 宝石的重量单位。一克拉现全世界统一定为 200 毫克，即 1/5 克。克拉这个名词，原是希腊文，意思是地中海边生长的一种刺槐的果实。这种果实个个一样重，因此，古时被用来作为宝石的重量单位。过去，克拉的重量不统一，有些国家以 210 毫克为一克拉，有些又以 189 毫克为一克拉。1877 年英、法、荷等国商定以 205 毫克为一克拉，到 1907 年，为配合公制衡量标准，在巴黎公制会议上才最后修订为 200 毫克。

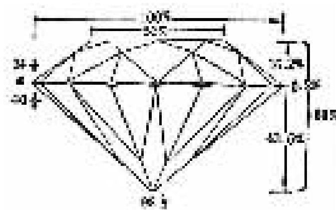
【欣赏石】 某些矿物晶体由于硬度较低，不宜作佩戴饰用石，但颜色却非常美丽，国外常将它琢磨成欣赏用宝石，叫欣赏石。当前常见的是各种颜色的萤石宝石；金黄、玫瑰红、大红、胭脂红、蓝、绿、紫等色的艳色方解石；某些颜色美丽，透明、致密质纯无瑕疵杂质的菱锌矿、白铅矿；某些金红色重晶石；棕黄色重晶石和一些符合条件的白钨矿、锡石、赤铁矿等。

【色级】 评价钻石颜色时所用的等级，称为钻石的色级。由于钻石以无色透明纯净如水者最佳，称“净水钻”，而黄色素则常不同程度出现，故习惯上就以黄色素的多少来表示其颜色的等级优劣。黄色素愈少，就愈接近纯净无色净水钻，此时就叫“100 色”，为最高色级。依次降为“99 色”、“98 色”、“97 色”……“96 色”等。“100 色”亦称“十足色”，是净水钻的色级，为最优等。“95 色”以上都仅有极微的黄色，不与纯白（如化学滤纸）对比，外行人看不出来。“95 色”到“90 色”之间黄色仍极微弱，但在有纯白对比下，已较易感到黄色素的存在。“85 色”有较明显的淡黄色。“80 色”则有明显的黄色。“75 色”指显著的黄色，“75 色”以下已不宜作饰用。

【邪色】 有颜色的宝石，如颜色不纯净，其中夹杂别的色素或色斑时，就叫“色不正”或“邪色”。这样的宝石，颜色被认为不理想。其“色级”常要减等，价格降低。

【批工】 cut 亦称“造工”。钻石和其它宝石都是由宝石矿物经过人工琢磨而成的，这种加工琢磨就叫批工。任何宝石，批工精美与否很重要，它直接影响宝石的质量。对钻石来说，批工是否优良，更是钻石是否能充分发挥其灿烂闪烁的“金刚光泽”闪光的重要因素之一。优良的批工，能按钻石本身特征，运用光学原理，使投射于钻石表面的光线，最大量地向外反射，使钻石显得光彩夺目。一般是把钻石批成由若干几何

形态的瓣面组成，这样光线就不会透过钻石，而由瓣面全部反射出来。过去，批工要经工匠苦心设计。钻石通常批成“正圆形”、“正方形”、“长方形”、“橄尖形”、“鸡心形”、“梨形”、“杏形”以及“畸形”等。现代则尽量批成“正圆形石”。六十年代以来，一颗正圆形石该如何批才最为理想，已研究出标准格式，叫做“标准批工”。这样，一颗正圆石的瓣数、瓣形、大小和整个钻石的长、宽、厚比例都已标定。下图就是一颗标准批工正圆形石的形态及各部分的比例。这是经过光学原理研究后，被世界公认为最好的“新式批工”。凡是不按这样批的钻石，就叫“不符合标准规格”。四—五十年代以前的钻石都是“不符合标准规格”的“旧式批工”批的，它的瓣数不定，瓣的形态变化，钻石宽、厚比例不好（一般太厚），不是尖底，常有一个“底瓣”，或小或大，“大尖底”最劣，钻石在放大镜下像有一“大窟窿”，黑洞洞的很难看。


标准批工正圆石

【新工双瓣石】　符合标准新式批工的钻石就叫新工双瓣石。它的特点是顶平阔、边薄、底尖、57 瓣组成，瓣面精致优美。钻石反光能力极好，呈灿烂的七彩闪烁耀眼。

【八瓣石】　现代钻石批工，对一些小的陪衬镶嵌钻，一般批成“新工单瓣石”，就是上部和下部都批成 9 个瓣面。因此，除顶瓣及底尖外，实际上，上部、下部都是 8 个瓣面，故又叫“八瓣石”或“八翻石”。这是小粒用作陪衬镶嵌钻的批法，大粒钻不这样加工。

【瑕疵】　宝石的瑕疵，包括“脏”、“裂纹及绵纹（蝉翼）”、“包裹体”等。“脏”就是宝石矿物在晶体形成过程中杂质混入而出现的小点、丝纹、斑点以至斑块。脏是最主要的瑕疵。习惯上把瑕疵分为六等，即：“全美（净）”、“微花”、“一花”、“二花”、“三花”、及“大花”。称作宝石（主要是钻石）的“全美度”，以十倍放大镜下观察为准。“全美”是指钻石无任何脏、裂纹、绵纹、缺陷、包体等等。“微花”是指有极小白点或小黑点、或小绵或小裂纹，具有其中之一种，在十倍放大镜下很细心观察才能找到者。“一花”是指在钻石里面有一、二点小白点或小黑点或一、二丝绵纹或少量裂纹等毛病，比微花重些，但毛病基本不在顶瓣，如在顶瓣，只限于一点或一丝。“二花”是指钻石里面有二、三点小白点或黑点或绵纹，或在边缘有些轻微裂纹，用十倍放大镜易于见到者。“三花”是指钻石里面有三、四点白点或黑点或绵纹或裂纹，有时不用放大镜已能看到这些毛病者。“大花”是指上述毛病不用放大镜也清楚可见者。“大花”而又是“黑花”的话就称“大黑脏”，这样的瑕疵，就使钻石失去饰用价值。

【火】　brilliancy　或称闪光。即宝石的闪光。火的概念，并不完全与矿物学中的“光泽”一词相同，更不与“颜色”的概念一致。矿物学中划分的“光泽”等级，不能满足宝石研究中对火的描述。许多形态特殊的火，也不是光泽的成因所能解释。宝石的火，包括：①一般闪光②勒光（宝光）③变色闪光④丝状闪光⑤缤纷灿烂七彩闪光⑥星状放射闪光⑦猫眼状闪光等。任何一种闪光很显著、耀眼，就称宝石“火好”。宝石的价值，与火的好坏有密切关系。

【一般闪光】 gcneral Brilliancy 闪光中最低级的一种，即如玻璃光泽但更强些。许多人造赝品宝石都只有此等闪光。

【宝光】 或称勒光。许多宝石如晶宝石、碧玺等常具此等闪光。常呈很闪亮的“弧形”、“三角形”、或“人字形”亮带反光层出现于宝石中。我国宝石界把一些状如猫眼的亮带闪光，但较宽、边缘较“散”（边缘不清晰）不闪烁灵活的闪光特称“勒光”。而国外则把此列入“猫眼”之列。

【变色闪光】 闪光的一种。转动宝石时，闪光颜色或强弱发生变化者。为具“变色”及“晕色”宝石所特有。如月光石、闪山云等即有此类闪光。

【丝状闪光】 闪光的一种。与丝绢光泽同，但较强烈。虎眼石即具有丝状闪光。

【七彩闪光】 闪光的一种类型。与金刚光泽同，但极强烈。这是优质钻石在优良批工条件下才能具备的最强金刚光泽的反映。

【星状放射闪光】 闪光的一种类型。若干宝石都具星状放射闪光。最重要的是刚玉类星光宝石。此外，还有星加纳石（石榴石类宝石。叫 star garnets）、雪星水蓝宝石（snowstar aquamarines）、星顽火辉石（star enstatite）以及堇青石、蓝晶宝石等都有星状放射闪光者发现。通常，只要原石优质无瑕，晶体发育完美，这样的等轴晶系、三方晶系、六方晶系宝石都可能出现“六条射线”的星状放射闪光。而“正方晶系”和“斜方晶系”的宝石则只可能出现“四条射线”的星状放射闪光。如受某些条件影响，前者可以变得只有“四射”，但后者绝不会出现“六射”的星光。任何星状放射闪光，都只在垂直于“最高对称轴”切磨的半球形、椭圆形宝石上才会出现。

【猫眼闪光】 俗称“活光”。闪光的一种类型。状如猫儿眼中一丝亮带。以澳洲猫眼、东方猫眼等宝石为代表。此外，还有猫眼红柱石（cat ’ s eye andalusite）、绿猫眼磷灰石（green cat′s eye apatite），淡黄猫眼磷灰石（yellowish cat ’ s eye apatite）猫眼金色绿柱石（golden cat ’ s eyeheliodor），猫眼祖母绿（green cat ’ s eye emerald），猫眼海蓝宝石（cat ’ s eye aquamarine）及猫眼方柱石（cat ’ s eye scapolite）等发现。这样闪光的宝石，目下所知，已达 15—20 种。

【璞】 任何玉石，未经加工的原石，都叫璞。璞由于常有“皮”，故外行人常看不出其内部情况。即使是极优质的翡翠璞或玛瑙璞，其表面也毫无动人之处。要有一定专门知识和经验，才能由外皮看出其内部的优美品质。

【皮】 许多玉石的璞都会有“皮”。如缅甸的翡翠，常是钠长石或石英质“皮”其内才是翡翠。皮多呈红、褐、黄、灰白等色，厚由不足 1 毫米到数厘米，这种翡翠璞的皮，大概是变质交代过程中钠长石块被交代分解形成“包含结构”的现象。别的许多玉石璞，如玛瑙，蛋白石、碧玉的漂砾，表面上也常是一层褐色的外皮包裹，这种“皮”，则可能属于氧化或铁染所致。

【开门子】 过去在缅甸的玉石市场上卖玉石璞，只在一块玉石璞的皮上，用炭化矽制的砂条磨破皮的一角，开出一或几厘米的缺口供买方研究，这就叫开门子。从这个“门子”，买方可以凭经验研究其内部是否有翠，翠得好不好，“地张”如何等。然后进行议价交易。近来在国际市场上已改变这种做法，改成“大开门”。就是把一块翡翠玉石璞从恰到好处的地方切开，让买者能见到具体情况然后议价。

【好翠】 翡翠评价中的“翠得好”。用“行话”来说，就是指翠得“浓”、“阳”、“正”、“和”。“浓”就是浓而不淡，有如雨洗过的冬青树叶那样浓碧绿。“阳”就是鲜艳明亮，不阴暗。“正”就是无任何杂色、斜色混在翠中。“和”就是翠得均匀无深浅之分。这四个字都合理想，就是“翠得好”。其反面则是“淡”、“阴”、“邪”、“花”。就非好翠。

【地张】 或称“地”。是指一块翡翠中除翠以外别的颜色部分。一块翡翠，一般都是翠少地多，当然翠愈多愈好。地张是何种颜色，质量如何，对翡翠的评价亦至为重要。

【好水】 翡翠评价中所谓水好，是指翡翠质地细嫩润滑而通透清彻，晶莹凝重，碧亮喜人，这就是行话说的“好水”或“俏”。反之就是“水差”或“老”。

【青花】 在翡翠璞的皮上，如果仔细研究，会发现内部翠透出来的一些彩迹，被叫作“青花”。其实是成矿变质交代过程中，钠长石块中心被交代的同时，有些溶液以“点”为中心或沿微细裂隙进行交代产生的现象。故青花在皮上呈细脉状、点状、斑点状以至斑块状。它当然与中央的翡翠有着某种成因的一致性，故青花的多少、大小、分布情况，常被人们用作估计玉石璞内部翠多翠少的迹象。

【变彩】 play of color 变彩是指宝石或宝石矿物在转动时，其原有颜色会突然变化。具有此种特点的宝石主要是蛋白石类（闪山石、欧泊）及长石类（月光石）。蛋白石质宝石具各种浓蓝、浓绿、浓紫和淡蓝白的色彩。回转宝石时，色彩即变幻。月光石一般为淡绿白类似月光颜色，回转宝石时，颜色会发生深浅变化。这些宝石的变彩，大都起因于内部包体对光线的干涉现象。如蛋白石质宝石是由于其化学成分为 $SiO_2 \cdot nH_2O$，水分子在胶体分散相粒间均匀散布，回转宝石时，水对入射光线会起着干涉作用。月光石则是因拉长石晶体中有钠长石分子成细微包体定向排列，对光起反射和干涉而形成变彩。

【绵】 俗称“蝉翼”或“蔗渣纹”。在某些宝石中，常见一种直线状内部丝纹，状似“甘蔗渣”，叫做绵。其实是一种内部暗伤裂纹，没有贯通表面者。对质地细嫩而脆的宝石来说，更是常见。譬如祖母绿，其中蝉翼是常有的。而且这是真品祖母绿的一种标志，人造赝品无法造出绵。

【巧色】　亦称“俏色”。在玉雕工艺中，一块玉石璞上，常有各种不同天然色斑，玉雕艺人就巧妙设计安排，利用其天然色彩，雕成各种生动的自然景物，譬如绿处雕成树丛茂叶；红斑雕作花朵；黄斑就雕只小蝉，使整个作品自然逼真。这就是巧色玉雕。在我国商朝，即已出现巧色玉雕。我国的巧色玉雕，在国际市场上享有很高声誉。图为岫岩玉雕刻的巧色黄瓜瓶。浅色部分雕成叶子，深色斑则刻成黄瓜等。



巧色岫岩玉黄瓜瓶

火成岩石学

【岩石】　rock　指天然产出的具有一定结构构造的矿物集合体，它构成地球上层部分（地壳和上地幔），在地壳中具有一定的产状。主要由造岩矿物组成（少数由天然玻璃质或胶体或生物遗骸组成）。岩石按成因可分为：火成岩、沉积岩和变质岩三类。其中以火成岩数量最多，在地壳深至16公里范围内，95%以上为火成岩。矿石为经济上可供利用的特殊的岩石，煤和含油岩石也是特殊的岩石。

【单矿岩】　monomineralic rock　全部或几乎全部由一种矿物组成的岩石。如辉石岩由辉石组成，斜长岩由斜长石组成，以及硅质石英砂岩由石英组成等，这些岩石都称为单矿岩。

【复矿岩】　polymineralicrock　由两种或两种以上的矿物组成的岩石。如花岗岩由石英、长石及少量铁镁矿物组成，这种岩石常称为复矿岩。

【岩石学】　petrology　地质学科中的一门基础科学。主要研究岩石的物质成分、结构、构造、形成条件、分布规律、成因、成矿关系以及岩石的演变历史和演变规律。岩石学的研究成果，广泛应用于矿床学、地球化学、地质测量、构造地质以及水文地质和工程地质等学科。根据研究的重点不同，岩石学可分为成因岩石学、岩类学、岩组

学、实验岩石学、工艺岩石学及区域岩石学等。此外，从成因来考虑，岩石学还可分为：火成岩岩石学、沉积岩岩石学及变质岩岩石学等。

【岩石成因论】 petrogenesis 又称“岩理学”。岩石学分支之一。指研究岩石成因问题以及探讨岩石形成过程和形成条件的科学。岩石成因论是在大量岩类学观察的资料基础上，结合物理学、化学、地球物理学和地球化学、实验岩石学等综合研究分析，阐明或探讨有关岩石的成因问题，从而为有目的地指导找矿提供依据。

【岩类学】 petrography 又称“岩相学”或“描述岩石学”。岩石学的一个分支。研究岩石的物质成分、结构、构造，分类命名以及产状、伴生关系和分布规律等。研究方法一方面是野外实地调查和观察，另一方面是进行室内鉴定，如薄片研究及化学分析等。

【描述岩石学】 descriptive petrology 即“岩类学”。

【构造岩石学】 structural petrology 又称“岩组学”或“岩组分析”。岩石学的一个分支。主要是在偏光显微镜和费氏台下或应用X射线的统计方法，分析岩石中的矿物如石英或方解石的光轴方位，以研究岩石的组构，从而研究岩石在形成和变形过程中的生长机理、应力分布以及岩石的变形历史。此外，构造岩石学还包括对火成岩体构造（如原生节理，流动构造等）方面的研究。

【岩组学】 petrofabrics 即“构造岩石学”。

【实验岩石学】 experimental petrology 岩石学的一个分支。其任务是在实验室中，在人工控制的条件下，经过低温低压实验以至高温高压实验，来模拟自然条件进行研究，以验证和解决火成岩、变质岩岩石学中许多理论问题。实验岩石学在解决岩石学理论问题时，主要是了解岩浆的某些性质，探讨岩浆冷却时的结晶过程和岩浆的发展演化；同时，对硅酸盐熔体结晶时和变质作用过程中形成矿物的相平衡等方面进行分析，从而推论岩浆冷凝时和变质作用过程中的物理化学条件。随着高温高压实验技术的进步，这门学科已成为岩石学领域中相当活跃的学科。实验岩石学同工艺岩石学有密切联系，因为实验岩石学的方法给工艺岩石学提供了解决问题的途径；而工艺岩石学中的研究对象又给实验岩石学研究的许多高温硅酸盐实验做了补充。

【工艺岩石学】 technical petrology 岩石学的一个分支。它的任务是研究人造岩石的成分及其结构。所谓人造岩石就是由人工制造出来的、与自然岩石很相似的一些工业品或工业副产品，如陶瓷、铸石、耐火砖、水泥、玻璃以及炉渣等。研究人造岩石有一定工业意义，因为工艺岩石学的研究，可以制出许多耐高温、高压，绝缘、绝热，防辐射等器材，以应用于各种工业。

【岩石化学】 petrochemistry 又称“化学岩石学”。岩石学的一个分支。主要是研究岩石的化学成分和化学性质。根据化学分析资料，按照结晶化学原理，进行化学成分计算，有的做出图解，进行分析对比。通过岩石化学的研究，不仅在鉴别岩石中起着很大的作用，而且对于研究岩石共生组合的规律，弄清岩浆的演化以及查明与成矿作用的关系，均具有一定意义。

【区域岩石学】　regional petrology　研究各个地区发育的岩石的特征、类别、分布以及岩石组合规律的一门学科。为了查明岩石组合，必须同区域地质构造联系起来，并弄清它们与成矿作用的关系。我国近年来进行了很多区域岩石学的研究。在火成岩方面，如祁连山地质志、南岭花岗岩类岩石研究以及山西碱性岩的研究等。在沉积岩方面，对石油、铁、锰、磷和铝土矿等沉积矿产作了大量系统的研究工作。在变质岩方面对我国秦岭和东北等地变质岩区也进行工作，取得不少成果。

【岩浆】　magma　地壳深部或上地幔物质部分熔融而产生的炽热熔融体。其成分以硅酸盐为主，并溶解有挥发份。岩浆具有一定的粘度。它在构造运动或其他内力的影响下，可以侵入地壳或喷出地表，经冷却固结后形成各种火成岩。

【残余岩浆】　residual magma　岩浆结晶作用进行至某时期时，其剩余的液相部分称为残余岩浆。本源岩浆在分异作用的某时期内所形成的火山岩的基质成分，即代表某时期残余岩浆成分。结晶作用充分进行后（伟晶岩期）的残液，多形成伟晶岩，其成分一般富含二氧化硅、碱质及挥发份，但在某些基性残余岩浆中，则富含铁及钛。由于残余岩浆常携带一些金属物质，因此它对成矿起着一定的作用。

【岩浆作用】　magmatism　地壳深处的岩浆，具有很高的温度，遭受很大的压力。当地壳运动出现破裂带时，由于局部压力降低，它就要向压力降低的方向运移，沿着破裂带上升，侵入到地壳内，称侵入活动；如喷出地面，称火山活动；同时不断地由于分异作用和同化作用等的影响而改变着自己的化学成分和物理化学状态，直至冷凝成为岩石。这种包括岩浆活动和冷凝的整个过程叫作岩浆作用。由于岩浆作用的结果，不仅形成各种各样的火成岩，而且还可形成与其有关的各种矿床。

【挥发分】　volatile component　指岩浆中所含的水、二氧化碳、氟、氯、硼、硫等易于挥发的组分。岩浆中含挥发分多少对于岩浆结晶作用及成矿作用都起着很大的影响。例如侵入岩，由于挥发分不易散失，它在岩浆中既可减低岩浆的粘度，又可促使结晶作用的进行，因此所含矿物晶形比较完整，结晶程度较高。反之如喷出岩，由于挥发分易于散失，岩浆冷凝很快，往往呈隐晶质或玻璃质。在矿床学中，将矿化流体中的挥发分称矿化剂。

【火山作用】　volcanism　地下岩浆通过导浆通道喷出地表的全过程。它既包括火山的喷发作用及与其有关的沉积作用，又包括与火山喷发有联系的侵入作用。一些与火山活动有关的成矿作用也是其全过程的一部分。常见的火山作用以喷发作用为主，其表现的形式基本上有三种：①爆发，喷出大量气体的猛烈喷发，形成大量火山碎屑物，堆积成火山碎屑锥；②喷溢，喷出大量粘度较小的熔岩流、形成熔岩被和盾火山；③侵出，喷出粘度较大的熔岩流，在一次气体大量释放后，后期形成岩钟、岩针等。

【火成岩】 igneous rock 由岩浆在地下或喷出地表后冷却凝结而成的岩石。又称“岩浆岩”。由于岩浆固结时的化学成分，温度、压力及冷却速度的不同，可生成各种不同的岩石。大部分火成岩是结晶质的，小部分为玻璃质。火成岩的形成温度一般较高（主要在700—1500℃）。除由岩浆冷凝形成的火成岩而外，还有一部分火成岩不是由岩浆形成的，而是由先成岩石经过超变质或强烈交代作用形成，例如某些花岗岩类岩石。因此有人认为火成岩既包括由岩浆作用形成的岩石，也包括由非岩浆作用形成的岩石。火成岩在地壳里占主要地位，从地面到深达16公里的地方，火成岩的体积几乎占95%，而沉积岩仅占5%。它是组成地壳的主要岩石。

【岩浆岩】 magmatic rock 即“火成岩”。

【火成岩体】 由火成岩所组成的地质体，一般指侵入的火成岩体。其产状多种多样，大小差别很大，其形成历史和内部构造也不一致。例如，我国华南有不少花岗岩体，有的范围很大，可达数千平方公里，有的很小，只有几十平方公里；产状有的是岩基，有的是岩株、岩脉；而且常呈多期多阶段的复式岩体。此外，某些超基性、基性岩体，常是多种岩石组成的韵律性的层状侵入岩体。

【火山机体】 又称“火山机构”。指一定时间内由火山作用所形成的各种产物在空间分布的格局。包括由地表爆发的产物，接近地表的侵入或“爆发”的产物及有关的构造、矿产等构成的一个整体。要深入研究火山机体必须要对组成它的基础物质—火成岩进行研究。

【侵入岩】 intrusive rock 岩浆侵入地壳内冷凝而成的火成岩。由于冷却速度较慢，常为结晶质。侵入岩依其侵入地壳中的部位深浅，分为深成岩（>3公里）和浅成岩或半深成岩（1.5—3公里）。如果岩浆侵入接近地表，则称为超浅成岩（0.5—1.5公里）。

【侵入体】 intrusive body 由侵入岩构成的火成岩体称为侵入体。与围岩构造整合的岩体如岩床、岩盖、岩盆、岩鞍等，不整合的岩体如岩脉、岩镰、岩瘤、岩株、岩基等。

【深成岩】 plutonic rock 见“侵入岩”。岩浆在地下深处（>3公里）缓慢冷却、凝固而生成的全晶质粗粒岩石，如花岗岩、闪长岩、辉长岩等。近年来，从深成岩类以花岗岩类岩石占压倒的多数的事实，有不少人认为花岗岩类岩石是高度变质交代作用的产物。

【浅成岩】 hypabyssal rock 见“侵入岩”。具深成岩与喷出岩中间结构的火成岩。多具细粒、隐晶质及斑状结构，在成因上常与深成岩有密切的关系，也可以与喷出岩有密切的关系。近年来，有主张废弃此名称的。

【超浅成岩】 见“侵入岩”。

【喷出岩】 effusive rock 岩浆喷出地表冷凝而形成的火成岩。包括各种熔岩及火山碎屑岩。喷出岩由于冷却很快，多形成细粒至玻璃质岩石，常具斑状结构。

【火山岩】 volcanic rock 由地表火山作用所形成的各种岩石，既包括细粒的、隐晶质的或玻璃质的熔岩和火山碎屑岩，又包括与火山作用有关的次火山岩。从火山喷发环境可区别为海底喷发和陆相喷发。海底喷发通常是地槽下沉阶段喷发的，它与海相沉积物一般呈整合接触关系。陆相喷发通常是在构造运动后期喷发的，与下伏的岩层多呈不整合接触关系，其中也可夹有沉积岩。

【熔岩】 lava 从火山喷溢的炽热的熔融体和由它冷却凝结的产物都可称作熔岩。但有人把火山喷出的液态物质称为熔浆（它和岩浆的区别是不含挥发分），而由熔浆凝固的岩石称为熔岩。也有人把火山喷出的液态物质称为熔岩流，而把冷却凝固后的产物称为熔岩。熔浆或熔岩流可以是在火山爆发时，从火山口喷流出来，也可以从裂隙中溢流出来。熔岩包括各种喷出岩，如流纹岩、安山岩和玄武岩等。

【次火山岩】 subvolcanic rock 是一种与火山作用有关的并与火山岩系同源的浅成和超浅成侵入岩。有人把火山通道根部的岩石也称为次火山岩。大部分次火山岩同喷出熔岩的外貌十分相似，须经野外调查和室内鉴定才能把它们区别开来。一般认为次火山岩具有下列特点：①在时间上，与火山活动同期或稍晚；②在空间上，主要分布于火山岩地区；③在成分上，与火山岩相似；④在岩石特征上，与火山岩相似。次火山岩与火山热液成矿作用有密切联系。与次火山岩有关的矿产种类很多，如铜、钼、铁、黄铁矿、金、银、锡、铅、锌等。

【岩石区】 petrographic province 一定地区内一定地质时代活动的火成岩类，在化学成分、矿物组成上有其共同的特征，并可与其他地区内一定时代的火成岩类相区别；火成岩在此时代内分布的地理区域，称为岩石区。岩石区往往与区域地质构造单元相一致。例如，新生代火山岩有富 K_2O 的地中海岩石区，富 Na_2O 的内太平洋岩石区和贫碱富 CaO 的环太平洋岩石区，以及中国东部等地的碱性岩石区等。我国东南沿海一带的中生代晚期的火山岩所分布的地区常称为火山岩区。

【岩套】 suite 火成岩组合的一个更大的单位，往往包含几个岩浆建造。它和地质构造发育的较长的时间单元相联系。岩套中既有侵入岩建造，又有火山岩建造。岩套常以造山期来划分，如前造山期、同造山期及后造山期等。例如，蛇绿岩套发育于优地槽，属于前造山期。

【岩浆杂岩】 magmaticcomplex 一种具体的火成岩组合。这些火成岩占有一定的时间和空间，包括与之有关的矿产，时代相近，在成因上彼此密切联系，具有岩石化学、地球化学和矿物成分上某些共性，并隶属于一定的地质构造环境。如我国云南某地的超基性-基性杂岩，下为橄榄岩，中为橄辉岩和辉石岩，上为辉长岩，这个杂岩体自下而上的明显分带，说明是同一岩浆分异的产物。杂岩如是由各种侵入岩组成，可称为侵入杂岩；如果由喷出岩组成，则称喷出杂岩。

【岩浆建造】　magmatic formation　在一定地质构造环境和一定的地质发展阶段内成因上有密切联系的几个特征相似的杂岩的总称。岩浆建造是地质建造的一部分，从其岩浆来源、岩浆性质和演化特征等，可反映地质构造条件。如我国祁连地槽发展早期的细碧–角斑岩建造，西南地台区的暗色岩建造以及内蒙海西褶皱带的超基性岩建造。

【火山岩建造】　volcanicformation　成因相似并有共同特征的几种火山岩呈有规律的组合。例如细碧–角斑岩建造，都是富含钠的海底喷发熔岩，在空间上都分布于地槽的褶皱带。

【火山岩系列】　几个火山岩建造的组合。范围很广，但具有一定的演化规律，主要表现在化学成分和矿物成分的变化具明显的规律性。如拉斑玄武岩系列、钙碱性玄武岩系列及碱性玄武岩系列等。

【岩浆分异作用】　magmatic differentiation　岩浆在演化过程中，受物理化学及地质条件变化的控制，使单一岩浆分化为多种岩浆的现象称为岩浆分异作用。这种作用以结晶分异作用为主，并包括液态分离、气体搬运、索列效应的扩散等。

【液态分离作用】　liquid immiscibility 又称“液体不混合”。是岩浆熔离作用的一种方式。当岩浆温度降低时，原来单一的液体岩浆可分离为二种均一并不相混溶的液态岩浆。液态分离作用往往使一些金属如铜、镍等硫化物或铁、钛等氧化物分别富集在硅酸盐岩浆中，从而形成具有工业价值的矿床。

【熔离】　liquation　高温稳定的溶液或固溶体，在低温时不稳定，分离为二个溶液或固相的现象。前者又称为液态分离作用，后者则称出溶作用（或固溶体分解）。由出溶作用形成的两种或两种以上的矿物共生现象称为出溶共生。熔离构造表现为叶片状、线状、点滴状、格子状，其中以叶片状最为常见。熔离结构则表现为两种矿物彼此穿插生长，例如长石的条纹结构或反条纹结构。熔离共生关系与共生结构可用于阐明火成岩及矿床的生成条件，从实验得知的熔离温度可作为地质温度计。

【结晶分异作用】　erystallization differentiation　岩浆分异作用的一种方式。从岩浆开始结晶到固结的过程中，随着晶体不断从岩浆中析出，其成分逐渐改变，所以一种岩浆因结晶分异作用结果往往可以形成多种的火成岩。结晶分异作用主要是通过重力分异作用方式进行的，即早期析出的矿物，如橄榄石、辉石等，因其比重大，而向岩浆底部集中，而比重小的晚期析出的矿物，则集中在岩体的上部。这种现象在超基性和基性杂岩体中比较常见。此外，早期析出的矿物，组成骨架，其中还有残余岩浆包于骨架之间。当岩浆受压时，残余岩浆即被挤出，也可发生分异。这种分异作用称为压滤分异作用。

【重力分异作用】　gravitative differentiation　见“结晶分异作用”。

【压滤分异作用】　见“结晶分异作用”。

【分别结晶作用】　fractionalcrystallization　岩浆冷却时，各种造岩矿物由于熔点不同而依次结晶。其中除硅酸矿物外，其它易形成成分广泛变化的固溶体。在此情况下，岩浆中的某些成分较多的析出，形成晶体与岩浆成分的差异。温度下降后，晶体与岩浆不能保持平衡关系，岩浆就与晶体发生反应。例如使斜长石成分发生连续的变化，并且岩浆成分也随着变化。使铁镁矿物，如橄榄石，与岩浆发生不连续的反应，逐次变为它种矿物，如辉石、角闪石、母等，这样的过程一直继续到岩浆完全固结。岩浆与晶体的反应，可使岩浆的成分发生显著的变化，以致形成岩石的多样性。晶体与岩浆分离的原因主要由于①晶体与岩浆的比重不同或气相作用，使晶体沉降或上浮；②残余岩浆的压滤挤出等。

【混合作用】　mictosigmatisation　两种成分不同的岩浆混合而产生不同的火成岩的作用。有人认为冰岛熔岩是由玄武岩浆与流纹岩浆（酸性岩浆）以不同比例混合的产物。

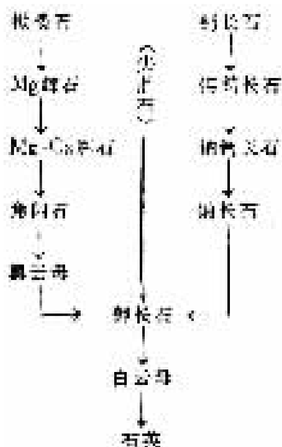
【同化作用】　assimilation　岩浆完全熔化了围岩及捕虏体，这样，对围岩而言，它被岩浆同化，所以称为同化作用。同一岩浆同化成分不同的围岩，可形成成分不同的岩浆。如花岗岩质岩浆，在同化碳酸盐岩后，由于钙质的带入，使岩浆趋于基性；如花岗岩质岩浆同化高铝质岩石（如粘土岩等）时，岩浆就变化成铝过饱和的岩浆。同化作用的强度视构造条件、岩浆成分及围岩性质等而定，一般含挥发份较多的较大岩体同化作用常较强。

【混染作用】　contamination，hybridization　岩浆由于与围岩接触，因而吸收部分围岩成分，这样，对岩浆而言，它被围岩所混染，所以称混染作用。也就是不完全的同化作用。由于同化作用进行不很完全，岩浆只受到围岩物质的混染，所形成的岩石称为混染岩，常产生一些特殊的矿物和结构构造（如长石的反环带结构、斑杂构造等）。

【混染岩】　hybridrock　指由混染作用所形成的岩石。两种岩浆混合而成的火成岩也叫混染岩。

【鲍温反应系列】　Bowen′s reaction series　简称反应系列。岩浆在结晶作用过程中，由于物理化学条件的改变，先析出的矿物与岩浆发生反应，使矿物成分发生变化，产生新的矿物。随着温度降低，反应继续进行，便有规律的产生一系列的矿物，称反应系列。N. L. 鲍温认为，由于反应进行程度的差异，是岩浆分异作用的最本质的重要原因，此即鲍温的反应原理。反应系列分为二支进行：①连续系列（浅色的——斜长石），矿物的结晶格架不发生大的改变，在成分上有连续渐变关系；②不连续系列（深色的——铁镁矿物），相邻矿物之间结晶格架发生显著变化。其顺序见下表。在岩浆冷

却过程中，同时会析出一种斜长石和一种铁镁矿物，它们的成分随结晶过程而变，两系列为互相独立的结晶作用而继续进行，晚期合并形成单一不连续系，以石英为最后产物。反应系列对反映岩浆结晶作用基本规律有一定意义，但由于岩浆结晶过程的因素非常复杂，而实验条件过于简单，因而与一些实际情况不尽符合。



【反应系列】　即“鲍温反应系列”。

【结晶顺序】　order of crystallization　火成岩中矿物晶出的先后顺序。一般根据矿物晶粒的相对自形程度、晶粒大小、相互包裹、反应、置换、熔离及其他关系判断矿物结晶顺序，但亦有例外情况。也有从矿物的相平衡及结晶化学的研究来判断结晶顺序的。

【火成岩产状】　occurrence of igneous rocks　指火成岩体的大小、形状、与周围岩石的关系、形成时所处地质构造环境及距离当时地表深度等。查明火成岩产状，可以帮助了解火成岩的形成条件，同时对找矿和勘探有一定意义。

【侵入接触】　intrusive contact　岩浆上升侵入于围岩之中，经冷凝后形成的火成岩体与围岩的接触关系。其特征是围绕侵入体的周围岩石，有一热变质接触带；岩体边缘有一冷凝带，结晶比较细，称为冷凝边；岩体中有围岩的捕虏体；岩体的原生流面构造及原生层节理与围岩的接触面是一致的；同时还有小型岩枝穿插于围岩之中。这种接触反映岩体是在围岩形成之后侵入的。

【沉积接触】　sedimentary contact　火成岩侵入体遭受风化剥蚀后，为沉积岩层覆盖的接触关系。其特征是在接触带上没有接触变质及同化混染现象，在接触面上部可以看到侵入岩供给的碎屑产物，成为新地层（上覆地层）的底部沉积，而在接触面下岩体的上部可以看到下平整的侵蚀面和风化壳。这种接触关系反映岩体的侵入时期较沉积盖层要早。

【过渡接触】　transitional contact　火成岩与围岩之间界线不清，呈逐渐过渡的接触关系。岩浆成因的火成岩，如具逐渐过渡关系，是由于同化混染作用及围岩发生强烈交代作用的结果。但在混合岩地区，这种接触关系常是花岗岩化作用的结果。

【整合侵入体】　concordant intrusive　岩体侵入围岩，接触面与围岩的层理或片理相一致的侵入岩体，它们主要是沿着层理或片理侵入而成。根据形态不同，可分为：岩床、岩盖、岩盆及岩鞍等。

【不整合侵入体】　discordant intrusive　切穿周围岩石的层理或片理的侵入岩体。它们往往沿着切穿层理或片理的裂隙而形成，如岩墙、岩栓、岩瘤、岩株及岩基等。

【岩基】　batholith　一种大规模的深成岩体，出露面积超过100平方公里。常产于褶皱带的隆起部分，延伸与褶皱轴走向一致。呈岩基产出的岩体以花岗岩类最常见。

【岩株】　stock　又称“岩干”。一种作树干状向下延伸的呈不整合的岩体。规模较大，但较岩基为小，出露面积小于100平方公里。岩株以花岗岩类最为常见。

【岩干】　即“岩株”。

【岩镰】　harpolith　在剖面上呈镰刀形的规模较大的侵入体，是岩浆侵入于已变形的岩层中而成，或在侵入的同时与围岩一起受水平挤压力或造山力的影响经变形而成。但有时岩浆侵入到不整合面、软弱的层面或其他构造面时，局部上侵方面发生变化，也可形成岩镰。

【岩盆】　lopolith　岩浆侵入到岩层之间，其中央部分受岩浆的静压力使底板下沉断裂，形成中央微凹下去的盆状侵入体。大小不一，个别大的超基性基性岩岩盆直径可达数十到数百公里。

【岩盖】　laccolith　又称“岩盘”。产于岩层间的底部平坦，顶部拱起，中央厚，边缘薄，在平面上呈圆形的侵入体，其形成深度一般较浅。岩盖直径一般是3—6公里，其厚度可达1000米。呈岩盖产出的以中酸性侵入体为常见。

【岩盘】　即“岩盖”。

【岩鞍】　phacolith　位于背斜层或向斜层鞍部的整合侵入体。由岩浆侵入褶皱部的软弱带或层间剥离的空隙而成。岩体一般规模较小。

【岩床】　sill　又称“岩席”。是由岩浆沿层面流动铺开，形成与地层相整合的板状岩体。岩床厚度一般较小，而面积较大。呈岩床产出的岩体以基性、超基性岩为常见，如河北下花园的辉绿岩岩床。

【岩席】　intrusive sheet　即“岩床”。近年来习惯把倾斜的层状侵入岩体，称侵入岩席；在强调斜切地层的关系时称斜交岩席。

【层状侵入体】　layered intrusion　由基性岩浆分异的火成岩（包括纯橄榄岩、橄榄岩、辉石岩、苏长岩、辉长岩及斜长岩等）所构成的层状岩盆或漏斗状侵入体。岩体具良好的韵律层和旋回性。著名的例子如非洲南部的布什维尔德火成杂岩体，规模达450公里×270公里，它是由超基性岩和基性岩层状侵入体所组成，超镁铁质岩约占1/7。

【岩枝】　apophysis　**不规则枝叉状的脉状岩体。常见于较大侵入体的边缘，并穿插于围岩之中。**

【岩瘤】　boss　**侵入体产状之一，大小与岩株相近，但出露面积较小，且在平面上近于圆形。**

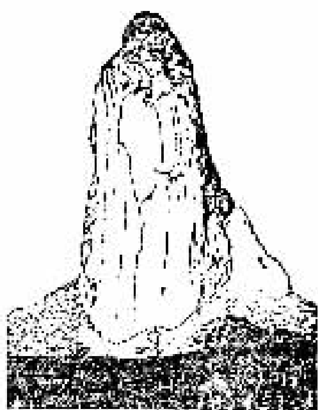
【岩脉】　dike，dyke　**又称“岩墙”。为充填在岩石裂隙中的板状岩体，横切岩层，与层理斜交，属于不整合侵入体的一种。岩脉的宽度一般为几十厘米至数十米，长度可由数十米至数千米，个别大的可达几十公里以上。依据成分、形态、产状及与地质构造的关系，可分为简单岩脉、复杂岩脉、岩脉群及环状岩脉等。有人将直立或近直立的板状岩体称为岩墙，而将与层理斜交，形状较不规则的板状岩体称为岩脉。**

【岩墙】　**见“岩脉”。**

【岩钟】　cupola　**由粘度较大的熔岩，在火山通道上部堆积而成的钟状体。大规模侵入体的顶部钟状突起部分或小规模的圆丘状的侵入岩体也称岩钟。**

【岩丘】　lava dome　**粘度较大的熔岩在火山口附近形成具有急倾斜侧面的丘状火山。亦称为钟状火山或块状火山。**

【岩针】　spine　**火山岩的一种产状。粘度很高或快要凝固的熔岩，在下部强大的力量挤压下，从火山口缓慢地冲出地表而形成的尖顶状柱状体。**1902 **年，培雷火山活动时生成的火山岩针最高达** 300 **米。**



培雷（pelee）火山的岩针

【火山颈】　volcanic neck　**又称“岩颈”。**

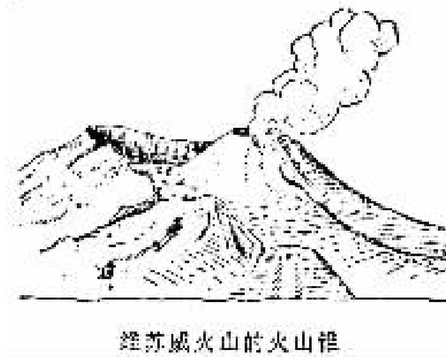
填塞在中心式火山管道内。由熔岩和火山碎屑物组成，也有单纯由熔岩或火山碎屑物组成的。在火山主体被侵蚀消失后，火山口内熔岩或火山碎屑岩由于侵蚀差别而残留的塔状岩体，则表示火山管道的轮廓。

【岩颈】　**即“火山颈”。**

【岩筒】　volcanic pipe　**指筒状或管状的火山颈及筒状或管状的侵入体。金伯利岩常呈这种产状。**

【火山锥】　volcanic cone　**由火山喷发出来的熔岩和火山碎屑物质，围绕着火山**

口堆积而成的圆锥形火山体。它是中心式喷发的一种重要特征。依其组成物质和堆积形态，可分为三种：①熔岩锥，全由熔岩所组成，锥的坡度较平缓；②火山碎屑锥，全由火山碎屑物（火山弹、火山角砾及火山灰等）组成，坡度较大；③层状火山锥，也叫混合锥，由熔岩和火山碎屑物的互层所组成。火山锥的高度及大小极不一致。


维苏威火山的火山锥

【熔岩锥】　lava cone　见“火山锥”。

【熔岩流】　lava flow　从火山裂隙或火山口溢出的炽热的岩浆沿山坡或河谷顺流而下，其范围视坡度及岩浆粘度而异，有的呈狭长的带状，有的呈宽阔、平缓的舌状。它冷却固结后所形成的岩体称熔岩流。在熔岩流表面，气孔最发育。其断面上限及下限常有破片集合物，或呈岩渣状，中部为熔岩，有时出现柱状节理。

【熔岩被】　lava sheet　又称“熔岩席”。从火山喷发出来的岩浆可沿地面向四方流散。当喷发量多时，岩浆可铺成一大片，被覆在地面上，而后冷凝，称为熔岩被。形成熔岩被的熔岩往往是粘度小，流动速度快的基性熔岩。

【熔岩席】　lava sheet　即“熔岩被”。

【岩浆顶蚀作用】　magmatic stoping　是岩浆侵位方式之一，即当岩浆侵入时，周围具有裂隙的岩石受岩浆温度和压力的影响，发生破裂崩落，不断沉陷于岩浆中，被岩浆同化熔蚀，因而使空间逐渐扩大，直至岩浆完全凝固为止。这一假说是用以说明某些岩基的形成，并认为岩基的边缘经常见到的大量围岩捕虏体，就是围岩崩落后残留的结果。根据范围及崩落情况，可将岩浆顶蚀分为三种类型：①逐渐顶蚀，小的围岩碎块逐渐崩落沉陷；②环状裂隙顶蚀，岩块呈圆形或近圆形裂隙崩落；③大型顶蚀，由巨大岩块崩落而成。由岩浆顶蚀作用形成的深成岩体常少流动构造，与围岩为不整合接触，多分枝脉，环状及放射状节理较发育。

【火成岩相】　facies of igneous rocks　火成岩由于生成条件不同而产生不同的岩石特征。相的概念是以岩石形成深度为主要根据，深度不同，影响到岩浆温度、压力、冷却时间的长短等一系列物理化学条件的差异，而这些条件与岩石成因、岩石外貌有密切关系。根据岩体形成的深度不同，可分为深成相、中深成相、浅成相和喷出相。深成相和中深成相（>3公里）岩体较大，结晶较粗，同化作用强烈。浅成相（0.5—3公里）岩体较小，结晶较细，常具斑状结构。喷出相由于冷却快，结晶程度较差，常具玻璃质

结构。岩相划分的根据，还有岩体的大小，构造环境的差异，岩浆的性质，等等。所以上述三个相的划分，必须综合分析。此外，在同一侵入岩体中，由于各部分冷却条件和同化混染程度不一样，岩性有显著变化，因此有的也进行岩相划分，通常自内向外分为内部相、过渡相和边缘相，用以说明岩体各部分成分及结构的变化。由于火山作用的形成条件不同而产生的不同的火山岩特征，则称为火山岩相。常见的火山岩相有：①喷发相，②火山通道相，③次火山相，④火山沉积相。

【火山岩相】　见“火成岩相”。

【火成堆积】　指岩体构造与沉积岩的层状构造相似的层状火成岩侵入体的成岩过程。其特点为：①早期结晶并沉降下来的矿物被后期残余岩浆冷凝物充填或胶结；②表现良好的韵律性；③韵律层严格遵循沉积岩的重叠律，即岩体的下层必老于上层；④堆积晶体的粒度频率分布，在对数座标上成一直线，即属于对数正态分布。由于火成堆积作用而形成的岩石，称为堆积岩。

【堆积岩】　见“火成堆积”。

【岩石构造】　structure of rocks　岩石中不同矿物集合体之间、岩石的各个组成部分之间或矿物集合体与岩石其他组成部分之间的相互关系的特征，称为岩石构造。也有人认为岩石的构造应是组成岩石的矿物集合体的形状、大小和空间的相互关系及配合方式，即这些矿物集合体的组合的几何学的特征。例如，片麻构造、块状构造、流纹构造、枕状构造等。

【块状构造】　massive structure　具块状构造的岩石，其矿物排列无一定次序，无一定方向，不具任何特殊形象的均匀块体。块状构造是火成岩中（如花岗岩等）最常见最广泛的一种构造。

【斑杂构造】　taxiticstructure　具斑杂构造的岩石，其不同组成部分在结构上或矿物成分上有较大的差异，整个岩石是不均一的。引起斑杂构造的原因很多，可由于析离体和捕虏体形成，也可由不均匀或不彻底的同化混染作用及不均匀的交代作用而成。

【球状构造】　orbicular structure　岩石中矿物围绕某些中心呈同心层分布，外形呈圆或椭圆球体的一种构造。这种构造在显晶质火成岩中十分常见，如球状闪长岩和球状辉长岩。在安山岩中亦可见到。

【晶洞构造】　miarolitic structure　侵入岩中有小型孔洞的构造。孔洞多数是不规则的，孔洞中经常生长着完好的晶体。这种构造在某些花岗岩中比较常见，例如福州鼓山的花岗岩的晶洞构造非常发育。

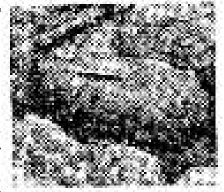
【带状构造】　banded structure　岩石中的不同结构和成分的条带大致呈平行排列的一种构造。常见于基性、超基性侵入岩及各种变质岩中。

【流纹构造】　fluidal structure　为流纹岩具有的典型构造。其特征是由不同颜色的矿物、玻璃质和气孔等在岩石中呈一定方向的流状排列。流纹构造是由熔岩流动造成的，它可以表示熔岩流动的方向。常见于酸性或中酸性喷出岩中。

【杏仁状构造】 amygdaloidalstructure **由次生矿物充填于喷出岩气孔中的一种构造。由于充填体宛如杏仁，故名。此种构造在玄武岩中最为常见，充填的矿物多为沸石、冰洲石、玉髓、方解石等，有时有金属物质如自然铜等充填其中，形成有工业价值的矿床。**

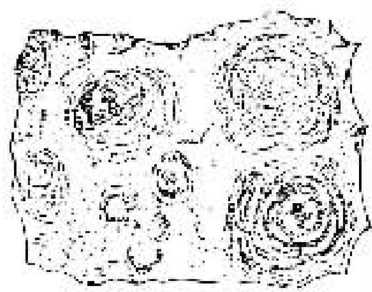
【气孔构造】 vesicular structure **火山岩的一种构造。当熔岩喷出时，由于压力降低，气体从熔岩中逸出而形成各种大小和数量不同的圆形或椭圆形气孔，个别呈管状，以浮岩和火山渣的气孔构造最为发育。在玄武岩中经常见到。某些次火山岩、超浅成侵入岩中也具气孔构造。**

【枕状构造】 pillow structure **海底喷发的基性熔岩所形成的一种特殊构造。熔岩多呈枕状椭球体，互相堆叠。枕状熔岩常与沉积岩伴生，枕状椭球体之间常有沉积物充填，其中还可以找到海生化石。多数枕状体在生成固结时常残留塑性变形遗迹，有因重力向下方间隙下垂的形迹，由此特征可以判断沉积当时的上下方向。枕状椭球体表层坚硬，结晶程度比内层要差，以此可与球状风化所成的椭球体区别开来。**



基性熔岩的枕状构造

【石泡】 lithophysa **酸性熔岩的表面由于凝固时气体逸出、体积缩小而产生的具有空腔的多层同心圆球体。每一球层常为放射状纤维钾长石或长英质组成。石泡见于玻璃质岩中，尤以在黑曜岩、流纹岩中最为常见，空腔内常被微细的次生石英、玉髓等矿物替代。**



黑曜岩中的石泡构造

【流动构造】 flow structure **岩浆在流动过程中所产生的构造。主要包括流线构造和流面构造两种。前者是长形矿物（角闪石等）及长形捕虏体、析离体等呈长轴定向排列，一般平行于岩浆流动方向。后者是片状矿物（云母等）、板状矿物（长石等）及扁形捕虏体、析离体呈层状及带状排列，一般平行岩体的接触面。因此，利用流面可以推定岩体接触面的产状。**

【流线构造】 linear flow structure **见“流动构造”。**

【流面构造】 planar flow structure **见“流动构造”。**

【柱状节理】 columnar jointing **火山岩特别是中—基性熔岩和某些次火山岩中发育的呈多角柱状的节理。由岩浆或熔岩流冷却收缩而成，柱体垂直于冷却面发生，断面**

近六角形。例如玄武岩、安山岩等的柱状节理。

【岩石结构】　texture of rocks　组成岩石的矿物的结晶程度、大小、形态以及晶粒之间或晶粒与玻璃质之间的相互关系的特征。有等粒、斑状、似斑状等名称。有时因在某种岩石中较为典型，结构的名称就以岩石名称命名，如花岗结构、粗面结构等。岩石结构是研究岩石形成条件和岩石分类、命名的重要依据。

【显晶质结构】　phanerocrystalline texture　火成岩中的矿物晶体颗粒肉眼能分辨的结构。具有显晶质结构的岩石叫“显晶岩”，如花岗岩、辉长岩等。按晶体颗粒直径的大小分为三类：大于5毫米的叫粗粒结构；1—5毫米的叫中粒结构；0.1—1毫米的叫细粒结构。

【显晶岩】　phanerite　见“显晶质”结构。

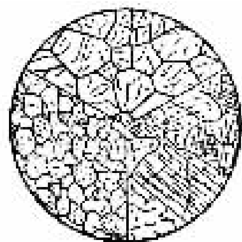
【显微晶质结构】　microcrystallinetexture　岩石中矿物晶粒细小，肉眼无法分辨，但使用偏光显微镜可以看出矿物颗粒的结构。

【隐晶质结构】　cryptocrystalline texture　岩石中矿物晶粒极为细小，在偏光显微镜下也不能分辨，但有光性反应，据此可以别于玻璃质的一种结构。具有隐晶质结构的岩石叫隐晶岩。一般火山岩常具有这种结构。

【隐晶岩】　aphanite　见“隐晶质结构”。

【玻璃质结构】　vitreous texture，glassy texture　全部由天然玻璃物质组成的岩石的结构。由于熔岩喷出地表，冷却很快，以致其中原子或离子来不及组合形成有规则排列的结晶物质，遂凝固形成天然的玻璃物质。玻璃质结构是地质时代较新的火山岩的特征。玻璃质肉眼看来是致密块状，具玻璃光泽及贝壳状断口。在正交偏光下无光性反应等性质，以此区别于隐晶质。玻璃质是不稳定的，随时间和物理条件（温度和压力）的变化，会发生脱玻化或晶化作用，转变成结晶质。

【自形晶】　idiomorphie crystal　岩石中矿物晶体所具有的完整的固有晶形，在薄片中常呈规则的多边形。这种晶粒是在有足够的空间允许其充分发育的条件下形成。如晶粒的结晶较早或晶粒的生长力很强，也可以形成自形晶，前者如斑岩中的斑晶，后者如深成岩中的某些副矿物都呈自形晶。



矿物晶粒的完整程度
上—自形晶；
右下—半自形晶；
左下—他形晶

【半自形晶】　hypidiomorphiecrystal　晶体发育不完整，部分带有晶体界面的矿物晶体。由于在岩石中矿物结晶有先有后，较后结晶的矿物由于部分光结晶的完整晶体存在而使晶粒不可能完全发育自己的晶面。这种半自形的晶粒在等粒结构的火成岩中较为常见，因此常称为半自形粒状结构。

【他形晶】 xenomorphic crystal，allotriomorphic crystal 矿物晶粒不出现它们固有的晶面，其形状受相邻晶体或遗留的空间所限制，因此多半是不规则的，在粒状结构的火成岩中，他形晶常是结晶较晚的矿物，如花岗岩中的石英。

【粒状结构】 granular texture 又称“等粒结构”。岩石中同种主要矿物的粒径近似或大致相等的结构。常见于深成岩中。按粒径大小，可分为粗粒（直径大于 5 毫米）、中粒（1—5 毫米）和细粒（小于 1 毫米）等粒状结构。根据矿物颗粒的自形程度，可以分为全自形粒状结构，半自形粒状结构和全他形粒状结构等。

【等粒结构】 equigranular texture 即“粒状结构”。主要矿物大小基本一致。

【花岗结构】 granitic texture 深成酸性岩的一种结构。这种结构常见于中酸性和酸性深成岩中，以花岗岩中最为典型，故称花岗结构。其特点是全晶质，岩石中的主要矿物长石呈半自形粒状，其中斜长石自形程度比钾长石要高，而钾长石又比石英自形程度要高；深色矿物角闪石和黑云母与斜长石相比晶形发育较好，因此，又称半自形粒状结构。

【半自形粒状结构】 hypidiomorphic granular texture 见“花岗结构”。

【斑状结构】 porphyritic texture 岩石中有两种大小截然不同的矿物颗粒（大的称斑晶，小的称基质）的一种结构。一般是把基质为隐晶质、玻璃质的结构称为斑状结构。如斑晶数量很多，超过基质，称为多斑结构。如斑晶很少，则称少斑结构。浅成岩和喷出岩中常见这些结构。

【斑晶】 phenocryst 斑状结构中的较大的矿物晶体。结晶通常较基质为早，故常为自形晶。由于结晶条件经常变化，斑晶形成后，往往遭受熔蚀、分解、破碎或转变为另一些矿物。

【基质】 groundmass 在斑状结构的斑晶之间充填的细粒部分。基质一般结晶较斑晶为晚，可呈显晶质或隐晶质，有时甚至为玻璃质。

【似斑状结构】 porphyroidtexture 斑状结构的一种。其特征为基质多为显晶质（细粒、中粒、粗粒），斑晶可以是与基质在相同或近于相同的冷凝条件下形成的，也可以是由交代作用形成的变斑晶（由交代成因的似斑状结构，有人称为交代斑状结构）。这种结构多见于花岗岩类岩石中。

【自碎结构】 autoclastic texture 见于喷出岩及火山凝灰岩中的一种结构，其特征是斑晶或粗大碎屑遭受机械的角砾化，但单个碎屑并无位移现象。我国福建中生代火山岩系中经常具有这种结构。

【细碧结构】　spilitic texture　基性喷出岩中的一种结构（类似玄武岩结构），具杏仁状，多孔状，其中斜长石几乎全部钠长石化，深色矿物也几乎全蚀变为绿泥石、阳起石、绿帘石及碳酸盐矿物。这种结构以细碧岩中最为典型，故名。

【辉长结构】　gabbro texture　粒状结构的一种，以辉长岩最为特征，故名。这种结构是辉石和斜长石晶形发育程度相近，或均为半自形晶粒，或均为他形晶粒，这表明是辉石和斜长石同时从岩浆中共结结晶的结果。

【包含结构】　poikilitic texture　又称“嵌晶状结构”。泛指岩石中大晶体包含小晶体的一种结构。根据包裹和被包裹的关系可分为主晶和客晶。主晶指大的包裹矿物，客晶指小的被包裹矿物。这种结构说明：客晶矿物形成早于主晶矿物。主晶常有熔蚀和交代早期客晶的现象。例如，在超基性岩中常见到大的辉石晶体包裹小的圆形的橄榄石晶体，是一种典型的包含结构。

【嵌晶状结构】　即“包含结构”。

【辉绿结构】　diabasic texture　浅成的基性岩如辉绿岩常具有的结构，故名。在肉眼或偏光显微镜下，岩石中斜长石呈自形板条状交织分布，而他形粒状辉石则充填在斜长石板条状晶粒构成的三角形空隙中间。



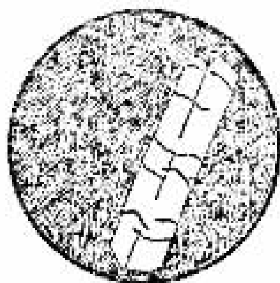
含长结构。大的辉石晶体包裹长条状拉长石和橄榄石组成

【含长结构】　ophitic texture　包含结构的一种。即辉石大晶体中包含板条状斜长石的小晶体。常见于基性侵入岩中。

【二长结构】　monzonitic texture　指深成岩中斜长石的自形程度较正长石高得多的粒状结构。二长岩常具这种结构，故名。

【微晶结构】　microlitic texture　喷出岩的一种结构。由长石的微晶组成，微晶近于自形，两端不规则，具双晶，也可以见不到双晶。按微晶的排列形式，可分为定向微晶结构（即粗面结构）和交织微晶结构（即交织结构）。这种结构可以是原生的，也可以由重结晶形成。

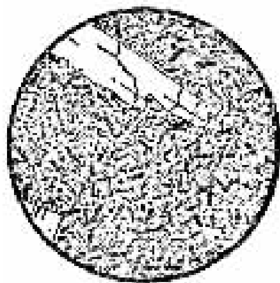
【粗面结构】　trachytic texture　粗面岩所常具的一种特征结构。其特点是，在偏光显微镜下看来，基质中的碱性长石微晶呈大致平行的排列，这反映熔岩凝固时的流动情况。



粗面结构。基质由近平行排列的透长石组成，斑晶为长石和霓辉石

【安山结构】　andesitic texture **又称“玻基交织结构”。是安山岩中常见的一种结构，故名。其特征是，基质中的斜长石微晶呈半平行而又相互交织排列，在其空隙中充填有玻璃质。**

【交织结构】　pilotaxitic texture　**安山岩基质中的斜长石微晶，由于流动结果，呈半平行而又相互交织排列。在其间隙中有显微晶质或隐晶质的物质充填。这种结构常称为交织结构。如果斜长石微晶相互紧靠，交织成不规则形式，则称毡状结构。**

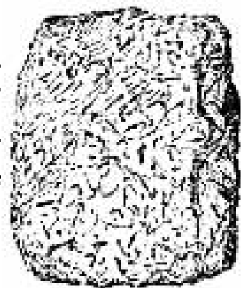


交织结构。无色正长石，石基为斜长石微晶，长柱状辉石及玻璃质

【毡状结构】　felty texture　**见“交织结构”。**

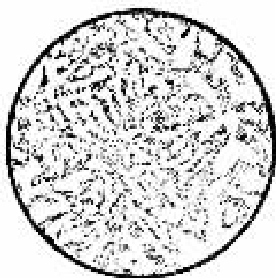
【霏细结构】　felsitic texture　**浅色喷出岩或浅成岩的一种结构，是由个体不清晰的隐晶质长英矿物集合体构成的，不具斑晶或具少量斑晶。除原生外，部分霏细结构可能是玻璃质发生脱玻璃化作用所形成。这种结构在酸性熔岩中很常见。**

【文象结构】　graphic texture　**指岩石中石英和钾长石（通常为微斜长石或微纹长石）成有规则共生的一种结构，这两种矿物互结成楔形连晶，似楔形文字，故名。它是石英、长石在共结情况下形成的，但也有由于交代作用或固溶体分解而成的。常见于伟晶岩的边沿带。大者肉眼可见。在显微镜下才看清楚的，叫显微文象结构。**



文象结构

【显微文象结构】　micrographictexture　**见“文象结构”。**



显微文象结构

【蠕虫结构】　myrmekitic texture　**这是岩石中斜长石交代钾长石以后，由剩余的**

二氧化硅形成的蠕虫状的石英，镶嵌在斜长石的边部，而与斜长石形成连晶的一种结构。此外，钾长石交代斜长石或由于出溶作用等也可形成这种结构。多见于酸性侵入岩和变质岩中。

【条纹结构】 perthitic tcxture 钠长石（或其他酸性斜长石）在钾长石（正长石或微斜长石）晶体中，呈水滴状、纺缍状、树枝状、碎云状的一种连晶结构。具有这种结构的钾长石，称条纹长石。其成因有：①由固溶体分解而成；②由交代作用生成；③是当岩浆中的长石成分达到钠长石约 60% 和正长石约 40% 时，它们分别而又同时共结结晶而成。

【反应边结构】 corona structurc 岩浆中早期析出的矿物，因物理化学条件改变，与周围岩浆发生反应，在其外围产生新的反应矿物，这种现象称为反应边构造。例如，橄榄石外围可反应成为辉石，辉石外围可反应成为角闪石，角闪石外围又可反应成为黑云母。这种构造常见于超基性和基性岩中。

【反应矿物】 reaction mineral 见“反应边构造”。

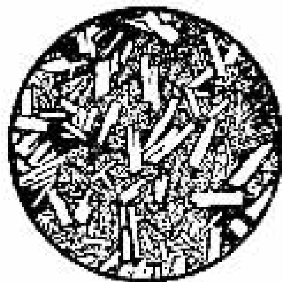
【间粒结构】 intergranular texture 是玄武岩的一种结构。在偏光显微镜下，可见斜长石呈板条状的微晶交叉生长，在其空隙中充填有细小的辉石、磁铁矿或其他深色矿物晶粒。具这种结构的玄武岩比一般的玄武岩肉眼看来颗粒要粗一些，故又称粗玄结构。



间粒结构。斑晶橄榄石，间粒状基质由拉长石板状晶体及辉石等组成



间粒结构。斑晶橄榄石，间粒状基质由拉长石板状晶体及辉石等组成



间隐结构。由辉石和斜长石及暗黑色玻璃组成

【粗玄结构】 doleritic texture 即“间粒结构”。

【间隐结构】 又称“填间结构”。是玄武岩常见的一种结构。多见于隐晶质或半晶质的玄武岩中，由微晶和玻璃组成。密集的斜长石板条状晶体组成架状，在其空隙中充填有玻璃质物质。如晶体间隙中除玻璃质之外，还有粒状矿物，如辉石、磁铁矿等，则称为“拉斑玄武结构”。

【填间结构】 intersertal texture 即“间隐结构”。

【拉斑玄武结构】 tholeiitic texture 见“间隐结构”。

【雏晶】 crystallite 指火山玻璃中的极细小的刚刚萌芽的结晶物质。它较微晶的结晶程度更低，是炽热的熔岩到地表骤然冷却，迅速结晶而成。在正交偏光镜下无光性反应。根据雏晶的形状可分为：小圆点状的球雏晶，纤维状的发雏晶，链状的串雏晶和羽毛状的羽雏晶等。

【微晶】 microlite 炽热的熔岩流出地表，由于骤然冷却，迅速结晶形成比雏晶稍大的细小晶体。微晶已具有结晶物质的性质和晶体的轮廓，但生成还不完全。在偏光显微镜下，有光性反应。有的呈长条形、毡状，有的呈粒状隐晶质集合体。这种结构叫做微晶结构或霏细结构，常见于隐晶质的火山岩中。

【脱玻璃化作用】 devitrification 又称“失透作用”或“晶化”。火山玻璃随着时间和温度、压力的变化，逐渐转化为雏晶或微晶的作用。在这个过程中，最初形成的雏晶的细纤维，常组成放射状的球粒。岩石具有这些球粒的常称为球粒结构。

【晶化】 即“脱玻璃化作用”。

【球粒结构】 spherulitic texture 介于非晶质和显晶质之间的一种结构。即在玻璃质岩石中，常见到针状和纤维状的矿物集合体，呈放射性排列，具十字形消光。特称为球粒。如果岩石全部或部分由球粒组成，则这种岩石的结构称为球粒结构。这种结构有原生的，也可由脱玻璃化作用产生。在酸性、中酸性熔岩和超浅成侵入岩的玻璃基质中比较常见。

【杏仁体】 amygdale 由次生矿物在熔岩气孔中充填而成，状如杏仁（大致呈椭球形的矿物集合体），故名。杏仁体的中心有的可能是空的，其壁上有时还分布有钟乳状体。玄武岩气孔中的杏仁体常由玉髓、沸石、方解石等充填而成。

【捕虏体】 xenolith 岩浆侵入过程中所捕获的围岩碎块。其形状和大小不一，有的为不规则棱角形，有的为长圆形、透镜形；有的很大，如某些矽卡岩矿体就产生在捕虏体中。捕虏体由于围岩崩落时发生移动，因此其构造方向与围岩整体的构造方向常不一致。围岩崩落于岩浆中，大部分都被岩浆所熔化及交代，只有少数在岩体边缘还可残存，因此，捕虏体多分布于火成岩的边缘部分。捕虏体如呈平行排列，其扁平面方向与岩浆流面方向一致，其长轴常为岩浆流动方向（流线）。

【析离体】 schlieren 又称“异离体”。在岩浆结晶过程中，有一部分早期结晶矿物相对集中，呈团块状或条带状分布在岩体中，其边缘界限有时不清，逐渐消失。析离体因受岩浆流动影响常与流动方向平行，呈定向排列。橄榄岩中常见铬铁矿析离体，基性岩中常见橄榄石析离体。

【残留体】 relict 在花岗岩化过程中，由于交待作用进行不完全而留有原岩的残留物。这种残留体的形状和大小不一，但其构造方位（如层理、片理等）与围岩一致。如残留体在花岗岩化岩石中只留形迹，则称为残影体。

【残影体】 skialith 见“残留体”。

【造岩元素】 rock－forming element 指地壳中分布最广、并且是组成各种岩石的最基本的元素，如硅、铝、铁、镁、钙、钾、钠、钛、磷等几种。火成岩化学成分是用这些元素的氧化物的重量百分比来表示的，如 SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、FeO、MgO、CaO、K_2O、Na_2O、TiO_2、P_2O_5 等，故又称为造岩氧化物。

【造岩氧化物】 rock－formingoxide 见“造岩元素”。

【铁镁矿物】 mafic mineral 又称“深色矿物”。指火成岩中含铁镁成分较多的硅酸盐矿物的总称。主要为橄榄石、辉石、角闪石和黑云母等。岩石的颜色和比重常与铁镁矿物的含量多少有关。含铁镁矿物多的颜色深，比重较大，反之颜色浅，比重较小。

【深色矿物】 dark－coloredmineral 见“铁镁矿物”。

【色率】 colour index 或称“颜色指数”。岩石中含铁镁矿物（深色矿物）的百分数常称为色率。为火成岩分类的基础之一。色率 0—30% 称浅色岩；30—60% 称中色岩；60—100% 称深色岩。例如，花岗岩的铁镁矿物占 10%，称浅色岩；闪长岩的铁镁矿物占 30—40%，称中色岩；橄榄岩的铁镁矿物占 90% 以上，称深色岩。

【硅铝矿物】 salic mineral 又称“浅色矿物”。是指火成岩中的石英及含钾、钠（部分钙）较多的铝硅酸盐矿物的总称。主要有石英、长石、副长石和白云母等。岩石中硅铝矿物和铁镁矿物相对含量的变化，常是火成岩分类的依据，同时也是反映岩石化学成分的特征。如花岗岩，其中硅铝矿物含量往往大于铁镁矿物，而二氧化硅的含量常超过 65%；而超基性岩则几乎不含硅铝矿物，二氧化硅含量往往在 45% 以下。

【浅色矿物】 light－coloredmineral 即“硅铝矿物”。

【主要矿物】 essential mineral 火成岩中含量高，可作为区分岩类根据的矿物，如花岗岩中的钾长石和石英。主要矿物和次要矿物因岩石种类而异，如石英在花岗岩中是主要矿物，而在闪长岩中则为次要矿物。

【次要矿物】 auxiliary mineral 火成岩中含量较少，对分类定名不起主要作用，但可作为确定岩石种属依据的矿物。如闪长岩中的石英，可有可无，并不影响岩石的命名。如含一定数量（5—20%）时，则称为石英闪长岩。

【副矿物】 accessory mineral 火成岩中含量极少的矿物，一般不超过 1%，在个别情况下，可达 3% 左右。因此，副矿物在一般分类中不起作用。常见的副矿物有：铬铁矿、磁铁矿、钛铁矿、锆石、榍石、磷灰石及褐帘石等。近年来对副矿物的研究日益深入，有时也用特征性的副矿物作为命名根据，如褐帘石花岗岩、锆石花岗岩、榍石花岗岩等。查明副矿物的成分、形态及其数量对于划分岩石类型，探讨母岩的含矿性以及确定和对比火成岩形成的时代都有很大的意义。

【饱和岩】 saturated rock 由二氧化硅饱和的矿物如长石、角闪石、辉石、黑云母等所组成的火成岩，例如闪长岩、辉长岩等。在化学成分分类法则中，从标准矿物中未计算出游离硅酸及不饱和矿物时，称为饱和岩。

【未饱和岩】 unsaturatcd rock 一部分或全部由二氧化硅不饱和矿物如橄榄石或副长石类矿物所组成的火成岩，例如霞石正长岩。在化学成分分类法则中，从标准矿物中计算出不饱和矿物时，称为未饱和岩。

【过饱和岩】 oversaturatedrock 除饱和矿物（长石、辉石、角闪石、云母等）外还含有原生的游离二氧化硅（石英）的火成岩，例如花岗岩。

【浅色岩】 leucocratic rock）又称“淡色岩”。火成岩有时按深色矿物与浅色矿物的量比分为浅色岩、中色岩和深色岩。凡岩石中深色矿物多于浅色矿物的（深色矿物占60—90%），颜色往往较深，称为深色岩，如橄榄岩。深色矿物略少于浅色矿物（深色矿物占30—60%）或近于相等的，称为中色岩，如闪长岩。深色矿物较少（在30%以下）而大部分为浅色矿物的称为浅色岩，如花岗岩。此外，在同一岩类中，也可按其深色矿物含量多少，而分为浅色的、中色的和深色的岩石。如辉长岩中的深色矿物含量为15—30%时，称为浅色辉长岩；深色矿物含量在60%以上时，称为深色辉长岩；而介于其间者称为中色辉长岩。

【淡色岩】 light coloured rock 即“浅色岩”。

【中色岩】 mesocratic rock 见“浅色岩”。

【深色岩】 melanocratic rock 见“浅色岩”。

【地幔岩】 pyrolite 对原始上地幔物质假想的岩石。其物质成分根据不同资料拟定出有各种模1式，其中较通行的地幔岩模式是由3—5份橄榄岩（含斜方辉石的橄榄岩）和一份玄武岩组成，其成分比较接近球陨石的硅酸盐相或二辉橄榄岩。地幔岩可顺超壳深大断裂带进入地壳，如洋中脊的二辉橄榄岩和裂谷带的金伯利岩。高温高压实验研究表明，地幔岩在不同的深度，所分熔出来的玄武岩的成分并不相同，如拉斑玄武岩是在深度<15公里分熔产生的，高铝玄武岩在深度15—35公里产生的，而碱性橄榄玄武岩则在35—70公里产生的。

【超基性岩】 ultrabasic rock 火成岩的一个大类。指化学成分中SiO_2含量小于45%，同时MgO、FeO等基性组份含量高的火成岩。主要矿物成分成橄榄石、辉石或它们的蚀变产物（蛇纹石、滑石、绢石　绿泥石等）。色深，比重大。代表岩石有纯橄榄岩、橄榄岩及金伯利岩等，它们常与基性岩组成分异杂岩体。超基性岩常沿深断裂成带状分布。造山带的阿尔卑斯型超基性岩多呈带状分布，岩体成透镜状、脉状或不规则状，以镁质超基性岩为主。超基性岩岩体大小不一，最大者达千平方公里以上，但一般较小，产状为岩床、岩盆、岩筒等。与超基性岩有关的矿产如铬、镍、钴、铂及铂族元

素、金刚石等。

【超镁铁岩】 ultramafic rock 指铁镁矿物（以橄榄石、辉石为主）含量达90%以上的一类火成岩。因此，大多数超镁铁岩就是超基性岩，反之亦然。但有例外，如辉石类单矿物岩，铁镁矿物含量在90%以上，但 SiO_2 含量高于45%（例如，顽火辉石岩含 $SiO_2$60%，透辉石岩含 $SiO_2$55．6%），所以，它是超镁铁岩，而不是超基性岩；又如单矿物斜长岩，是由钙的硅铝酸盐矿物组成，SiO_2 含量低于45%，属于超基性岩；但不是超镁铁岩。

【基性岩】 busic rock 火成岩的一个大类。SiO_2 含量为45—52%。主要矿物成分为辉石、基性斜长石，不含石英或石英含量极少。色深。比重较大。常见的基性深成岩为辉长岩，浅成岩为辉绿岩，喷出岩为玄武岩。与其有关的矿产是铁、钛、钒、铜、镍等。

【暗色岩】 trap 基性的喷出岩和浅成岩的总称。是由地台区沿断裂带的大规模的基性熔岩（玄武岩）喷发和相应的浅成基性岩 辉绿岩）侵入相结合而成的。分布面积广大。常有含铂硫化铜镍矿床及铁矿等矿产。

【中性岩】 intermediate rock 火成岩的一个大类。二氧化硅含量为52—65%。主要矿物成分为角闪石和中性斜长石，可以含有少量石英。色深灰。常见的中性深成岩为闪长岩、石英闪长岩，浅成岩为闪长玢岩、石英闪长玢岩，喷出岩为安山岩、英安岩。与其有关的矿产为铁、铜等多种黑色金属和有色金属。正长岩、粗面岩类从二氧化硅含量看，也可作为中性岩一类，但其矿物成分中钾长石和酸性斜长石占岩石总量3/4，因此它是偏碱性的中性岩。

【酸性岩】 acid rock 火成岩的一个大类。二氧化硅含量大于65%。浅色矿物含量大大多于深色矿物。色浅。浅色矿物以钾长石、酸性斜长石、石英为主。其中石英含量约占岩石1/4到1/3。深色矿物一般为黑云母。常见的酸性深成岩为花岗岩及花岗闪长岩，分布很广，岩体大小不一。浅成岩为花岗斑岩，喷出岩为流纹岩。同酸性岩类有关的矿产异常丰富，如锡、钨、钼、铋、铅、锌、银、铜、铁、铀及稀有元素等多种金属矿产。

【超酸性岩】 ultraacid rock 一般指二氧化硅含量大于75%的岩石。代表岩石为白岗岩和某些白云母花岗岩等。几乎不含深色矿物，浅色矿物主要为碱性长石和石英。

【碱性岩】 alkalic rock 火成岩的一个大类。含二氧化硅较低而碱质较高。主要矿物成分为碱性长石（微斜长石、正长石、钠长石）、各种副长石（霞石、方钠石、钙霞石等）以及碱性深色矿物（霓石、霓辉石、钠铁闪石、钠闪石等）。深成岩的代表为霞石正长岩，浅成岩为霞石正长斑岩，喷出岩为响岩。侵入的碱性岩较少成独立岩体，一般同稳定地区的基性、超基性岩以及碱性正长岩等相共生，构成超基性 - 碱性和基性 - 碱性等杂岩体。与碱性岩有关的矿产主要有铌、锆、稀土、铁、钛、磷等。

【斑岩】 porphyry 以钾长石、副长石或石英为斑晶的喷出岩、浅成岩和超浅成侵入岩，都可称为斑岩。但一般是指以碱性长石为斑晶的喷出岩和浅成岩，基质为细粒或隐晶一玻璃质。按岩石类型不同，喷出岩可分为流纹斑岩、粗面斑岩、白榴斑岩等；浅成岩可分为石英斑岩、花岗斑岩、正长斑岩等。最早用于一种从埃及采到的紫色的具有碱性长石斑晶的岩石。此词原指一切成分的具有斑晶的或具有斑状结构的岩石，根据基质的成分可以描述为花岗斑岩，闪长斑岩等。

【玢岩】 porphyrite 具斑状结构的中—基性喷出岩、浅成岩和超浅成岩的总称。以呈紫色为特征，原文即希腊语紫色之意。后来，多用以指浅成、超浅成，的与安山岩或闪长岩类有密切成因联系的侵入岩，以斜长石及暗色矿物为主要斑晶，基质多为隐晶质—玻璃质，如闪长玢岩、安山玢岩、辉绿玢岩等。此词在美英等国用为与斑岩同义的名词，与斑岩的不同之点是其斑晶为斜长石，现已废弃不用。在我国也有人用以指古相的安山岩。

【纯橄榄岩】 dunite 超基性侵入岩的一种。矿物成分几乎全由橄榄石（90—100%）组成，可有 0—10% 的辉石，还可有少量铬铁矿、磁铁矿、钛铁矿、磁黄铁矿、自然铂等。颜色呈深绿、褐绿色。全自形或全他形粒状结构，致密块状构造。蚀变后成为具油脂光泽的致密蛇纹岩。常与橄榄岩、辉石岩、辉长岩等形成杂岩体。因在新西兰之邓尼山（Dun Mountain）初次发现，故又名邓尼岩（Dunite）

【橄榄岩】 peridotite 超基性侵入岩的一种。主要由橄榄石和辉石组成。辉石为斜方辉石或单斜辉石。橄榄石的含量占 40—50% 以上。有时可含有少量角闪石、黑云母、铬铁矿等。颜色呈深绿色。粒状结构，其他如反应边结构、包含结构、海绵陨铁结构也较常见。榄榄岩根据其所含辉石成分的不同，可分为斜方辉橄榄岩、异剥橄榄岩及二辉橄榄岩等数种。蚀变后成为蛇纹岩。橄榄岩常与其他超基性岩如纯橄榄岩、辉石岩及基性岩形成杂岩体，主要产于造山带中。与之有关矿产是铬、镍、钴、铂、石棉、滑石等。

【斜方辉橄岩】 harzburgite 又译斜辉榄榄岩，橄榄岩的一种。几乎全部由榄榄石和斜方辉石（顽火辉石、古铜辉石或紫苏辉石）组成。次要矿物和副矿物常为铬铁矿、磁铁矿、透辉石和异剥石，有的还含有少量斜长石。属于镁质超基性岩。常与纯橄榄岩组成杂岩体。主要分布于造山带中，与其有关的矿产如铬、铂等。

【异剥橄榄岩】　diallage－peridotite，wehrlite　橄榄岩的一种。主要由榄榄石和异剥辉石所组成，异剥辉石含量＜60%。还含有少量（＜5%）的顽火辉石、角闪石和铬铁矿等。

【二辉橄榄岩】　lherzolite　橄榄岩的一种。橄榄石含量为90—40%，并含单斜辉石和斜方辉石，每种辉石＞5%。是介于异剥橄榄岩和斜方辉橄岩之间的岩石。

【辉石岩】　pyroxenite　超镁铁岩的一种。二氧化硅含量在55—60%左右。矿物成分几乎全由辉石（90—100%）组成，含有少量橄榄石、角闪石、黑云母、铬铁矿、磁铁矿、钛铁矿等。色深。粒状结构。辉石易蚀变成纤维状蛇纹石，这种蛇纹石变种称为绢石，肉跟观察呈灰黄色及强烈的丝绢光泽。辉石岩根据辉石的不同可分为斜方辉石岩（斜方辉石＞90%）、单斜辉石岩（单斜辉石＞90%）和二辉岩（每种辉石＞10%）等。根据次要矿物的不同，分为黑云母辉石岩、角闪石辉石岩等。辉石岩常与纯橄榄岩、橄榄岩、辉长岩形成杂岩体。有关矿产是铬、镍、钴、铂等。

【二辉辉石岩】　websterite　简称“二辉岩”。辉石岩的一种，由斜方辉石和单斜辉石组成，其中每种辉石含量＞10%，橄榄石＜5%。两种辉石常彼此相连，形成不规则的镶嵌结构。

【斜方辉石岩】　orthopyroxenite　辉石岩的一种。主要由斜方辉石（含量＞90%）组成。常与其他辉石岩、橄榄岩、苏长岩、斜长岩等组成层状杂岩体。在斜方辉石岩中以古铜辉石岩最为常见。此外，还有顽火辉石岩等。在某些斜方辉石岩及其他超基性杂岩体中，铬铁矿呈层状或条带状分布。有关的矿产还有铂、镍、铜等。

【单斜辉石岩】　clinopyroxenite　几乎全部由单斜辉石（含量＞90%）组成的辉石岩。最常见的有：①透辉石岩，几乎全由透辉石组成，含有少量的角闪石和黑云母，常与二辉橄榄岩共生；②异剥辉石岩，几乎全由异剥辉石组成，含有少量紫苏辉石、斜长石，常与超基性岩、基性岩形成杂岩体。与单斜辉石岩有关的矿产如铬、铂、铁等。

【角闪石岩】　hornblendite　又称“普通角闪石岩”。超镁铁岩的一种。主要矿物成分为普通角闪石（含量＞90%），有时含少量辉石和橄榄石，还可能见到铬铁矿和钛磁铁矿。与之有关的矿产主要是含钒的钛磁铁矿。此词与变质作用形成的角闪岩（amphibolite）不同。有些人常把二者混淆起来。

【普通角闪石岩】　即“角闪石岩”。

【苦橄岩】　picrite　富橄榄石的超镁铁质喷出岩。深色。具粒状结构。矿物成分为辉石（＜40%）、橄榄石（＞30%），有时有少量基性斜长石（＜10%）、角闪石，副矿物为钛铁矿、磁铁矿及磷灰石等。相当于橄榄岩组成（钛辉石34%，橄榄石31%，棕闪石25%，副矿物5%，碱性玻璃5%）的浅成岩，亦曾命名为苦橄岩。此词我国原译辉云橄榄岩，“苦”字系从日文转译而来，是含“镁”的意思。有人认为成分与橄辉岩相当的喷出岩称为苦橄岩，而成分相当于纯橄榄岩的喷出岩称为麦美奇岩。后者由于产在麦美奇河而得名。

【麦美奇岩】 见“苦橄岩”。

【苦橄玢岩】 picrite - porphyrite 具斑状结构的苦橄岩。

【金伯利岩】 kimberlite 最初见于非洲金伯利地方，故名。旧称“角砾云母橄榄岩”。是一种偏碱性的超基性岩。产状为爆破岩筒、火山颈，或为岩墙、岩脉。时代以白垩纪为主。金伯利岩多呈深色，以绿色居多。矿物成分十分复杂，一般可分三种类型：①金伯利岩的原生矿物，如橄榄石（大都已蛇纹石化，或钙化）、金云母（大都已绿泥石化）、镁铝榴石、铬透辉石、金刚石等；②来自上地幔、地壳深处其他岩石和围岩的捕虏体中的矿物；③金伯利岩蚀变产生的矿物，如蛇纹石、碳酸盐等。金伯利岩包括火山角砾岩或凝灰岩到浅成侵入岩的一套岩石，因此，可分为凝灰质金伯利岩、角砾状金伯利岩及岩浆型金伯利岩等。岩浆型的金伯利岩常具斑状结构，斑晶主要为镁橄榄石、金云母、镁铝榴石、铬透辉石等。普遍受到熔蚀和蚀变。金伯利岩主要分布于稳定地区的深断裂带中。有关的矿产为金刚石。

【角砾云母橄榄岩】 即“金伯利岩”。

【斜长岩】 anorthosite，plagioclasite 几乎全由基性斜长石（>90%）组成的一种基性深成岩。角闪石、普通辉石、紫苏辉石、黑云母等深色矿物的总含量不超过10%。其他矿物成分有钛磁铁矿、钛铁矿、铁和铜硫化物、金红石、刚玉等。色浅，常呈灰色。半自形或他形粗粒结构。基性斜长石，一般为拉长石，肉眼观察显闪光变彩现象，也有比拉长石更基性的，为培长石或钙长石。基性斜长石易蚀变为钠长石、黝帘石、绿帘石等矿物集合体。斜长岩一般认为是基性岩浆分异的产物，常分布在分异岩体的上部；但也有人认为是由地壳深部或上地幔的深熔作用形成。与斜长岩有关的矿产有钒钛磁铁矿及钛铁矿等。斜长岩本身也是优良的建筑材料。

【中长岩】 andesinite 主要由中长石组成的一种斜长岩。含中长石90%，正长石+石英5%，此外为辉石及副矿物磷灰石、磁铁矿等。

【拉长岩】 labradosite 主要由拉长石组成的一种斜长岩。因具有变彩特性，是贵重的装饰石料。

【辉长岩】 gabbro 基性侵入岩的一种。主要矿物成分为单斜辉石（普通辉石、透辉石等）和基性斜长石，二者含量近于相等。次要矿物为角闪石、橄榄石、黑云母等，副矿物为磷灰石、磁铁矿、钛铁矿等。颜色灰黑。中粒到粗粒。半自形等粒结构（或辉长结构）。根据次要矿物不同，辉长岩可分为：橄榄辉长岩、角闪辉长岩等。辉长苏长岩为既含有单斜辉石也含有斜方辉石的岩石，介于辉长岩和苏长岩之间的过渡类型。如含有少量正长石，称之为正长辉长岩，是向碱性辉长岩过渡的种属。辉长岩中辉石可蚀变为纤维状阳起石、透闪石。基性斜长石可蚀变为钠长石、黝帘石、绿帘石等矿物集合体以及碳酸盐、葡萄石、高岭土等。辉长岩常呈规模较小的侵入体，往往具有较好的分异作用，可与超基性岩和闪长岩相过渡；有时可与超基性岩组成杂岩体，由多种

基性岩、超基性岩分异成层状产出。含矿层常堆积于分异系列的底部；分异越好，含矿性越大。与辉长岩有关的矿产为铁、钛、铜、镍、磷等。

【苏长岩】 norite 基性侵入岩的一种。主要矿物成分为基性斜长石和斜方辉石（一般为紫苏辉石），还常含橄榄石。色深，比重较大。苏长岩常与超基性岩及辉长岩共生。与苏长岩有关的矿产，主要为铜、镍、铂、铁等。

【暗色辉长岩】 tilaite 深色矿物主要是透辉石（65%），其次为橄榄石（11%）。色率 80。浅色矿物为基性斜长石（20%）。是辉长岩与橄榄岩的过渡类型。

【橄长岩】 troctolite 基性侵入岩的一种。主要矿物成分为基性斜长石——培长石和橄榄石，有时含少量辉石。

【辉绿岩】 diabase 基性浅成侵入岩岩石。有人把具辉绿结构的基性熔岩或次火山岩也称为辉绿岩。主要矿物成分为辉石和基性斜长石，还可有少量橄榄石、黑云母、石英、磷灰石、磁铁矿、钛铁矿等。基性斜长石显著地较辉石自形，常构成辉绿结构。灰黑色。根据次要矿物的不同，进一步分为橄榄辉绿岩、石英辉绿岩等。基性斜长石常蚀变为钠长石、黝帘石、绿帘石等矿物集合体及高岭土等，辉石常蚀变为绿泥石、角闪石、碳酸盐等。常呈浅成侵入体，如岩床、岩墙、火山颈等。辉绿岩是制造铸石的原料。以辉绿岩为主要原料制成的铸石，称为辉绿岩铸石，是一种具有高度耐磨性和耐腐蚀性的材料。

【辉长玢岩】 gabbro - porphyrite 具斑状结构的基性浅成岩，基质具辉长结构。

【辉绿玢岩】 diabase - porphyrite 具斑状结构的基性浅成岩，基质具辉绿结构。

【玄武岩】 basalt 基性喷出岩的一种。矿物成分相当于辉长岩。一般呈灰黑色，细粒致密状，往往具气孔状构造、杏仁状构造及六方柱状节理。常见斑状结构。斑晶为橄榄石、辉石、基性斜长石等。基质一般是细粒的，有时为隐晶质或半晶质的，由微晶和玻璃质组成。包括间隐、拉斑玄武、粗玄、辉绿结构。基质中基性斜长石较多，也有深色矿物。根据次要矿物的不同，可分为橄榄玄武岩、紫苏辉石玄武岩等。按结构和构造，可分气孔状玄武岩、杏仁状玄武岩等。如玄武岩全部由玻璃组成，则称为玄武玻璃。广义的玄武岩，按化学成分、矿物成分及成因、分布特征，可分为拉斑玄武岩、高铝玄武岩、碱性玄武岩等，各有其伴生岩系。玄武岩为火山岩中分布最广的，常形成广大的熔岩台地、火山岛及海岭，在造山带内作为钙碱岩系的基性成员。由于玄武岩浆粘度小，流动性大，大量溢出地表，易形成大规模熔岩流或熔岩被；但也有呈层状侵入体，如岩床等。我国西南诸省有二叠纪玄武岩；华北、内蒙和华东有第三纪、第四纪玄武岩。玄武岩除可用作熔铸耐酸铸石原料外，其气孔中往往充填有铜、钴、硫黄、冰洲石等有用矿产。经风化作用，玄武岩可变成黄褐色玄武土，进一步淋滤，可除去二氧化硅，而形成有价值的铝土矿。

【拉斑玄武岩】　tholeiite　以富硅（$SiO_2$49—51%）、贫碱（Na_2O + K_2O1.5 – 3.0%）为特征的玄武岩。矿物成分为拉长石—钙长石，辉石成分贫钙，为易变辉石和贫钙普通辉石。橄榄石多见于斑晶，与辉石形成反应关系。在基质中，有时见石英与钾长石的微文象连品或具残余玻璃。岩石结构主要为拉斑玄武、间粒或辉绿结构。产于环太平洋火山带的大洋一侧，为洋壳的基本组份。多数人认为它是上地慢物质在较低压条件下部分熔融的产物。

【高铝玄武岩】　high – aluminabasalt　广义的钙碱玄武岩的一种。其化学成分特点是，Al_2O_3 含量达到 17% 以上。斑晶为培长石、橄榄石、普通辉石、紫苏辉石，基质由拉长石、普通辉石、橄榄石、石英等组成，有时含碱性长石。在矿物组份、化学成分上占有拉斑玄武岩与碱性玄武岩的中间性质。主要分布于环太平洋地区造山带，大陆及海洋亦有产出。

【碱性玄武岩】　alkali – basalt 基性碱性火山岩的总称。比一般玄武岩富碱，而 SiO_2 和 CaO 较低。主要矿物为斜长石（中长石—拉长石）、橄榄石、富钙辉石和钛辉石，橄榄石与辉石间无反应边，不含斜方辉石，而含有钾长石、歪长石以及白榴石、霞石、方钠石等副长石矿物。主要分布于大陆地区及海洋火山岛。在亚洲环太平洋火山带，碱性玄武岩分布于靠近大陆一侧。另外，在夏威夷群岛把含实际矿物橄榄石 >5%，标准矿物霞石 <5% 的玄武岩也称为碱性玄武岩。碱性橄榄玄武岩岩系也简称碱性玄武岩岩系。

【粗玄岩】　dolerite　又称“徨绿岩”。颗粒较粗的玄武岩。全晶质。中粒。多具粗玄结构。如矿物成分肉跟不能鉴别，则称为细粒玄武岩。多呈岩床、岩脉产出。化学成分同玄武岩，与玄武岩区别在于它不含玻璃质，而结晶粒度较粗。与显微辉长岩为同义语。

【橄榄玄武岩】　olivine basalt 含橄榄石（<30%）的玄武岩，橄榄石多呈斑晶。这种岩石常见于玄武岩—安山岩—流纹岩组合、拉斑玄武岩组合以及碱性玄武岩组合中。前两个组合中的橄榄玄武岩，含橄榄石较少，且斜长石为基性斜长石。后一组合中的橄榄玄武岩含橄榄石较多，常含少量碱性长石，是一种偏碱性的玄武岩。

【细碧岩】　spilite　海底喷出的含大量钠长石的基性熔岩。一般具枕状构造和细碧结构。矿物成分复杂且变化很大，主要以钠长石和辉石斑晶为主，基质由绿泥石、阳起石、方解石、绿帘石、葡萄石、石髓等矿物以及分解了的玻璃质组成。浅绿色。隐晶质。常与角斑岩、石英角斑岩共生，组成海底喷出的火山岩系，称为细碧—石英角斑岩系，主要分布于地槽区。常伴有黄铁矿、黄铜矿的富集层。近年来有人认为细碧岩不是原生火成岩，也不一定出现在地槽区，而是在水的参与下经过变质的基性火山岩。有人认为就是变了质的玄武岩。

【玄武玻璃】　basaltglass，hyalomelane　具玻璃结构的不含水的玄武岩。如含大量水，则称“橙玄玻璃”。

【橙玄玻璃】　palagonite　见“玄武玻璃”。

【火山渣】　scoria　又称“岩渣”。火山碎屑物的一种。黑色、暗褐色等深色。质地轻而粗糙，气孔多。成分相当于玄武岩或安山岩。由于熔岩中气体在冷凝以前迅速逸散，因而气孔常为不规则或呈圆形、长圆形。火山渣也见于熔岩流的表面。它与长英质浮岩的区别是，镁铁质较多，色较深。

【蛇绿岩套】　ophiolitic suite 又称“奥菲奥岩”或“蛇绿岩建造”。是地槽初期火成活动喷出和侵入的基性、超基性火成岩的总称。大致是指一套由超基性岩、辉长岩、辉绿岩和玄武岩质熔岩，以及其上复的远海硅质沉积物组成的浅变质（一般不超过绿片岩相）的岩石组合。这套岩石主要分布于优地槽区、洋中脊及板块碰撞带。我国祁连山、西藏、天山等地均有分布。

【奥菲奥岩】　ophiolite；　即“蛇绿岩套”。

【闪长岩】　diorite　中性深成岩的代表岩石。全晶质。粗粒。主要由中性斜长石和角闪石组成，有时含有黑云母和少量碱性长石。副矿物为磷灰石、磁铁矿、钛铁矿和榍石等。色深灰或浅绿。SiO_2 含量一般在 55—60% 左右。多为半自形粒状结构，有时为似斑状或斑状结构。闪长岩在我国有广泛的分布，有的与其他中性岩构成杂岩体，如长江中下游一带；有的则与基性岩或酸性岩相伴生，如济南辉长岩体；其边缘部分有闪长岩出露。与闪长岩有关的矿产主要是铁、铜及其他金属。

【石英闪长岩】　quartz diorite 闪长岩的一种。含石英 5—20%。这种岩石往往与其他中—酸性侵入岩相伴生，因此，常把它归属于花岗岩类岩石。

【闪长玢岩】　dioritic porphyrite　又称闪长斑岩，一种常见的中性浅成岩。成分与闪长岩相当。斑状结构，斑晶以中性斜长石为主，其次为角闪石和黑云母。基质为细粒或微晶质。一般呈小型岩体，有时是闪长岩体的边缘相。闪长玢岩如与喷出的安山岩有同源关系，则属于次火山岩。与闪长玢岩有关的矿产，如铁、铜、黄铁矿等。

【安山岩】　andesite　与闪长岩成分相当的中性喷出岩。其特点是，颜色为深灰色、浅玫瑰色和褐色。斑状结构。基质有玻基交织结构、交织结构及玻璃质结构。如基质经脱玻化，有的亦称为安山玢岩。斑晶通常为具环带状的中、基性斜长石，而基质中斜长石较斑晶成分酸性。根据斑晶中有辉石、角闪石、黑云母等深色矿物，可划分为辉石安山岩、角闪石安山岩和黑云母安山岩等。安山岩为造山带内最普通的火山岩。随石英含量增加，过渡为英安岩，与流纹岩等为钙碱系的主要岩石。安山岩在新生代环太平洋地区有大量喷出，称为安山岩线，面在海洋地区几无产出。

【安山玢岩】 andesiticporphyrite 见“玢岩”。

【辉石安山岩】 pyroxene－andesite 以辉石为主要铁镁矿物斑晶的安山岩。斑晶辉石一般为普遍辉石、透辉石、古铜辉石、紫苏辉石，而易变辉石则较少见。斜长石斑晶一般为拉长石—中长石，多具环带构造。基质由斜长石、紫苏辉石、普通辉石、易变辉石、磁铁矿、鳞石英、方英石、碱性长石等组成，具填间、毡状至玻璃质结构。一般产于造山带。我国东部中生代火山岩有此种岩石分布。

【英安岩】 dacite 化学成分和矿物成分与花岗闪长岩或石英闪长岩相当的喷出岩。其特征是色浅：灰色或灰白色。斑状结构，斑晶多为中性斜长石，碱性斜长石较少，有时含少量石英。基质为细粒的长石、石英等。通常为玻璃质结构、玻基交织结构或霏细结构。有的具流纹构造。英安岩常与流纹岩、粗面岩、安山岩以及石英斑岩等共生，组成巨厚的火山岩系。我国火山岩地区均有出露，特别是东南沿海一带最为发育。与英安岩有关的矿产有高岭石、蒙脱石、明矾石、叶蜡石、黄铁矿、萤石等。

【二长岩】 monzonite 中性深成岩的一种。岩石性质介于正长岩和闪长岩之间，其中碱性长石和斜长石（An40—50）的含量近于相等，深色矿物成分约占30%，以角闪石为主。但某些二长岩中的斜长石，有的相当基性，大部为拉长石，其次为培长石或中长石，这种二长岩是介于辉长岩与正长岩之间的岩类。具二长结构。含石英5—20%的叫石英二长岩。较少成单独岩体，大多数同正长岩、碱性正长岩或闪长岩伴生。与二长岩成分相当的喷出矿，叫安粗岩。

【安粗岩】 latite 相当于二长岩的喷出岩。其矿物成分介于粗面岩与粗安岩之间。矿物成分的特点是，斑晶中碱性长石与斜长石含量相近，或除斜长石斑晶外，不含有碱性长石，或斑晶为斜长石，而基质为微晶碱性长石。

【粗安岩】 trachyandensite 又称“粗面安山岩”。成分介于安粗岩与安山岩之间的一种喷出岩。碱性长石占长石总量的10—35%。

【花岗岩类】 granitoid 凡含二氧化硅在65—78%的花岗岩、花岗闪长岩、石英闪长岩、石英二长岩、石英正长岩的总称。一般以含石英和具花岗岩外貌为其特征。其成因既有由岩浆形成的，也有由花岗岩化作用形成的。花岗岩类岩石分布很广，常呈较大的杂岩体。与其有关的矿产有钨、锡、铍、铌、钽、稀有元素、铀、金、铅、锌等。

【花岗岩】 granite 俗称“花岗石”。是一种分布很广的深成酸性火成岩，SiO_2含量多在70%以上，颜色较浅，以灰白色、肉红色较为常见。主要由石英、长石及少量深色矿物组成。石英含量在20%以上。碱性长石常多于斜长石。斜长石主要为酸性，碱性长石为各种钾长石及钠长石。深色矿物以黑云母为主。具花岗结构或似斑状结构。花岗岩依深色矿物种类可分为：黑云母花岗岩、白云母花岗岩、二云母花岗岩、角闪花岗岩等；依结构、构造可分为细粒花岗岩、中粒花岗岩、粗粒花岗岩、斑状花岗岩及片麻状花岗岩等。通常呈岩基、岩株、岩钟等产出。花岗岩在我国有广泛分布，各个地质时代都有出露。与它有关的矿产也极为丰富，主要有钨、锡、钼、铋、汞、锑、金、铜、铅、锌、铌、钽、铍等以及放射性元素等矿产。花岗岩因结构均匀，质地坚实，颜色美观，是一种优质建筑石料。关于花岗岩的成因，主要有火成论和变质论两种观点：前者认为花岗岩是花岗岩浆在地壳深处冷凝结晶或由玄武岩浆经结晶分异而成，后者认为花岗岩是深度变质和交代作用的花岗岩化作用形成。

【二长花岗岩】 admellite 碱性长石与斜长石含量近于相等的花岗岩。

【斜长花岗岩】 plagio granite 含碱性长石很少或不含碱性长石的花岗岩，例如由20—40%石英、斜长石（更中长石至中长石）及一些深色矿物组成的花岗岩。此词为苏联岩石学家所常用。所指的是一些含钾较低的火成岩，包括从石英闪长岩到更长花岗岩一类的岩石，最初由克鲁肖夫（Kruschov）在1931年使用，他所指的岩石的平均矿物成分为：斜长石56%，石英27%，黑云母12%，角闪石5%。

【碱性长石花岗岩】 alkali－feldspar granite 一种富含碱性长石（正长石、微斜长石、条纹长石、歪长石、钠长石）的花岗岩，斜长石含量不超过长石总量的10%。

【碱性花岗岩】 alkali－granite 通常指钠质花岗岩，是含碱性长石（钠长石、歪长石、微纹长石等）和含钠的深色矿物（钠闪石、钠铁闪石、霓辉石、霓石、铁云母等）的花岗岩。按深色矿物，碱性花岗岩分为：钠闪石花岗岩、霓石花岗岩等；有时也将不含深色矿物但含碱高的白岗岩等列入碱性花岗岩。与碱性花岗岩有关的矿产为铌、钽、锡、稀土、锆等。

【更长环斑花岗岩】 rapakivi 花岗岩的一种。其特点是，具似斑状结构，钾长石斑晶为卵形，外面包围一圈更长石或中长石。斑晶的大小，可达数厘米；其中包有较多的石英嵌晶，可能为变斑晶。基质由石英、长石、黑云母及少量角闪石等组成。这种岩石常分布于前寒武纪变质岩系中。北京密云就有这种岩石，其中钾长石斑晶很大，最大的直径可达10厘米，多数呈卵形，外有一层白色的中长石环，非常美观，可作装饰石料。

【紫苏花岗岩】 hypersthenegranite，charnockite 花岗岩的一种。颜色深暗，外貌与粗粒片麻岩相似。主要由石英、微条纹长石、更长石及紫苏辉石组成。多与深变质的麻粒岩相共生。石英和长石含有麻粒岩相特征的熔离微晶，而呈青色。条纹长石中的条纹不是钠长石，而是更长石或中长石，有时还有反条纹长石。这种花岗岩有的也与斜长岩常共生。其成因有岩浆成因和深成变质作用的产物的两种说法。

【文象花岗岩】 graphic granite 花岗岩的一种。主要由钾长石和石英组成。具文象结构。含深色矿物很少。这种岩石多数属于伟晶岩相。

【花岗闪长岩】 granodiorite 中酸性粗粒状深成岩，二氧化硅含量在56%左右，石英含量为20%以上，斜长石（更长石或中长石）含量多于碱性长石，深色矿物为角闪石或黑云母。它是介于二长花岗岩和斜长花岗岩之间的岩石，与它有关的矿产主要是矽卡岩型铜、铁矿产。

【石英二长岩】 quartz - monzonite 花岗岩类岩石之一。斜长石（An30—50）和碱性长石含量相近，石英含量为5—20%。如石英和碱性长石同时增加，则过渡为花岗岩。与石英二长岩有关的矿产，主要为铜、钼矿。

【白岗岩】 alaskite 花岗岩的浅色变种之一。化学成分和花岗岩相似，但SiO_2含量近于75%，较花岗岩为高，属超酸性岩石。其特征是几乎不含深色矿物，全部由石英、碱性长石和酸性斜长石组成，可含少量的云母。具花岗结构。与其有关的矿产主要是锡、钨、铌、钽等。

【花岗斑岩】 granite - porphyry 酸性火成岩的浅成相岩石。化学成分，矿物组成与花岗岩相当。具全晶质斑状结构，斑晶为石英及碱性长石，可含少量斜长石；基质由细粒石英、长石及少量深色矿物组成。岩体一般较小，常呈岩枝、岩瘤或岩脉产出。

【花斑岩】 granophyre 花岗斑岩的一种。即基质具微文象结构或微球粒结构的花岗斑岩。

【石英斑岩】 quartz - porphyry 长英质斑状浅成岩或喷出岩的一种。斑晶以石英为主，还有少量透长石或正长石及黑云母。基质为隐晶质。石英斑岩多呈脉状产出，有时为浅成岩体的边缘相，亦常见于喷出的或超浅成的中酸性火山岩系中。

【流纹岩】 rhyolite 酸性喷出岩的一种。成分与花岗岩相当。斑状结构，斑晶为石英、碱性长石（透长石、歪长石），有时有少量斜长石。基质一般为致密的隐晶质或玻璃质，有时有球粒结构。常具流纹构造。产状为岩丘。流纹岩的基质如已发生明显的脱玻化作用，称为流纹斑岩。流纹岩在我国东南沿海各省广泛分布。与其有关的矿产有高岭石，蒙脱石、叶蜡石、明矾石、黄铁矿和萤石等。如斑晶为碱性长石及石英，并含有霓辉石，基质为微晶霓辉石及碱性长石，$Na_2O > K_2O$，则称为碱流岩（pantellerite）

【流纹斑岩】 rhyolite－porphyry 见“流纹岩”。

【斑流岩】 nevadite 具有多量的石英、碱性长石等大斑晶的流纹岩。

【霏细岩】 felsite 酸性喷出岩或浅成侵入岩的一种。是具有无斑隐晶质结构或霏细结构的流纹岩。浅色，主要由石英和长石组成。基质脱玻化现象很明显，在重结晶以后出现微晶和雏晶。它们如呈放射状排列，称为球粒结构。霏细岩如具有长石斑晶，则称为霏细斑岩。

【黑曜岩】 obsidian 酸性的玻璃质火山岩。成分与花岗岩相当，但全部由玻璃质组成。含水分很少（少于1%）。一般为黑色或褐色。有明显的玻璃光泽和贝壳状断口。常产于酸性火山岩分布地区，我国东南沿海火山岩出露地区即有产出。可做工艺品、装饰品的原料。

【松脂岩】 pitchstone 酸性的玻璃质火山岩。含水分8%。有各种颜色，具松脂光泽和贝壳状断口。松脂岩可用作制造膨胀珍珠岩的原料。

【珍珠岩】 perlite 由火山喷发的酸性熔岩（成分相当于流纹岩）经急速冷却而成的玻璃质岩石。二氧化硅含量在70%左右，水分约在3—5%。具有珍珠或油脂似的光泽和圆弧形的裂纹，这种裂纹由冷凝收缩作用，形成“珍珠”，特称为珍珠结构。颜色一般多呈浅灰、绿灰、淡绿或带褐色。粉末多为白色或灰色。珍珠岩可用以制造膨胀珍珠岩，后者具有良好的建筑性能（吸音性好，吸湿性小，抗冻性强），因此建筑上大量采用，在农业上用米改良土壤，增强保水能力，还可用作铸造、酿造、过滤、制药以及洗涤等工业的辅助材料。

【浮岩】 pumice 俗称“浮石”。是一种多孔的玻璃质酸性喷出岩。其特点是岩石气孔较多。白色或浅灰色，无光泽，全玻璃质结构。比重较轻（0.3—0.4），能浮于水，故名。浮岩的成分相当于流纹岩，化学成分变化较大，含$SiO_2$65—75%，$Al_2O_3$9—20%，其次为钙、镁、钾、钠的氧化物。浮岩多产于火山岩分布的地区。浮岩在化学工业中可用作过滤器、干燥器、催化剂。孔隙间壁锋利的可作磨料，用以磨制大理石、金属等。在建筑材料方面可制浮石混凝土、石灰浮石加料，以使建筑物体轻，并具隔热、隔音的性能。

【浮石】 “浮岩”的俗称。详见“浮岩”。

【正长岩】 syenite 中性深成侵入岩之一。二氧化硅含量约60%左右，与闪长岩—安山岩类相近，但碱含量稍高（Na_2O约4%，K_2O约5%）。矿物成分以长石、角闪石和黑云母为主，不含或只含极少量石英。如石英含量达5—20%，称为石英正长岩。长石中碱性长石（通常为正长石、微斜长石、条纹长石）约占三分之二以上，还有少量斜长石（An20—40）存在。呈浅灰色或玫瑰色。等粒或斑状结构。块状、似片麻状构造。一般形成中等大小的岩体（如小岩株），或与基性岩，碱性岩形成杂岩体。是优良的建筑材料。与正长岩有关的矿产有铁矿和稀有元素等。

【碱性正长岩】 alkali - syenite 一种以碱性长石为主，而深色矿物为碱性辉石或碱性角闪石的正长岩。一般含有少量副长石。常与霞石正长岩等伴生。

【等色岩】 shonkinite 富含深色矿物（一般大于50%）的碱性正长岩。在成分上接近于富含辉石的正长岩，主要由带霓辉石边的普通辉石及正长石等组成，并含霞石、橄榄石、角闪石及黑云母等。

【粗面岩】 trachyte 成分相当于正长岩的喷出岩。呈浅灰、浅黄或粉红等色。常具斑状结构。按所含长石性质的不同，分为钾质粗面岩和钠质粗面岩。前者以碱性长石（透长石、正长石）占优势，并含少量斜长石，有时含角闪石、黑云母等暗色矿物；后者以钠长石和歪长石占优势，或含量较多，同时铁镁矿物也常富含钠质。基质常为隐晶质或微晶，具粗面结构。有时具流纹构造或气孔构造，通常与流纹岩或安山岩等伴生。

【石英粗面岩】 quartz - trachyte 含有少量石英的粗面岩。石英在这种岩石中成为斑晶，在基质中呈他形，与碱性长石呈共结连晶。我国浙江天目山有这种岩石的广泛分布。

【角斑岩】 keratophyre 一种富含钠质的海底喷发的中性熔岩。常具斑状结构。斑晶主要为钠长石，其次为歪长石。深色矿物中偶可见到透辉石和黑云母，但已蚀变为绿泥石、绿帘石等。基质多为隐晶质。浅绿或浅褐色，在偏光显微镜下可以看出基质是由板条形钠长石微晶组成。有人认为角斑岩可能是钠长石化的碱性粗面岩。含有石英时，称为石英角斑岩。它们常与细碧岩共生，与海相沉积互层，在地槽区组成海底喷发的细碧 - 角斑岩系。我国祁连山有这种岩系的分布，与黄铁矿型铜矿密切有关。此词原指第三纪前的熔岩，但未被普遍采用。

【石英角斑岩】 quartz - keratophyree 一种富含钠质的海底喷发的酸性熔岩。具斑状结构，除钠长石斑晶外，还有石英和歪长石斑晶，以此与角斑岩区别。根据石英角斑岩和角斑岩经常与细碧岩共生，而且有相似于细碧岩中所见的钠长石化和绿泥石化等现象，可以推知它们都是地槽区海底喷发的火山岩，后经钠长石化和绿泥石化而形成。

【钠长斑岩】 albitophyre 又称“钠长玢岩”。指斑晶为钠长石、基质由钠长石、白云母、石榴子石、磷次石、石英等微晶组成的斑状火成岩。具有与正长斑岩相似的结构。

【霞石正长岩】 nepheline - syenite 碱性的长石质深成岩。在化学成分方面富含碱质，特别富含钠质。矿物成分主要为碱性长石（正长石、微斜长石、钠长石）及各种副长石（以霞石为主），次要矿物有碱性辉石及碱性角闪石。灰色或浅灰色，中粒，有时为粗粒结构。霞石正长岩可分为：以钠长石为主的钠霞正长岩；以正长石为主的正霞正长岩和流霞正长岩；以其他副长石为主的钙霞正长岩和方钠正长岩等。产状不一，通常成不大的岩体（岩株、岩盖、环状岩体等）。常与碱性正长岩、碱性辉长岩类等岩石共生。我国山西、四川、云南、辽宁等省都有发现。与霞石正长岩有关的矿产有铌、钽、锆、钍、铀和稀土元素等。

【响岩】 phonolite 成分与霞石正长岩相当的喷出岩。含有较多的碱质。矿物成分主要为碱性长石、副长石及碱性辉石或碱性角闪石。因某些响岩类岩石在沿节理击碎时能发出响声，故名。常为斑状结构，有时为无斑隐晶结构。呈斑状结构时，斑晶大多为钠正长石或透长石及霞石、黝方石、白榴石等副长石类矿物。根据所含主要副长石矿物种类可分为霞石响岩、黝方石响岩及白榴石响岩等。岩石呈灰白色或深灰色，略具脂肪光泽。常呈小型岩丘或岩流产出。

【白榴岩】 leucitite 碱性喷出岩的一种。由白榴石和霓石或普通辉石所组成。具斑状结构或粒状结构。全部由白榴石组成的粒状岩石，称为粗白榴岩，见于意大利的火山集块岩中。如白榴岩中富含铁镁矿物，如橄榄石或辉石等，则称橄榄白榴岩、辉石白榴岩。

【粗白榴岩】 italite 参见“白榴岩”。

【碱正辉长岩】 essexite 碱性辉长岩类的一种。SiO_2 含量与辉长岩相当，在 45—52% 之间，但碱质含量较高（Na_2O 为 4—5%，K_2O 为 3—4%）矿物成分主要为斜长石（中长石—拉长石）、含钠的角闪石、黑云母、钛辉石以及碱性长石（正长石、歪长石）和霞石等。岩石一般呈深色，半自形粒状结构或辉长结构，块状构造。常与霞石正长岩共生，有时与基性岩共生。

【霞斜岩】 theralite 碱性辉长岩类的一种。深灰色至黑色。深色矿物含量约 50%，主要为钛辉石，也可有少量角闪石、黑云母或橄榄石。浅色矿物为拉长石（占 35—40%）及较少的霞石（占 10—15%）。

【碱玄岩】 tephrite 称“灰玄岩”。碱性玄武岩的一种，是与霞斜岩成分相当的喷出岩。由基性斜长石、单斜辉石及副长石组成，具斑状结构。不含或含极少量的橄榄石。如含较多的橄榄石，则称为碧玄岩。

【碧玄岩】 basanite 碱性玄武岩的一种，由基性长石、普通辉石、橄榄石及副长石（霞石、白榴石、方沸石等）组成。灰至暗灰色，全晶质，常具斑状结构。按副长石成分可分为白榴碧玄岩、霞石碧玄岩、方沸碧玄岩等。如不含副长石，而含富钠的玻璃质，则称似碧玄岩。

【似碧玄岩】 见“碧玄岩”。

【灰玄岩】 即“碱玄岩”。

【霓霞岩】 ijolite 为不含长石的一种碱性岩。主要由霞石和霓石或霓辉石、钛辉石组成，有时有黑榴石及黑云母。深色矿物含量在 35—70%。典型的霓霞岩的深色矿物含量为 50%。它常常一方面向磷霞岩过渡，一方面向霞霓钛辉岩过渡。

【霞石岩】 nephelinite 一种细粒或斑状、甚至为无。斑隐晶质的碱性喷出岩或浅成岩，成分与霓霞岩相当。主要矿物成分为霞石和辉石，辉石中以钛辉石为特征，一般不含长石。霞石岩常与其他碱性喷出岩如白榴岩、响岩等相伴生。

【磷霞岩】 urtite 为不含长石的一种碱性岩。它是磷霞岩－霓霞岩－霞霓钠辉岩－钛铁霞辉岩系列的一个端员。典型的磷霞岩由 90—70% 的霞石和 10—30% 的霓石组成。此外，尚含少量的磁铁矿、钛铁矿和磷灰石等。我国四川所产磷霞岩的矿物成分如下：霞石 79. 61%，钙霞石 2. 62%，钛辉石 9. 91%，霓石 0. 91%，白云母 3. 09%，其余为副矿物。磷霞岩常与霓霞岩、霞霓钠辉岩、超基性岩、碳酸岩等组成超基性－碱性－碳酸岩的杂岩体，呈筒状产出，岩体中各种岩石常成环带状。主要分布在稳定地区的断裂带中。与其有关的矿产为铌、稀土、锆、铁、钛、磷和霞石等。

【霞霓钠辉岩】 melteigite 碱性岩类之一。其特点是几乎不含长石，深色矿物含量为 65—80%，主要为霓石，霓辉石、钛辉石；霞石含量 20—35%，次要矿物有钙霞石、榍石、磷灰石、黑榴石、方解石等。我国四川所产霞霓钠辉岩的矿物成分如下：霞石 26. 3%，钙霞石 10. 32%，钛辉石 54. 46%，霓石 5. 68%，次闪石 0. 60%，磁铁矿 2. 2%，锆石 0. 1%，方解石 0. 17%，赤铁矿 0. 08%。在结构方面，深色矿物及榍石、磷灰石形成自形晶，霞石呈他形晶充填于其他矿物的间隙中。

【钛铁霞辉岩】 jacupirangite 一种深色的碱性岩。几乎不含或完全不含霞石等浅色矿物。为磷霞岩－霓霞岩－钛铁霞辉岩系列的一个端员。岩石外貌多种多样。常为片状构造。粗粒结构。其成分主要为钛辉石（大于 80%），次为钛磁铁矿，并含有钛铁矿、磷灰石等。

【碳酸岩】 carbonatite 由碳酸盐矿物（方解石、白云石、菱镁矿等碳酸盐矿物占 80% 以上）所组成的火成岩。在碳酸岩中，次要矿物种类很多，数量不等，常见的有辉石、金云母、黑云母、磷灰石、钛铁矿、微斜长石、霞石、黑榴石以及含稀有、稀土元素的矿物（如烧绿石、氟碳铈矿等）。具中粒、粗粒结构。块状构造。碳酸岩在成因上和空间上与超基性—碱性岩有紧密关系，组成超基性－碱性－碳酸岩杂岩体。杂岩体呈岩筒或火山颈产出。碳酸岩常分布于杂岩体上部的中心部分，少数在边部，呈同心状脉、放射状脉、囊状体及筒状体。这类杂岩体主要分布于地壳稳定地区，沿区域性深断裂分布。围岩常具明显的长霓岩化现象。关于碳酸岩的成因有：以下不同说法：①超基性岩浆分异的产物；②富含 CO_2 的热液交代碱性－超基性岩的结果；③是石灰岩被花岗岩浆同化的产物；④碱性－超基性岩的霓石化、霞石化的发展的结果。与其有关的矿产是铌、锆、稀土元素、磷、铁、金云母及蛭石等。最为重要的矿床类型为稀土碳酸岩及烧绿石碳酸岩。

【脉岩】 dike rock 经常呈脉状产出的火成岩。它们在空间分布上常与一定的深成岩体有密切关系：产于深成岩体内，或产在岩体附近的围岩中。脉岩有的以其成分与深成岩不同，分为两类：①浅色脉岩，浅色矿物特别集中，如细晶岩、伟晶岩；②深色脉岩，深色矿物特别集中，如煌斑岩。有的以其成分与深成岩相似，则根据成分分为花岗斑岩、闪长玢岩等。

【煌斑岩】 lamprophyre 深色脉岩类岩石的总称。其特点是全晶质，具有明显的斑状结构。暗色矿物主要为黑云母、角闪石和辉石，其含量在斑晶和基质中不少于30%，且自形程度良好。常见的浅色矿物有斜长石、正长石等，它们都局限在基质中；此外，还有较多的含挥发份的矿物。随着深色矿物和浅色矿物组合的不同，进一步划分为不同的岩石种属，如以黑云母、正长石为主的称云煌岩；以黑云母、斜长石为主的称云斜煌岩；以角闪石、斜长石为主的称斜闪煌岩；以辉石和基性斜长石为主的称拉辉煌斑岩等。煌斑岩脉大多与深成岩体有关，侵入于岩体或其围岩中，也有一些与火山岩有关。煌斑岩按其成分而言，几乎都是基性岩或超基性岩。根据斑晶的性质同基质相对比，推测有些煌斑岩可能是混染成因，如某些含石英的云煌岩，可能是由花岗岩质物质经基性岩浆部分同化作用而成。

【云煌岩】 minette 煌斑岩的一种。主要矿物为褐色黑云母及正长石。河北涞源的云煌岩为全自形粒状结构。主要是由黑云母及钾长石组成。如由黑云母和碱性长石组成，并稍含霓石或霓辉石，则称为钠云煌岩。

【斜闪煌岩】 spessartite 煌斑岩的一种，是一种含角闪石的煌斑岩。具细粒或斑状结构。深灰色。所含长石以斜长石为主，普通角闪石含量占40%以上。

【细晶岩】 aplite 又称“长英岩”。一种酸性浅色脉岩，常呈脉状。主要矿物成分为碱性长石和石英，几乎不含深色矿物。一般呈灰白色、浅黄色或肉红色。具有细粒的他形粒状结构（细晶结构）。大部分产于深成岩体的裂隙和附近的围者中，有时也见于侵入岩的边缘部分，多半为岩浆杂岩体的晚期产物。细晶岩也包括其他具细粒他形结构的脉岩。因此，细晶岩如单独应用时，一般是指花岗细晶岩，其他按其成分不同，又可分为辉长细晶岩、闪长细晶岩等。

【长英岩】 即“细晶岩”。

【伟晶岩】 pegmatite 一种具有巨粒或粗粒结构的脉岩。常呈脉状，并成群产出。矿物颗粒一般都很粗大。有时具带状构造。按矿物的组合可以分为：花岗伟晶岩、霞石正长伟晶岩、辉长伟晶岩等，但以花岗伟晶岩最为常见。花岗伟晶岩的化学成分和矿物成分与花岗岩相似，主要由钾长石、石英、云母等的巨大晶体组成。伟晶岩按形成过程和矿物种类的复杂程度，一般可分简单伟晶岩和复杂伟晶岩。花岗伟晶岩中除水晶、长石和白云母为重要矿产外，还经常伴生有含稀有元素的矿物，如绿柱石、铌钽铁矿等，故为稀有元素矿床的重要母岩。

【花岗伟晶岩】 granite－pegmatite 见“伟晶岩”。

沉积岩石学

【沉积物】 sediments 一种沉积在陆地或水盆地中的松散矿物质颗粒或有机物质，如砾石、砂、粘土、灰泥、生物残骸等。它的主要来源是母岩风化的产物，其次是火山喷发物、有机物和宇宙物质等。

【沉积岩】 sedimentary rock 过去曾称水成岩。沉积岩是由成层沉积的松散沉积物固结而成的岩石。如碎屑岩（砾岩、砂岩、粉砂岩、风成岩、冰碛岩）是从来源区机械破碎的较老岩石的碎屑经过水或大气或冰的搬运及沉积形成的；化学岩（如岩盐或石膏）是从溶液中沉淀形成的，而生物岩（如某些石灰岩）是由动物及植物的遗体或其分泌物形成的。

【沉积作用】 sedimentation 沉积作用是指形成及堆积层状沉积物的作用，包括沉积物物质供给区的母岩的离解，已解离出来的颗粒（有时包括火山物质等）及搬运到沉积场所的沉积和沉积物中所发生的化学变化及其它成岩变化，以及沉积物最终固结为坚硬的岩石的作用。

【沉积学】 sedimentology 沉积学是研究沉积岩及其形成作用的科学，包括沉积物及沉积岩的描述、分类、成因及其解释。

【沉积岩石学】 sedimentary petrology 研究沉积物及沉积岩的岩石学，特别着重研究沉积物的成分、特征以及沉积形成作用。重点研究沉积岩的特征及分类的可称为沉积岩类学（sedimentary petrography）。

【床沙】 bed 指搬运介质（如水或风）与沉积物间的界面附近，沉积物表面的一薄层碎屑物质（包括砾、砂、粉砂等）。它在一定强度的流体介质推动下，可以呈滚动、爬动、跳动方式移动。此薄层的厚度规定为被搬运颗粒直径的两倍。

【床沙载荷】 bed load 又称“底负荷”。指在流体介质推动下，以床沙形式搬运的碎屑物。它通常是粉砂，砂和细砾。有人把它称为碎屑搬运物。

【推移载荷】 指在流体介质推动下，以滚动、爬动方式沿水底床沙形式搬运的碎屑物质。有人把它作为床沙载荷的同义语。

【牵引作用】 traction 又称“拖曳作用”“牵引”指的是一种搬运方式，亦即碎屑颗粒沿着床沙表面（直接在此面上或极靠近）以滚动、滑动、拖动方式作平行于底面的运动。如砾石在流水的作用下沿河底的移动、沙子在风的作用下沿沙漠地面的移动，沙子在波浪及海流的作用下沿海滩滩面的移动。

【牵引流】　tractive current　又称“拖曳水流”。使碎屑物作牵引运动的流动称之为牵引流。也有人用它专指固定水体中的流动，使之与浊流成相对应的术语（帕塞加，1957）。

【牵引载荷】　traction load　又称“拖曳载荷”。见“牵引作用”。

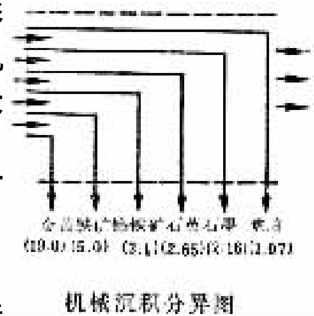
【悬移载荷】　suspended load　又称“悬浮载荷”。指在搬运介质（流体）中以悬浮方式进行搬运的物质。它通常是粘土、粉砂和细砂。有人把它称为悬浮搬运物质。

【间歇悬浮载荷】　intermittentsuspended load　又有人称之为“冲洗载荷”（wash load）指以跳动方式进行搬运的床砂物质。通常是砂。

【溶解载荷】　dissolved load　指在搬运介质以溶解方式进行搬运的物质。此种物质通常是胶体溶液及真溶液物质，如铁、磷、铝、硅、碳酸盐及可溶盐类等。

【胶体】　colloid　一种物质的细微质点分散在另一种物质中的不均匀的分散体系。细微质点称为分散相，分散相质点的大小为 10^{-5}—10^{-7} 厘米；另一种物质称分散媒。在胶体分散体系中。当分散媒多于分散相时称为胶溶体；而当分散相多于分散媒时则称为胶凝体。在胶体溶液中分散质点均带有电荷，带正电荷的为正胶体，如氢氧化铁、氢氧化铝的胶体；带负电荷的为负胶体，如二氧化硅、氧化锰及硫化物的胶体。当胶体的质点电荷被中和时，胶体就发生凝聚而沉淀。因此，大陆上的胶体，当进入海洋，就被海水的电解质所中和，凝聚而沉淀。由于带电，胶体能从周围环境中吸附大量带导性电荷离子。有此沉积矿产，如钴、镍等形成，与胶体的吸附作用有着密切的关系。

【沉积分异作用】　sedimentary differentiation　指混杂的物质在搬运沉积过程中，按照物理的（或机械的）、化学的性能分别沉积的作用。在这种作用下，母岩风化产物在地表搬运和沉积的过程中，不断的分化，最后分别集中形成各种成分较单纯的沉积岩。沉积分异作用分为二类：①机械沉积分异作用：碎屑物质在搬运，沉积过程中按颗粒的大小、比重、形状、矿物成分进行分异。机械分异可形成砾岩、砂岩、粉砂岩和粘土岩等各种不同粒度的沉积岩。此外，可以形成许多有经济价值的砂矿，如金、铂、锡石、金刚石等。②化学沉积分异作用：化学溶液物质，由于它们的溶解度、浓度不同，以及溶液本身的化学成分，温度、酸碱度等因素的影响，常常有一定的沉淀顺序，这种作用叫化学沉积分异作用。在一般条件下，按照氧化物→硅酸盐→碳酸盐→硫酸盐→卤化物顺序沉淀。


机械沉积分异图

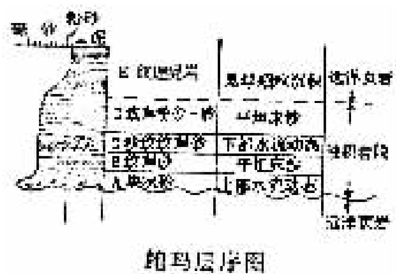
【氧化还原电位】　oxidation - re - duction potention　又称“Eh”值。用来度量沉积环境氧化能力。沉积物中 Eh 值的大小决定于有机物的含量和沉积物的粒度，它与有机物的含量成正比，与颗粒大小成反比。若 Eh 值为正值，属氧化环境，负值为还原环境。铁矿物是氧化还原电位的指示矿物之一。赤铁矿的沉积指示氧化环境，海绿石指示弱氧化环境，磷绿泥石指示弱还原环境，菱铁矿指示还原环境，黄铁矿和白铁矿则指示强还原环境。

【酸碱度】 acidity－alkalinity **即氢离子浓度，又称“ pH ”值。用来度量沉积环境中溶液酸碱度，通常用〔H^+〕的负对数表示之，即 $pH = -log〔H^+〕$。pH 值等于 7 为中性，小于 7 为酸性，大于 7 为碱性。它是控制真溶液物质从水溶液中迁移和沉淀的重要因素，例如 SiO_2 在碱性环境中迁移酸性环境中沉淀；$Fe(OH)_2$、$Fe(OH)_3$、$CaCO_3$ 则在酸性溶液中迁移，碱性环境中沉淀。**

【浊流】 turbidity current **一种含大量泥砂物质的高密度流。它可以使粉砂、砂及砾石等碎屑物质呈悬浮状态，因而其密度比周围的水体（清水）大，能在自重的作用下下沉到海底，并沿海底峡谷或海底斜坡流动，直达深海平原，所以它是大洋中侵蚀、搬运、沉积的主要动力。浊流是强烈的地震、构造运动或海啸等因素造成的，上述因素引起的剧烈震动，导致陆棚上早期已沉积的沉积物被搅动、掀起，产生大量泥砂，形成巨大的浊流。此外，在湖泊中也能产生浊流；在空气或其他流体中也能见到浊流，例如，火山喷发时产生的火山烟云。**

【浊积岩】 turbidite **浊流沉积作用形成的一种沉积岩，通常代表一种半深海—深海的独特沉积。依岩石成分，有钙质和非钙质之分。钙质浊积岩是由碎屑灰岩和灰泥岩互层组成；非钙质浊积岩为砾岩、砂岩、粉砂岩和页岩（泥岩）互层，其中砂岩常为硬砂岩和长石砂岩。浊积岩下部粗粒部分具粒序层理其上具平行层理、再上具流水沙纹层理和包卷层理，顶部具水平纹层理，最上部则为无层理的泥岩，称之为鲍玛层序。底部广泛发育各种底面印模，有槽模、沟模，锥模和重荷模等。此外，尚可见虫孔及叠瓦状构造。值得注意的是，浊积岩中不含浅水（海）沉积的构造和组分，如泥裂、雨痕、岩盐假象、原地植物根化石等。浊积岩中的泥岩灰泥岩部分因为是由远洋沉积的软泥所形成，故可含有浮游生物的化石。相反，粗粒级组分的碎屑石灰岩则可含浅海底栖生物碎屑。大部分浊积岩形成复理石建造和类复理石建造，但浊积岩并不限于复理石建造。世界上一些大的湖泊，如苏必利尔湖也发现有类似的浊流沉积物。**

【鲍玛层序】 Bouma sequences **又译“ 博麦韵律 ”。一个完整的浊流沉积层序，它是由五个具特征构造的沉积单元组成的，自下而上是：①底部粗粒粒级层；②下部细粒平行层；③流水沙纹层理；④上部水平层；⑤深海页岩。从四个小层是一次浊流形成的。在实际工作中遇到的剖面常常缺失一个或几个层。**



鲍玛层序图

【福劳德值】 Froude number 简称“福代值”。是用来确定水流动态常用的无量纲数值，以下面的关系式表示：$F=\frac{V}{\sqrt{gh}}$，式中：F—福劳德值；V—水流速度；g—重力加速度；n—水深。当 F = 1 时所要求的各种水深及其相应的流速如下：

水深	水流速度（米/秒）	福劳德值
1 厘米	0.31	1
10 厘米	0.99	1
1 米	3.12	1
10 米	9.90	1
100 米	31.32	1

【上部水流动态】 upper flow regime 指福劳值 1 情况下的水浅流急的流动，属于急流。在这种水流动态中。水面起伏和床砂起伏是同相位的，床砂形态一般为平坦床沙和逆行沙波。当 F 值很大时，则床沙无堆积，而造成冲坑和冲槽。

【下部水流动态】 lower flow regime 指福劳德值为 1 情况下的流动，属于水深流缓的缓流。在这种水流动态中，水面起伏与床砂起伏呈异相位，床砂形体呈现出沙纹，沙垄及沙浪（或小型沙垄）。

【过渡水流动态】 transition regime 指福劳值大致为 1 的流动。其床砂形态不稳定可以从下部水流动态的沙垄到上部水流动态的平坦床砂和逆行沙波。

【床沙形体】 bedform 又称“底形”。指流体介质在底沉积物表面流动所产生的床沙形态，如小型沙波（沙纹）、沙浪、大型沙波（沙垄）、平坦床沙和逆行沙波等。床沙形体在水流作用下不断地变化，它们是受许多变量控制的，具体地说，它们主要随流速、水深和颗粒大小而变化。大部分层理由于床沙形体的迁移而产生。床沙形体的形迹如被保存在岩层面上，即成波痕。床沙形体保存在层内的形迹即为层理。

【雷诺数】 Reynolds number 简称“雷氏值”（R）。用来判别在管状道中或明渠中水流流动型态的无量纲数值，其公式如下：$R_6=Vdp/\mu$ 式中：Re—雷诺数；V—临界速度；d—管道的直径或明渠的深度；p—流体的密度；μ—流体的粘度。R 值小于 500 时水流型出现为层流状态（即游流线型）；P 值大于 2000 时水流出现为紊流状态（淌流）；

【层流】 laminar flow 指水流流动时，水质点作流束状或层状运动，且各个点的迹线不相交错的一种流动状态。故又称流线型流动。

【紊流】 turbulent flow 指水流动时，其流束状性质被破坏，所有流束相互混杂，各运动质点的迹线具有十分复杂的形状，并且相互交错的一种流动状态。

【沉积韵律】 sedimentary rhythm 两种以上的沉积单位（或岩石单位）在一沉积层序中以一定的顺序作有规则的和经常的重复，就是沉积韵律。组成韵律的可以是较小的组元，例如粉砂岩与泥岩的互层；也可能涉及更大的沉积单位，例如厚度达几百米的层系。大规模的“沉积韵律”常称为“沉积旋回”，但这时所强调的是沉积作用和过程的重复。

【沉积旋回】 cycle of sedimentation 指有关的沉积作用及条件按相同的次序不断重复而组成的一个层序。它与“沉积韵律”的区别是规模较大，常表现为岩性岩相的交替变化，主要是由于地壳的周期性振荡运动引起的。而韵律的形成则多与局部的地区性因素有关。

【复理石】 flych 一种由海相沉积所构成的韵律层系。韵律的厚度自数厘米至数十厘米不等。主要由泥灰质的负岩和细砂岩组成，周期性的出现砾岩、粗砂岩和杂砂岩（硬砂岩）的夹层。层系厚度极大，且罕见化石。韵律层具有特征的粒序层理。复理石是一种浊流沉积，但它不是浊积岩的同义语。复理石一词的使用常与构造相联系，它代表地槽充填的晚期，在造山以前的各个不同的槽部所沉积的一套沉积建造。

【同生作用】 syngenesis 指沉积物形成初期，在其最表部所发生的作用。此时被搬运物质固着于沉积物表面不动或者是作极短距离的位移，因而它可与底层水（如海底水）进行化学反映，形成新生矿物。在它们被埋藏以前，所进行的这一系列作用都属于同生作用。沉积物发生同生作用的阶段或时期称同生阶段或同生期。

【成岩作用】 diagenesis 沉积物被埋藏以后，直至固结为岩石以前所发生的作用。此时沉积物被新的沉积物复盖，使之与底层水隔绝，但仍处在低温，低压条件，由于厌氧细菌的作用，使有机质腐烂分解，产生 H_2S、CH_4、NH_3、CO_2 等气体，将碳酸基矿物溶解成重碳酸盐，将变价金属元素的高价氧化物还原成低价硫化物，软泥水矿化度增高，介质由酸性、氧化渐变为碱性、还原环境。沉积物发生重新分配，重新组合，形成新的自生矿物及结核等，胶体矿物脱水陈化，沉积物压缩胶结，最终固结为岩石。欧美学者把沉积物固结成岩石的变化阶段称为早期成岩阶段或浅埋藏阶段。

【后生作用】 epigenesis 指沉积物固结为岩石以后至变质作用以前所发生的作用。此时由于温度升高，上复岩层的压力加大以及深部地下水沿裂缝上升导致产生交代作用重结晶作用，压溶作用形成后生矿物及结核缝合线等。岩石进一步压固，晶粒变粗。欧美一些学者将此阶段称为晚期成岩阶段，德国学者称为深埋藏阶段。

【表生成岩作用】　epidiagenesis 又称“退后生作用”（calagenesis），指深埋的岩石由于地壳运动被抬升到地表潜水面以下所发生的作用。它是在渗滤水和浅离地下水（包括上升水）的影响下发生的，它与风化作用不同，主要表现为胶结、交代，以及某些物质的聚集，甚至可以形成矿产；而风化作用的主要趋势是使岩石解离最终形成风化壳。表生成岩作用可以造成重要的铜、铀、钒等多种矿床。

【海解作用】　halmyrolysis　指颗粒刚刚沉积于海底，直至它被新的沉积物埋藏复盖之前，与底层海水之间的一种化学反应作用。大致上相当于咸水介质中的同生作用。大洋中的铁锰结核、海绿石、某些沸石都是海解作用的产物。

【陆解作用】　aquatolysis　指在大陆淡水环境下被搬运物质与搬运介质之间的化学反应作用。典型的例子是云母类矿物在河、湖的搬运过程中转变为粘土矿物。陆解作用远不如海解作用重要和广泛。

【浅埋作用】　shallow burialism　见“成岩作用”条。

【深埋作用】　deep burialism 见“后生作用”条。

【埋藏水】　connate water　又称“残留水”“封存水”。指沉积物埋藏过程中，与它同时被埋藏下来的沉积水。它在成岩、后生期受到改造，含盐度变高。这种水对金属有很大的搬运能力，很多地下热液矿床的形成都与这种水有关。

【压实作用】　compaction　又称“压固作用”“压缩作用”。成岩作用的一种方式。指沉积物沉积后，由于上覆沉积物不断加厚，在重荷压力下所发生的作用。通过压实作用沉积物发生脱水，体积缩小，密度增大，松软的沉积物变成固结的岩石。例如，泥炭。通过压实固体积缩小到 1/20 至 1/30 后便转变为坚硬的煤。

【压溶作用】　pressure solution　由于压力的作用，沉积岩中的一些颗粒（通常是方解石或石英）在受力方向上发生溶解，而在垂直力的方向上发生沉淀，这种作用称为压溶作用。压溶作用可以产生缝合线，颗粒的拉长等结构构造现象。

【次生加大】　secondary enlargement　又称“再生生长”。指在碎屑矿物的周围沉淀生长同一种矿物晶体的现象。碎屑矿物与自生结晶的部分在光性方位上完全一致，在正交偏光镜下可以看到相同的干涉色和消光位。可以发生次加大现象的矿物有石英、长石、方解石、锆石等。

【陆源矿物】　terrigenous mineral　指母岩经机械风化、产生的矿物它被搬运至沉积场所沉积下来而组成沉积物的陆屑部分。又称承矿物、陆源碎屑矿物。它们在碎屑岩中是主要组分，如砂岩中的石英、长石砂粒。

【陆源组分】　terrigenous constituents　或称陆源物质。指母岩风化残余物被搬运入沉积物的组分粘土物质等。

【自生矿物】 authigenic mineral 指在沉积成岩过程中新的矿物，它包括同生、成岩及后生矿物。

【重矿物】 heavy mineral 指比重大于 2.9（或 2.86）的陆源碎屑矿物、如锆石、电气石、绿帘石、石榴石等。它们通常是母岩中的付矿物，在沉积岩中一般含量在 1% 以下，它在推断陆源区及母岩成份，划分对比地层等方面，具有一定作用，但它在成岩后生阶段可以遭到溶解，也可产生自生重矿物，因而运用时应特别慎重。

【轻矿物】 light mineral 指比重小于 2.9（或 2.86）的陆源碎屑矿物。最主要的轻矿物是石英和长石。它在岩石中含量极多，是砂岩分类、命名的重要依据。

【陆源区】 terrigenous province 即物质来源区。也称“供给区”,“母岩区”等。

【离子吸附】 ion absorption 晶体表面的原子价键与晶体内部的不同，它常常不饱和不完整，故晶体的面和棱上的离子可与溶液中的成分发生强烈的相互作用，它有能力尽量与极性相反的分子和离子相结合，或吸附它们。吸附的能力大致与表面积成正比，即与颗粒大小成反比。如果晶体具有“敞开”的结构，而离子又容易从晶体中分离出来，则交换作用可强烈地进行。例如，许多沸石类矿物和粘土矿物就具有强烈的离子交换和吸附性质。

【离子交换】 ion exchange 参见“离子吸附”。

【胶体的陈化】 ageing of gel 胶体由于它本身带有电荷，并常常含水，所以是不稳定的。由于压力的加大，温度的升高，或随时间的发展而脱水，过渡为偏胶体，形成稳定的自生矿物。例如在自然界中，无序的含水二氧化硅凝胶体是蛋白石，在成岩、后生作用过程中，逐渐脱水而过渡为玉髓，随后转变为微晶石英，最后结晶为有序性很好的石英。

【重结晶作用】 recrystalliza – tion 岩石中的矿物成分在固态下重新结晶的作用。它与交代作用不同，重结晶前后，矿物的晶形，大小排列方式改变而成份不变。这种作用主要发生在后生阶段。在压力增大（或伴有温度升高）的情况下，重结晶变化的总趋势是晶粒增大，变为分子体积较小（比重较大）的矿物。例如，细晶方解石变为粗晶方解石；成岩期形成的 FeS_2 常是球状或菱状，而分子体积小的立方体黄铁矿则为后生期典型产物。

【交代作用】 replacement 一种发生在沉积物或沉积岩内对已有矿物的化学替代作用。它主要发生在成岩期和后期，作用中有物质的带入和带出。例如，碳酸钙沉积物或石灰岩的白云石化作用，便是溶液中的镁去置换钙，使白云石交代方解石的作用。

【胶结作用】 cementation 指松散的碎屑颗粒通过粒间孔隙水的化学沉淀而转变为固结的坚硬岩石的作用，它也可以通过碎屑颗粒本身的溶解——沉淀及粒间压溶等方式进行。

【石化作用】 lithification　成岩作用的同义语。指各种松散的沉积物转变为固结岩石的过程。这个过程中包括胶结作用、压结作固、重结晶作用等。

【固结作用】 consolidation　指松散沉积物转变为固结岩石的过程。固结作用可以通过许多方式完成，例如，压固作用，自生矿物形成作用、胶体陈化、结核的形成、重结晶作用、脱水作用等。

【碎屑】 clast　沉积岩或沉积物的一种组分，它是母岩机械风化的产物。它可以是单矿物的，也可以是岩石质的，前者称为矿物碎屑，后者称为岩屑。

【碎屑结构】 clastic texture　一种由50%以上的碎屑组成的岩石的结构。具此种结构的岩石属于碎屑岩。在其组分中，除了主要的碎屑而外尚有杂基和胶结物。按主要碎屑颗粒的大小可以分为砾质结构、砂质结构、粉砂质结构以及它们之间的过渡型结构。

【碎屑岩】 clastic rock　又称“正常沉积碎屑岩”。一种由母岩机械风化产物的矿物和岩石碎屑经搬运、沉积、压实、胶结而成的岩石。其结构组分除主要碎屑颗粒外，尚可含有基质与胶结物。按碎屑颗粒的大小，又可分为砾岩、角砾岩、砂岩、粉砂岩等。

【粒度】 grain size　指颗粒的大小，通常用颗粒的直径来表示。粒度一词常用于碎屑岩中的碎屑颗粒，近来也用于非碎屑岩如碳酸盐岩中，指异化颗粒或甚至结晶颗粒。关于粒度的测量，凡粒度大于2毫米的砾石可用游标尺测量，砂和粉砂的粒度可在显微镜下测量，或用筛析确定筛孔的大小即为粒径。

【φ值】 φvalues　粒度分析时常用的粒径单位。它与颗粒直径D（以毫米为单位）之间的关系式如下：$\phi = -\log_2 D$，故φ即颗粒直径D以2为底的对数的负值。D值越大，φ值越小；D值大于1毫米时，则φ为负值。φ值与D值二者的换算，举例如下：

颗粒直径D（毫米）	φ值	颗粒直径D（毫米）	φ值
32	-5	0.125（1/8）	+3
16	-4	0.063（1/16）	+4
8	-3	0.0315（1/32）	+5
4	-2	0.0157（1/64）	+6
2	-1	0.0078（1/128）	+7
1	0	0.0039（1/256）	+8
0.5（1/2）	+1	0.0020（1/512）	+9
0.25（1/4）	+2	0.0010（1/1024）	+10

【粒级】　grain size grade　又称“粒度等级”，表示颗粒在二个粒度（颗粒直径）之间的范围。如粉砂级（0. 1—0. 01 毫米），表示颗粒小于 0. 1 毫米，大于 0. 01 毫米。对于粒级，目前流行的有三种划分标准：①十进位标准；②ϕ 标准（又称伍登－温德华标准）；③类似十进位标准。比较如下：

十进标位准			伍登－温德华标准（ϕ 标准）			类似十进位标准		
粒级划分		颗粒直径（毫米）	粒级划分		ϕ	粒级划分		颗粒直径（毫米）
砾	巨砾	>1000	砾	巨砾	7—8	砾	巨砾	>1000
	粗砾	1000—100		粗砾	－8— －6		粗砾	1000—100
	中砾	100—10		中砾	－6— －3		中砾	100—10
	细砾	10—1		细砾	－3— －1		细砾	10—2
砂	粗砂	1—0. 5	砂	巨砂	－1—0	砂	巨砂	2—1
	中砂	0. 5—0. 25		粗砂	0—1 粗砾		粗砂	1—0. 5
	细砂	0. 25—0. 1		中砂	1—2		中砂	0. 5—0. 25
				细砂	2—3		细砂	0. 25—0. 1
				微粒砂	3—5		微粒砂	0. 1—0. 05
粉砂	粗粉砂 细粉砂	0. 05—0. 01 0. 01—0. 004	粗砂		5—9	粉砂	粗粉砂 细粉砂	0. 05—01 0. 01—004
粘土		<0. 01	粘土		>9	粘土		<0. 004

【粒度分析】　grainsize analysis　又称“机械分析”。一种研究碎屑沉积物或碎屑岩中各种粒度的百分含量及粒度分布的方法。对于易解离开的岩石，通常采用筛析法、沉速法，对于固结得较紧密不易解离的岩石，常采用薄片法，对粗大的砾石则采用直接测量法。

【机械分析】　mechanical analysis　即“粒度分析”。

【沉速公式】　settling velocity formula　计算颗粒在水中沉降速度的一些经验公式。决定颗粒在水中沉速的因素有颗粒大小、比重、形状及水介质的粘度、温度、流动情况等。因而，沉速公式是近似的公式。最常用的沉速公式是斯托克公式。

【斯托克公式】　Stockes formula　一种计算球状颗粒在液体中的沉降速度的经验公式，此公式是英国学者斯托克所提出的。其公式如下：

$$V = Kgr^2 \frac{d_1 - d_2}{\mu}$$

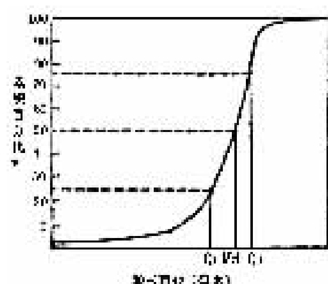
式中 V 为颗粒的沉速（厘米/秒）；

g 为重力加速度；r 为颗粒的半径（厘米）；d_1 为颗粒的比重；d_2 为水介质比重；μ 为水介质粘度；K 为形状系数，随颗粒形状而变化，对球形颗粒，K = 0. 222；圆盘状颗粒，K = 0. 143；鳞片状颗粒；K = 0. 040。把上式简化得 $V = cr^2$，$c = Kg(d_1 - d_2)/\mu$。斯托克公式是在理想条件下（颗粒与比重相同的球体，20℃恒温，静水）得出的，与实际情况有出入，这个公式只适用于粒径小于 0. 1—0. 14 毫米及大于 0. 04 毫米的颗粒。

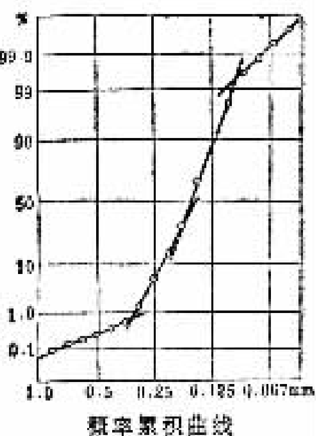
【粒度分布】　grain size dis - tribution　指通过粒度分析方法确定出沉积物和沉积岩中各粒级的分布状况。通常以各粒级颗粒的重量百分数表示，或以数目百分数表示。

【粒度分布曲线】　curve of size distribution　又称粒度分布频率曲线。在以粒度大小为横座标，百分含量为纵座标的座标纸上，按各粒级百分含量绘出相应的点后，联接各粒级百分含量的点即成一波状起伏的圆滑的频率曲线。

【累积曲线】　cumulative　fre - guency curve　又称“累积频率曲线”。其方法是先求出大于各粒度级别的百分含量（如 > 2 毫米，> 0. 5 毫米、> 0. 1 毫米……的百分含量；若按 φ 标准，则求出 > 1φ、< 2φ、< 3φ……的含量），以横座标表示颗粒大小，如以毫米计，用对数座标，如以 φ 值计，则用算术座标，纵座标表示累积百分含量。绘图时从粗的一端向细的一端累积，以每一粒级的下限（如粒径为 2—1 毫米者，毫米为下限）为基线，向上数出累积百分数，各点以圆滑曲线连接起来即成累积曲线。它通常是一个平滑的 S 形曲线。


粒度分布累积曲线图

【概率累积曲线】　probability cumulative curve　亦称“粒度概率图”，一种在概率座标纸上作出的累积曲线。概率纸上的纵座标是概率分度的百分数值，横座标是（等差的）算术分度的 φ 值。它通常是由若干直线段组成。不同性质的沉积物，其线段的数目，交切点和线段的斜率等性质亦不同。借助它可以直观地比较沉积物之间的差别和辩别沉积环境。



概率累积曲线

【正态分布】　niormal distribution　一种频率分布。它是一个连续的、无限的、钟状的曲线。此曲线对于数学平均值、中值和众数为对称。在研究砂岩的粒度时，通常都是把它当作正态分布来研究的。

【粒度参数】　grain size parameter　指从累积曲线上求出来的能表示样品粒度分布特征的数值。如平均粒径和中值、标标偏差和分选系数，不对称系数等。这些数值是鉴别沉积环境的参考数值。粒度参数有几种求法：①四分位数法：平均粒径 Md = 累积曲线中 50% 处的粒径大小；分选系数 $S_0=\sqrt{VQ31Q_1}$；不对称系数 $S_K=Q_1 \cdot Q_3/Md^2$；Q_1 及 Q_3 分别为累积曲线中 25% 及 75% 处的粒径大小。②图算法：中值 $Md_\phi=\phi50$；平均粒径 $Me=\phi16+\phi50+\phi84/3$；标准偏差 $\sigma_I=$ （$\phi84-\phi16/4$） + （$\phi95-\phi5/6.6$）；偏度 $SK_I=$ 〔$\phi16+\phi84.2\phi50/2$（$\phi84-\phi16$）〕 + 〔$\phi5+\phi95-2\phi50/2$（$\phi95-\phi5$）〕；尖度 $Kg=\phi95-\phi5/2.44$（$\phi75-\phi25$）；$\phi25$ 相当于累积曲线中 25% 处的 ϕ 值，余者类推。③矩法：是一种数理统计方法，不需要作累积图线，直接用粒度分析记录表中各粒级的百分比数值计算。第一矩（平均值）$\overline{X_\phi}=\Sigma fm/100$；第二矩（标准偏差）$\sigma_\phi=\sqrt{\Sigma f（m-\overline{X}_\phi）/100}$；第三矩（偏度）$SK_\phi=\Sigma f/（m-\overline{X}\phi）^3/1000\sigma_\Phi{}^3$；第四矩（尖度）$K_\phi=\Sigma f（m-X_\phi）^4/100\sigma_\varphi{}^4$；式中 f 为各个粒级的重量百分数，m 为各个粒级的中间值（单位为 ϕ）。

【粒度参数离散图解】　scatter diagram of size parameters　又称粒度参数散布图。这种图解是利用粒度分析得出的各粒度参数，双双结成对，作在座标纸上而成。例如，平均粒径（M）对标准偏差（σ_I）、偏度（SK_I）对标准偏差（σ_2）、中值（Md）对偏度（SK_1）等。籍助它可以判别某些沉积环境。

【CM 图象】　C—M pattern　一种采用 C 值和 M 值二个粒度参数作成的离散图解。C 值是累积曲线上 1% 处的粒径（ϕ_1），即相当于样品中最粗颗粒的粒径；M 值是累积曲线上 50% 处的粒径（ϕ_{50}），即相当于中值 Md。作图时把 C 值和 M 值分别作为座标纸上的纵横座标，然后将所有样品的 C—M 值投在此图上连接后，此图解上各样品点的分布范围称为 CM 图象，根据 CM 图象的特点可以判别沉积物的搬运方式。

【粒度参数等值线图】　一种综合整理，研究沉积物粒度分析数据的图解。其法是将所选用的粒度参数，按取样位值投在平面图上，然后把数值相同的点连成等值线即成。各种粒度参数都可以作成等值线图，如中值等直线图，平均粒径等值线图，分选系数等值线图。这些图件是对沉积物分区和沉积相划分的重要辅助图件。

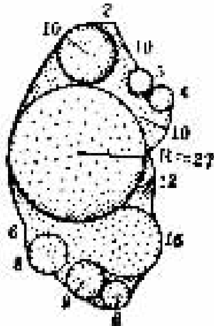
【四分位数】　quartile　从累积曲线图中（或概率累积曲线图中）所得到的 ϕ_{25}、ϕ_{50}和 ϕ_{75}的数值。此时 ϕ_{25}称为第一四分位数（写作 Q_1），ϕ_{50}称为中值或平均值（写作 Md），ϕ_{75}称为第三四分位数（写作 Q_3）。

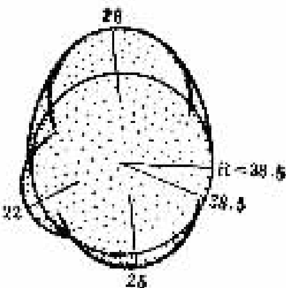
【Q_1 Md Q_3 剖析图】　简称 Q_1MdQ_3 图。综合分析整理粒度分析数据的图解。这种图解是采用 Q_1 值、Md 值和 Q_3 值制成的，作图如下：以方格厘米纸作为座标，通过座标原点画一条 45°的斜线用这条斜线代表中值 Md，纵座标是算术分度的 ϕ 值。先在斜线上找到采样品的中值点，从此点向上引垂线，代表 Q_1，向下引垂线代表 Q_3。垂线的长度分别与 Q、Q_3 值的大小对应。这种图具有直观明析的特点，每个样品的图象实质上都呈一条简化了的粒度曲线。借助它可以判析沉积物的分选性与偏度特征。

【Q_1MdQ_3 指数】 Q_1MdQ_3 index **一种综合整理粒度分析数据的方法，即把 Q_1MdQ_3 图上所表现的特征数字化。计算方法如下：把累积曲线上求得的 Q_1MdQ_3 值用取整数的办法排在一起。如果样品的四分位数值** Q = 3.2ϕ、Md = 4.6ϕ、Q_3 = 5.8ϕ，**该样品的 Q_1MdQ_3 指数就是** 456（1ϕ **以上指数为** 2、2ϕ **以上指数为** 3，**依此类推**）。**若是四** ϕ **以上指数为** 0，－2.64ϕ **指数为** 3。**籍助 Q_1MdQ_3 指数可对沉积物进行分类，研究沉积物的分选性、偏度特征及判别沉积环境。但这是一种粗略的办法，相同的指数可以在不同的环境中出现。**

【分选】 sorting **指碎屑物质在水，风等动力作用下，按粒度、形状或比重的差别发生分别富集的现象。这种分选主要在搬运过程中完成。碎屑岩中粒度的分选性或分选好坏，可用粒度参数中的分选系数，标准偏差、第二矩来表示。当粒度集中在某一范围较狭窄的数值间隔内时，就可以大致定性地说它是分选较好。**

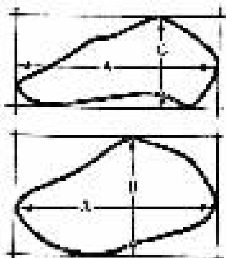
【圆度】 roundness **又称磨圆度。指岩石或矿物颗粒在搬运过程中，经流水冲刷，互相撞击之后，棱角被磨圆的程度。颗粒棱角越多越尖锐、圆度越差；反之，棱角圆滑、圆度也好。碎屑颗粒圆度可用公式** $P = \sum r / N \cdot R$ **计算求出。式中** $\sum r = r_1 + r_2 + r_3 \cdots\cdots + r_n$ **为颗粒各角的曲率半径总和，**R **为该颗粒轮廓内最大内接圆半径，**N **为所测角的曲率半径的数目。卢赛尔等**（1937）**曾分出五种颗粒类型：棱角状，次棱角状，次圆状，圆状，极圆状，并提出相度的圆度数值。当对碎屑沉积物的圆度作整体分析时，要求出具所有碎屑的平均圆度，这时，可统计各类圆度等级的颗粒数按加权平均法求其平均圆度即可。**





颗粒最大投影面上圆度的测量

【球度】 sphericity **指颗粒的形状与球体相似的程度。克鲁宾所提出的计算球度的公式如下：**$\psi = \sqrt[3]{\frac{BC}{A}}$，**式中** ψ **代表球度系数，**A、B、C **分别代表颗粒的长、中、短三个轴的长度。**A **和** B **在最大投影面中度量，**C **在垂直** AB **面方向上度量。近于球形的颗粒，球度接近** 1；**针状颗粒的球度最小，接近于零。**



碎屑颗粒三个轴的位置
上为剖面 下为平面

【胶结物】 cement 指碎屑岩中对碎屑颗粒起粘结作用的物质。在地质文献中它有两种含义：①碎屑颗粒间的粘土物质及化学沉淀物质；②充填于颗粒间孔隙中的化学沉淀物，不包括粘土及其它细屑物质。目前流行的是第二种概念。最常见的胶结物是氧化硅（蛋白石、玉髓、石英）、碳酸盐（方解石白云石、铁矿）以及各种氧化物。较少见的有重晶石、石膏、硬石膏和黄铁矿等。

【基质】 matrix 又称"杂基"。指充填于较大碎屑之间的一些微细粒状物质，如砂岩中的细粉砂及粘土物质。在砂岩中基质的粒度上限为0.03毫米左右（或5ϕ左右）；应用于砾岩时，粒度上限要提高，但无统一严格的规定。常见的基质成分是绢云母、水云母、绿泥石、石英、长石以及隐晶结构的岩屑颗粒等。

【胶结类型】 type of cemehtation 指胶结物、基质与碎屑颗粒之间的接触关系。可分为三种主要类型：a）接触胶结；b）孔隙胶结；c）基底胶结。按胶结物（或有时是基质）的结构及生长方式，可以分为：带状胶结、嵌晶胶结、再生生长胶结等。

【接触胶结】 碎屑岩胶结类型之一。胶结物含量很少，分布于碎屑颗粒相互接触的地方，它可以是原生的，也可以是次生的。前者的例子如在干旱气候带，因沙粒之间的触点水（因毛细管作用上升的水）的蒸发作用而导致在颗粒的接触处有化学沉淀的胶结物；后者因颗粒接触点的压溶作用发生胶结。

【孔隙胶结】 porous cement 碎屑岩胶结类型之一。胶结物充填于碎屑颗粒之间的孔隙中。碎屑颗粒相互接触，形成"颗粒支撑"结构，杂基含量很少或没有杂基，这样胶结物经常是成岩期或成岩以后的沉淀物，这样结构表明其沉积环境为稳定的持续不断的簸选动力环境，如河流的边滩，滨海波浪带的海滩等。

【基底胶结】 basal cement 碎屑岩胶结类型之一。其特征是大量的基质物质把碎屑颗粒分隔开来，使之彼此不相接触或很少接触，而造成一种"基质支撑"的结构，胶结物很少。这种结构表明碎屑颗粒与基质是同时沉积的。它通常是高密度流（例如浊流、泥石流）的快速堆积的产物。

【带状胶结】 亦称"薄膜胶结"。胶结物或粘土物质围绕碎屑颗粒呈带状（薄膜状）分布。常见于绿泥石质、粘土质或胶磷矿质胶结物中。

【嵌晶胶结】 poikilitic cementation 亦称"连生胶结"。胶结物呈比较粗大晶体，彼此紧密接触呈镶嵌结构，中间包裹着许多碎屑颗粒，宛若火成岩中的嵌晶结构。常见于碳酸盐（方解石、白云石）硫酸盐（石膏）胶结物中。它是成岩期、后生期重结晶的结构或次生充填形成的。

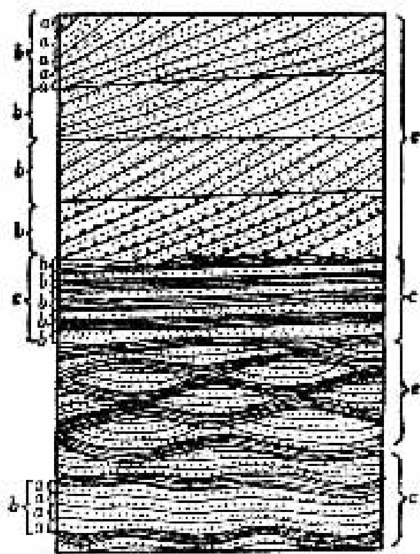
【再生生长胶结】　secondary outgrowth cementation　亦称“次生加大胶结”。当胶结物与碎屑颗粒成分相同，胶结物围绕碎屑颗粒次生加大而成。新生成的再生生长边与碎屑颗粒的光性方位一致。如沉积石英岩中的石英次生加大现象，次生加大后可使碎屑颗粒具有良好晶形的外缘。这种胶结类型，常形成于成岩晚期和后生期，是最紧密的一种胶结类型。

【丛生胶结】　crustified cement　亦称“栉壳状胶结”。胶结物围绕碎屑颗粒或孔隙边缘呈放射状生长，多为纤维状矿物，如方解石、文石、玉髓及石膏等，其晶体长轴与颗粒或孔隙边缘相垂直。这种胶结类型形成于成岩期、后生期。

【串珠状胶结】　bacillaire cement　结晶良好的细粒晶体围绕碎屑颗粒或孔隙的边缘生长，排列成串珠状，故名。呈串珠状胶结的矿物常为方解石、白云石、菱铁矿、黄铁矿等，形成于成岩期、后生期。

【斑点状胶结】　spotted cementation　亦称“凝块状胶结”。胶结物的分布很不均匀，有些地方胶结物富集成一团，有的地方又几乎没有胶结物，在岩石中呈斑点状，故名。如某些铁质石英岩，由于铁质胶结物分布不均匀，常形成此种胶结类型。

【层理】　bedding　指岩石沿垂直方向变化所产生的层状构造。它通过岩石的物质成分、结构及颜色的突变或渐变显现，是沉积岩和某些火山碎屑岩的重要标志。层理可按细层和层系的几何形态、层系厚度及成因进行分类。目前常用的有两种划分法：一是按细层的形态及其与层系界面的关系划分为水平层理、波状层理、斜层理三种基本类型；另一种按细层、层系的形态结合成因分为板状层理，楔状层理，槽状层理等。



层理的组成单元

a—细层；b—层系；c—层系组

【细层】　亦称“纹层”。层理的最初级单位，厚度通常为数毫米或小于1毫米。形态有直线状、曲线状等，同一细层往往具有比较均一的成分和结构，但有时也可有一

些粒级的变化。它是在相同水动力条件下的同时形成物。

【纹层】 laminated bedding 即“细层”。

【层系】 又称“丛系”。是层理的组成单位，比细层规模大，由许多结构、成分、厚度和产状上近似的同类型细层组成，厚度不等，从几厘米至数米，形成于相同的沉积条件下，与其他层系之间具有明显的分界面。几个同类型的层系可以组成层系组。按层系的厚度可以把层理分为以下几种：大型层理 >5 厘米；小型层理 <5 厘米。

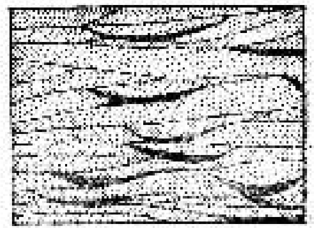
【水平层理】 horizontal bedding 层理的基本类型之一。由许多呈直线状彼此平行（平行于层面）的细层组成。形成于平静的或微弱流动的水介质中，如海洋、湖泊的深水地带及泻湖、沼泽地区。常见于粘土岩、泥质细粉砂岩及石灰岩中。

【平行层理】 evenly bedding 一种层纹平行，外貌似水平状的层理，它不是水平层理，而是在超临界流动状况下（$Fr>1$）造成的一种层理。它的特征是：①出现在粒度较粗的砂质岩石中；②常拌有冲刷现象；③沿层纹很容易剥开，而成一非常平坦的层理面，在此面上有明显的平行条纹构造，称之为“剥离线理”构造。

【斜层理】 obligue bedding 层理基本类型之一。由一系列倾斜层系重叠组成，层系之间界面较平直。层系是由同向倾斜的许多细层重叠组成，细层与层系界面斜交。若相邻层系互相平行，各层系中的细层均向一个方向倾斜的，称为单项斜层理。它是当沙波向同一方向运动时形成的，其细层的倾斜方向指示水流的下游方向，常见于河流沉积及其他流动水的沉积物中。若相邻系相互交错，各层系中细层的倾斜方向也多变，称为交错层理。此名词在欧美文献中很少采用，在苏联则作为层理的三大基本类型之一。

【单项层理】 参见“斜层理”。

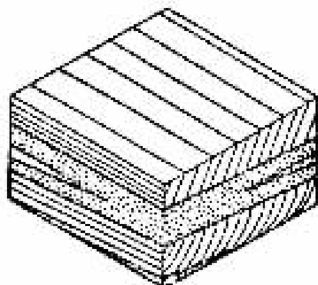
【波状层理】 wavy bedding 层理基本类型之一。由许多呈波状起伏的细层重叠在一起组成，是由于波浪引起的沙纹的移动造成的。


波状层理

【交错层理】 cross bedding 在欧美文献中，此术语泛指细层与层系界面相交成角度的多层系的（不管各层系内细层倾向是否一致）或单层系的层理，它常常是由沙垄（大型）、沙浪（中型）或沙纹（小型）的迁移而造成的。在苏联文献中则指各层系中细层倾向相反的多层系层理，把它算作斜层理大类中的一个亚类。在我国，以上两种用法均有。

【楔形交错层理】 wedge－shaped cross bedding 一种呈楔状的交错层理。它的层系上下界面平直，但层系厚度在小范围变化很快。各层系内细层的倾向可以同向或不同向。楔形交错层理可能是在异向运动的水动力条件下造成的，例如，在河口湾沙坝沉积及海相障壁浅滩沉积中常见此种层理。它也可能是单向水流造成，如河流的横沙坝、纵沙坝、斜沙坝在前进途中的彼此叠变，即可造成此种楔状交错层理。

【板状交错层理】 planar cross bedding　一种层系上下界面平直，呈板状，厚度稳定不变或变化不大的交错层理，各层系内的细层倾向常为同向的，它常常是河流边滩相的典型层理构造。有大、小之分。

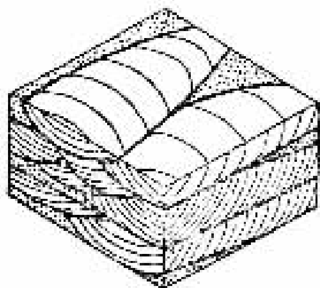


板状交错层理

【羽状交错层理】 herringbone cross bedding　交错层理类型之一。其特征是相邻层系中细层的倾斜方向相反，呈羽状。它是在沉积介质具有反向流动的情况下产生的，通常分布在三角洲和海岸沉积物中。

【爬升波痕层理】 climbing ripple lamination　亦称“上叠—波痕层理”。一种由一系列相互叠置的波状细层组成的小型层理。常见于粉砂质或粉砂泥质沉积物中，它是由于沙纹的迁移，而且同时向上生长而成。产生爬升波痕层理的条件必须有丰富的沉积物，特别是呈悬浮状态的沉积物，不断供给水流或沙纹，以致沙纹不仅仅是向前迁移，而且能向上建造成一个叠置的沙纹系列。这种层理在我国地质文献中又称作波状层理。

【槽状交错层理】 trough cross bedding　交错层理类型之一。其特点是单个层系厚度变化极快，各层系底界强烈下凹，具明显的槽状侵蚀底界。层系中的细层亦可大致平行层系底面也可能与之相交，曲轴的倾向，基本上与介质流动方向一致。若层系形态呈舟状，称舟状交错层理。大型槽状交错层理常为游荡性河流沉积特征；常见于心滩沉积物中，小型槽状交错层理系由于舌状沙纹拖移而成。



槽状交错层理

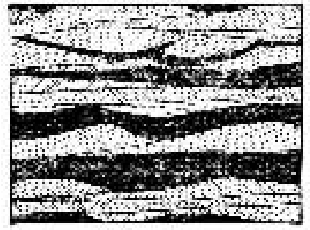
【同相波痕层理】 ripple laminaetion in phase　它的特征是一个波状细层直接盖在另一个波状细层之上，通常其波峰向水流方向有小的移动，波状细层彼此平行，而且迎水面和背水面的厚度基本相等。细层的形状一般不对称，但有时也呈对称的弯曲状。对称的波状层理是由波浪作用产生；不对称的波状层理常由水流作用产生，但也可由波浪作用产生。

【同相沙垄】 dune in phase　当为上部水流动态（$F>1$）时，水面的起伏与床沙的沙垄的峰和谷一致，即沙垄的峰、谷与水面波的峰、谷一致，此时的沙垄即称为同相沙垄，亦即“逆行沙波”（antidune）。

【带状层理】 banding bedding　又称“缟状层理”。是一种水平层理，其特点是层理以不同颜色或深浅不同的水平条带表现出来，有时也伴有粒度上的微小差异。它是静

水盆地（湖、海及泻湖等）沉积的特征，是由于季节性的变化而引起的氧化－还原环境的交替或者是像盐类矿物等的周期性沉淀而造成。见于冰水沉积中的带状层理，称为“纹状层理”。

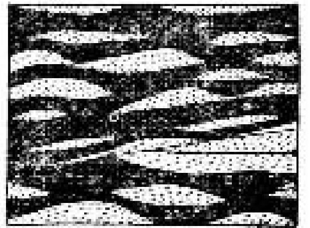
【脉状层理】 flaser bedding 又称“压扁层理”。一种层系的层理。其特征是，在某些沙纹体的槽部夹有不连续的及分义状的泥质细薄夹层，状若枝状泥脉穿插，故称脉状层理。它是在水流或潮汐流作用较强，而且砂层的沉积和保存较泥质更为有利的条件下形成的，常常是潮汐带砂坪沉积的特征。



脉状层理

【透镜状层理】 lenticular bedding 一种多层系层理。其特点是砂质透镜体包于泥质层之中，砂质透镜体内部具发育良好前积纹层（细层），纹层的倾向大多是单向的，但有时为双向的。它是水流作用较弱主要是潮汐流砂的供应不足，泥的沉积和保存条件较砂有利的情况下形成的。在潮汐带的潮坪（主要是泥坪）沉积中较常见。

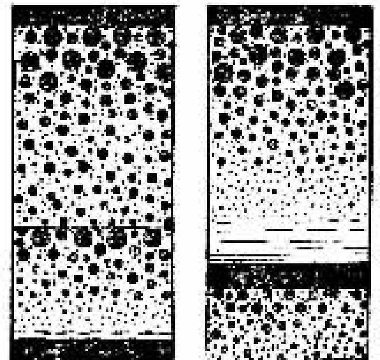
【逆行沙波层理】 antidune cross bedding 又称“反沙丘交错层理”。逆行沙波是在上部水流动态的急流条件下产生的床砂形体。它大致呈1—2米长的透镜状砂体，其内部纹理摸糊不清，倾向上游，倾角较小，不到10°；常与平行层理及冲刷构造共存，见于很强的水动力条件下沉积物中，如大陆河流及某些滨海沉积物中。



透镜状层理

【韵律层理】 rhythmic bedding 又称“韵律层”。其特征是组成层理的细层或层系，在成分上、结构上以及颜色上作有规律地重复变化。最常见的韵律层理是纹状层理与序粒层理。

【粒序层理】 graded bedding 又称“粒级层理”。韵律层理的一种类型。它的特点是在每一个沉积单元中都表现出颗粒大小的逐渐变化，通常是从沉积单元的底部到顶部，颗粒由粗逐渐变细，这种粒序性称之为正粒序。如果自底到顶表现为由细粒过渡为粗粒，则称为逆粒序。



粒序层理

【假层理】 false bedding 一种类似层理的次生构造现象，常见于碎屑岩和火山碎屑岩中。它是在沉积岩形成以后。由于胶体溶液的扩散作用形成的。例如，氢氧化铁的溶液在多孔隙的岩层内部进行扩散时，可形成同心环状的氧化铁沉淀，它的外貌是一系列同心状的色环（也称李泽冈格环）。当这种色环规模较大时，就会被误认为层理。

【李泽冈格环】　Liesegang rings　见“假层理”条。

【包卷层理】　convolution bedding　又称“卷旋层理”。同期变形构造之一。一种波状、极不规则的有明显卷曲或褶皱纹层（细层）的变形层理。它仅限于未受构造变形，有明显上下界限的较薄的单层内，而不涉及上下层。单层的岩性大多为细砂岩或粉砂岩。层次是连续的。大多数人认为包卷层理主要是由于沉积物的液化作用形成的，液化层内的侧向流动产生了复杂的褶皱。它常见于浊流、潮间坪、河漫滩、河流边滩以及湖滨沉积物中。


包卷层理

【同期变形构造】　penecontempo – raneous deformation structure　又称“准同生变形构造”。指在沉积物固结以前，由于无机作用在层面上或在层内所产生的变形构造。它具有局部分布的特征。引起沉积物发生变形的作用为有差异负荷作用、沉陷作用、在重力影响下的顺坡滑动作用以及沉积介质对沉积物的拖曳作用等。同期变形构造可分为以下几种主要类型：负荷构造、球状和枕状构造、包卷层理、滑陷构造等。

【负荷构造】　load structure　又称“荷重模”。同期变形构造之一。一种形成于泥质岩层之上，砂质岩层底面上的印模。当泥质沉积物尚未凝固，处于可塑状态下，由于不均匀的负荷作用，上复的砂质物陷入到泥质沉积物中，结果在上复岩层底面上产生突起的荷重模，突起部由粗粒砂或细砾石组成。负荷构造常呈圆丘状或不规则状瘤状突起，排列杂乱，大小不一，可从几毫米到几十厘米，突起高度从几毫米到十几厘米，但在同一层面上的形状和大小比较接近。

【火焰状构造】　flame structure　又称“泥舌”。与负荷构造密切相关的一种构造现象。其特征是下伏的泥质物呈不规则脉状、舌状或斑点状插入到上覆砂层中。有人认为它是形成负荷构造时的伴生物，即上覆砂质层借助本身重力作用陷入到泥质物中的同时，泥质物也发生流动，并挤入到砂层中形成。但也有人认为、它是由于水流流经饱含水的塑性泥质层时拖曳而成。

【枕状构造】　pillow structure　又称“球状构造”。同期变形构造之一。常见于泥质岩层之上的砂质岩层的底部，但也见于碎屑灰岩之中。其特征是砂质岩层的底部被分割成许多枕状体或椭球体，彼此可以互相接触，也可以完全孤立，悬浮于周围泥质层中。大多数人认为它是砂层由于地震或其他外界因素发生破碎，缓缓地沉陷到下伏的含水塑性泥质层中而形成。

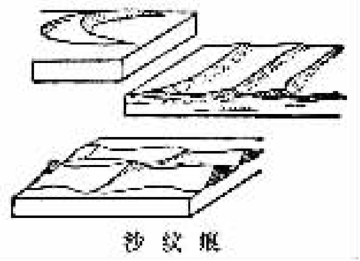
【球状构造】　ball structure　见枕状构造。

【滑陷构造】 slump structure 同期变形构造之一。指沉积物在重力作用下斜坡滑动而产生的变形构造。沉积物顺坡滑动的结果导致岩层发生变形，形成简单的小“褶曲”或复杂的“褶皱”，有时伴有滑动面或者小型重力断层。当滑动作用较强烈时，还可使岩层发生破碎，形成成分各异，大小不一的沉积物或岩石碎块混合在一起产生“混杂构造”或滑动角砾岩。它常产于由粉砂岩、粉砂质泥岩或细砂岩构成的一定的层位中，并与成分均一，产状正常的岩层呈互层，显示一定的韵律性。

【层面】 bedding plane 亦称“层理”。它代表一个沉积间断面，或沉积条件的突变面，或者是一个侵蚀面。层面没有厚度概念。层面可以是平的或倾斜的，其本身又可以呈直线状、波状、曲线状。

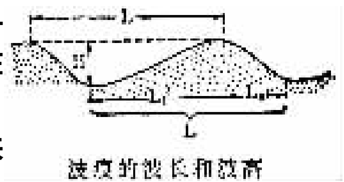
【层面构造】 bedding plane structure 沉积岩的一种原生构造。未固结的沉积物，由于机械原因或由于生物活动在其表面造成的痕迹，被后来的沉积物复盖面保留在层面上的构造现象。种类繁多，有波痕、泥裂、雨痕、虫迹和各种印痕。藉助于它可以恢复古地理环境以及判断地层是否倒转等。

【波痕】 ripple marks 沉积岩中的一种层面构造。它是由于风、流水或波浪等作用于沉积物表面时，所造成的起伏不平的波纹状痕迹。这种痕迹表现在层内的遗迹是小型波状层理，而表现在层面上的痕迹即为波痕。波峰的延长方向与水或风的流动方向成直角或斜交，它或具一定程度的平行性，或具有某种相似程度的排列性，按波峰的形状及延长性质可分为直线状、弯曲状、舌状、新月状等，上述形态与水流的深度及流速有关。波痕形成于砂质、粉砂质岩层的顶面，但可在上复岩层的底板上留下印模。因此，利用波痕可以决定岩层的顶底板。



沙纹痕

【波痕指数 RI】 ripple index 指波痕的波长（L）与波高（H）的比值。常用来作为判断其成因的标志，指数在3—10者，属流水成因；指数为20—50者，属风吹成因。



波痕的波长和波高

【波痕对称指数 RSI】 ripple symmetry index 指用来表示波痕对称性的指数。其值是缓坡（上游边）在水平方向上的投影长度（L_1）与陡坡（下游边）在水平方向上的投影（L_2）的比值。不对称波痕 $RSI > 1$。

【干涉波痕】 interference ripple 又称菱形波痕，干扰波痕等。一般认为是由至少二组以上沙纹的相互干涉作用而产生的。例如，在滨海带有沿岸流的情况下，流动沙纹与浪成沙纹相互干扰可以产生多角形波痕，但在冲积相的记滥平原沉积物中也常见之，因此这类波痕不总是由于两方向的介质互相干涉所造成。

【泥裂】　mud crack　亦称“干裂”。沉积岩中的一种层面构造。未固结的沉积物被阳光晒干或脱水收缩作用形成。平面上呈不规则多边形裂块，横剖面上呈 V 字形。常见于粘土岩及石灰岩的顶面，但可在上覆岩层的底板上留下印模。泥裂构造主要出现在间歇性曝晒的地方，例如在潮汐带、滨岸带、河流的天然堤等，因之可以作为鉴定相环境的成因标志。借助泥裂的产状为下尖的 V 形，还可判别岩层的顶面和底面。

【雨痕】　raindrop imprints　沉积岩中的一种层面构造。系雨点降落在未固结的泥质，砂质沉积物表面，所产生圆形或椭圆形的凹穴。凹穴深 1—2 毫米，直径 2—3 毫米，有时达 15 毫米。常见于泥质、砂质岩层的顶面，边缘稍高，也可在上覆岩层的底面留下圆形或椭圆形突出的印模。因此，雨痕也可用来判断岩层的顶面和底面。

【象形印痕】　沉积岩中的一种层面构造。由于水流的作用，或水流携带某种物质的刻划作用，在柔软的泥质沉积物表面形成的一些具有特殊形状的坑凹痕迹，称为象形印痕。若这些印痕被上覆砂质岩层底面复印下来，便称为印模。常见的印模有槽模、沟模、刷模、椎模等。

【印模】　cast　参见“象形印痕”。

【槽模】　flute cast　又称“流痕”。指砂质岩层底面上的舌状凸起，一端较陡，外形较清楚，呈圆形或椭圆形，另一端宽而平缓，与层面渐趋一致。一般认为槽模是流水成因的，也就是具定向流动的水流在底部尚未固结的沉积物表面冲刷形成的小沟穴，后来又为上复沉积物充填而成。槽模的长轴平行水流方向，大小一般为 2 到 10 厘米，陡的一端指向上游。它可以单独或成群出现，成群时长轴彼此平行，常见于浊积岩及冲积相沉积中。



槽模，右下角一条为沟模

【沟模】　groove cast　一种常见的印模构造。指砂质岩层底面上的平行小脊状凸起（或在下伏的泥质岩的上层面呈平行的沟），脊状体高数毫米，宽数厘米。因为它是水流拖运某种物质，在水底软泥层中留下沟槽或擦痕后，被上覆物质充填而成，故亦称“拖痕”、“滑动痕”。其长轴平行水流方向。常见于浊积岩及冲积相沉积中。

【刷模】　brush cast　一种印模构造。指砂质岩层底面上的略呈新月形凹陷的小印模。它是由于呈跳跃式搬运的物体，沿流向前进过程中，间歇性地在底部软泥层表面发生冲击活动，在前方堆起泥质小脊而成。它被沉积物覆盖后，即在上覆岩层的底面形成新月形凹陷，凹陷弯曲的方向指向下游。常见于浊积岩及冲积相沉积中。

【椎模】 prod cast 一种印模构造。指砂质岩层底面上一端较陡，向另一端逐渐消失的小脊状体，较陡的一端指向下游。它是一种棒状物体插入底部软泥层后，后来因水流的作用慢慢地被拔去而形成的一种印痕，被上覆沉积物充填而成。常见于浊积岩及冲积相沉积中。

【晶体印痕】 crystal imprints 沉积岩中的一种层面构造。在含盐度高、蒸发量大的咸水盆地泥质沉积物中，常有石盐、石膏等晶体沉积。当成岩作用和后生作用时，沉积物失水，压缩度减薄，而盐类物质比粘土物质收缩小突出于岩层表面，并嵌入上覆岩层中，故使上下岩层的底面和顶面留下晶体的印痕。若易溶矿物晶体被溶解移去，也可留下晶体的痕迹。如其空间被后来的矿物体所充填，还可产生矿物假象。石盐、石膏等盐类晶体印痕或假象是大陆干燥地区沉积物的特征。

【晶体假象】 crystal pseudomorph 参见“晶体印痕”。

【生物痕迹】 biogenic imprint 沉积岩中的层面构造。指动物在未固结的沉积物表面活动所留下的脚印、爬痕或钻孔，被沉积物覆盖而保留在岩层中的痕迹。常见的生物痕迹是动物足迹、动物爬痕、虫孔。

【动物足迹】 ichuite footprint 生物痕迹之一。指鸟类、爬行动物、哺乳动物或其他动物在未固结的沉积物表面留下的脚印。

【虫孔】 burrow 又称“虫迹”“虫穴”或“潜穴”。生物痕迹之一。指食泥生物，如蠕虫类软体动物或其他无脊椎动物的钻孔，多呈直的或弯曲的圆筒状发辫状，宽窄不一，从线状到1—2厘米，分布在层面，或贯穿在层内，呈各种角度与层面斜交。虫迹常为陆相沉积物或浅水沉积的标志，但深海浊积岩中也见有虫迹。

【结核】 concretion 指沉积岩中与围岩成分有明显区别的某种矿物质团块。其形态有球状、卵状及各种不规则状。内部构造式样很多，有同心圆状，放射状等。大小不一，自数厘米至数十厘米，最大者达几米。结核有单体和复体。有的顺层断续分布，呈串珠状；有的呈层状分布，可延伸达数十米，如石灰岩中的燧石结核条带。最常见的结核是由化学沉淀的矿物组成，如菱铁矿、黄铁矿、石膏、磷灰石等。

【假结核】 pseudo－concretion 指由于风化作用形成的状似结核的岩石团块。当岩石遭受风化时，往往产生几组交叉的裂缝把岩石分割成许多小块，然后外来的氢氧化铁溶液沿裂缝渗入，溶解岩石，于是被分割的岩石小块变成外表被褐铁矿包围的圆球状假结核。

【迭锥】 cone－in－cone 沉积岩层面上出现的一种锥形凹陷。由许多小圆锥体套迭在一起组成，锥底朝上，锥顶朝下。有时它们分叉，形成复锥。锥高1—10厘米，锥角为30—60°，组成物质为纤维状方解石，少数情况下为菱铁矿、石膏等。锥体轴垂直于层理。多出现于不纯的石灰岩中，如泥质灰岩、泥灰岩、钙质粘土岩等。迭锥的成因尚有争论，一般认为是在成岩，后生作用阶段，在压力作用下，沿剪切带的溶解作用和结晶作用造成。

【缝合线】 stylolite 沉积岩中的一种构造现象。常见于石灰岩中、火山岩，石英岩中也可见到。它在剖面中呈锯齿状曲线，状如动物头盖骨中的接合缝；平面上是一个起伏不平的面。一般认为缝合线是压溶作用形成，即在上覆岩层静压力下，岩层发生不均匀的溶解而成。它又是一个薄弱面，是矿液的良好通道，所以缝合线发育的岩石有利于成矿作用的进行。

【碎屑岩脉】 clastic dykes 又称“沉积岩脉”。一种充填在岩石裂缝中的脉状沉积物。有两种成因：一种是沉积物在成岩期产生裂缝，然后被从上而降落的沉积物充填而成；另一种是液态的碎屑物质在有足够的负荷压力条件下从下面往上贯入已成层的沉积物裂隙中而成。常见的碎屑岩脉是砂岩岩脉，也见有砾岩岩脉。

【泥球】 mudballs 一种被包裹在砾岩与砂岩中的粘土球。它是河床向岸侵蚀脱落下的泥块，在水中滚动成球，并在表面粘附了砂砾而成。系河流在洪水期的产物。

【霜面】 frost 指碎屑颗粒，特别是石英粒上的粗糙如毛玻璃的表面。它是风成砂的特征。

【剥离线理】 parting lineation 指砂岩层节理面上的平行条纹状小细沟或某些颗粒呈线状排列的现象，常见于具平行层理的砂岩中，因为这种砂岩易沿层节理裂开。

【火山弹】 volcanic bomb 火山喷发的碎屑产物之一。由抛到空中的塑性熔浆团，在空中飞行旋转冷凝而成。它有种种形态，如纺锤状，椭球形、梨形、麻花状等，直径一般在64毫米以上，大者可达好几吨重，内部常呈多孔状或气泡状，外壳多为玻璃质。常由粘度较小的基性熔浆形成，分布火山口周围。

【火山渣】 scoria 火山喷发的碎屑产物之一。由抛入空中的多孔状塑性熔浆团，在空中冷凝成固态后撞击地面破碎而成。它是一种黑色多孔状玻璃质岩石碎块，外貌象炉渣，形状不规则，大小自数毫米至十厘米不等，常与火山弹伴生。

【火山块】 volcanic block 又称“火山集块”。一种粒径大于50毫米的火山碎屑物。是火山喷发时由火山基底或火山通道壁的围岩被炸裂，崩碎而成。其成分可以是火山岩，也可以是非火山岩。

【火山砾】 lapilli 一种粒径为2—64毫米的火山碎屑物。其来源有的来自火山基底和通道壁，有的则是熔浆团凝固而成。形状有不规则的或近于圆滑的。

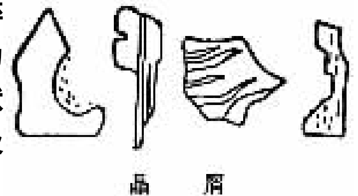
【火山灰】 volcanic ash 一种粒径为0.01—2毫米的火山碎屑物。按粒径可细分为粗火山灰（0.1—2毫米）、细火山灰（0.01—0.1）。前者也称火山砂。按物质可分为岩屑、晶屑、玻屑等。

【火山砂】 volcanic sand 参见“火山灰”。

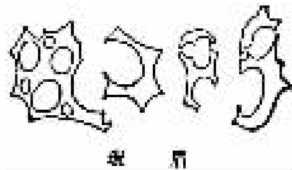
【火山尘】 volcanic dust **一种最细小的火山碎屑物。粒径<0.01毫米。从成分上看，它是在高倍镜下也难以分辨的极细的玻屑与晶屑的混合物，但在电子显微镜下可见具碎屑状外形。常作为较粗的岩屑、玻屑、晶屑的胶结物，在成岩过程中极易脱玻成极细小石英，长石微粒集合体，或变成绢云母，绿泥石和高岭石等次生矿物。**

【晶屑】 crystal fragment **一种火山碎屑物质。粒径一般小于2毫米。矿物成分与原始岩浆成分有关，例如在流纹质火山碎屑岩中，常见晶屑是石英、钾长石、酸性斜长石和黑云母。它是熔浆中早期结晶的斑晶或火山通道围岩中的矿物，当火山喷发时被炸碎而成。因各种矿物理性质不同，炸碎的外形也各异。脆性无解理的石英，易碎成尖角状碎屑。解理发育的长石类矿物，破碎后呈阶梯状。韧性的黑云母晶屑则发生挠曲，断面呈锯齿状，并可产生暗化边。**

【火山岩屑】 pyroclastic rock fragment **一种火山碎屑物质。大小不一，形态与原岩的性质有一定关系，原为韧性的岩石轮廓较为圆滑，脆性的则呈棱角状并具贝壳状断口。为早期阶段凝固的火山岩，火山通道周围的岩石及火山基底的岩石在火山口喷发时被炸裂，崩碎而成。**


晶　屑

【玻屑】 vitric fragment **一种火山碎屑物质。粒径一般小于0.5毫米，有时达1—2毫米。为富含水分与其他挥发分的半凝固状态的炽热熔浆，在火山喷发过程中，因挥发分骤然膨胀炸碎冷凝而成。绝大部分玻屑多由酸性或中酸性的熔浆生成。中基性熔浆形成的玻屑少见。常见的形态有弧面棱角状和浮岩状二种；前者在显微镜下呈弓形、弧形、镰刀形、月牙形、鸡骨状、海绵骨针状等；后者是没有彻底炸碎的弧面棱角状玻屑，内部保留较多气孔，状如浮岩。**


玻　屑

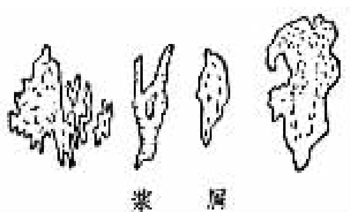
【灰屑】 ash fragment **参见“玻屑”。**

【塑变玻屑】 vitric fragment of plastic deformation **也称塑“性玻屑”。炽热未冷凝的玻屑，堆积时由于上覆静压力的作用发生塑性变形而成。其特点是呈压扁拉长状，棱角圆化，两端具燕尾分叉，彼此平行排列，并熔融粘结在一起。如遇刚性晶屑、岩屑、则发生弯曲，“绕过”现象，形成假流纹构造。**

【撕裂状玻屑】 **一种具特殊形态的玻璃质火山碎屑物。外形多为拉长的片状，块状，两端参差不齐，内部常含有伸长的平行细纹和扁平的孔，偶而也含有斑晶，易发生脱玻化。其归属和成因目前尚有争论。**

【塑变撕裂状玻屑】　也称塑性撕裂状玻屑。是由炽热未冷凝的撕裂状玻屑堆积时，受到上覆静压力的作用发生塑性变形而成。形态特点与撕裂状玻屑近似，但外形更扁平，常与塑变玻屑共生，与刚性岩屑按触时，亦可发生弯曲及“绕过”现象。

【浆屑】　也称塑性岩屑、火焰石、熔岩条带、饼状体等。火山喷发产物之一。由火山口抛到空中的熔浆团，落地后变形凝固形成。大小从数毫米至数厘米不等，大于十厘米者亦常见。横切面多呈饼状，纵切面透镜状、焰舌状和带状。因冷却速度不同，其表面和内部往往可形成不同的结构。表面结晶程度很底，常有淬火壳，纤维状隐晶质矿物垂直淬火壳表面排列；内部结晶程度逐渐增高，结构与熔岩相似，甚至可出现斑晶，气孔和杏仁体。它在中酸性熔结成因的火山碎屑岩中十分常见。常绕刚性碎屑弯曲，形成“假流纹构造”。


浆　屑

【塑性岩屑】　plastic rock fragment　即“浆屑”。

【火山毛】　Pele′s hair　一种特殊形态的浆屑。外形呈细丝状，其较粗部分也可含有细小的球形气孔。它常见于基性火山碎屑岩中，由基性熔浆飞沫冷凝形成。

【火山泥球】　volcanic mud ball　亦称“火山灰球”、“火山豆石”、“凝灰岩球”和“火山雹石”。火山喷发产物之一，多产于凝灰岩中。它的成因有两种说法；一说是当火山爆发时，细小的火山碎屑围绕下落的雨滴，同时受巨大的气流冲击凝聚增大而成；二说是火山碎屑围绕一个质点，借助风力或斜坡在疏松的火山碎屑堆积物表面滚动增大所致。火山泥球多产于凝灰岩中，直径约数毫米至数十毫米不等，球体内部结构较粗，分布无序，向外粗度变细，呈同心层构造。

【火山碎屑结构】　pyroclastic texture　正常火山碎屑岩的特有结构。其特点是岩石中火山碎屑物的含量达到90%以上。按火山碎屑物的大小及相应粒级的含量，可分为集块结构、火山角砾结构和凝灰结构。

【集块结构】　agglomerate texture　指粒度大于64毫米（或50毫米）的火山碎屑物含量超过50%，被细小的火山碎屑物胶结而成的岩石结构。

【火山角砾结构】　volcanic breccia texture　指粒度为2—64毫米的火山碎屑物含量超过75%，被细小的火山碎屑物胶结而成的岩石结构。

【凝灰结构】　tuffaceous texture　指粒度小于2毫米的火山碎屑物含量超过75%，被细小的火山碎屑物（通常为火山尘）胶结而成的岩石结构。

【塑性变形碎屑结构】　clastic texture of plastic deformation　简称“塑变结构”。熔结凝灰岩所特有的结构。其特点是岩石中除含刚性火山碎屑物外，常含大量塑变火山碎屑物，如塑变玻屑，塑变撕裂时玻屑及浆屑，它们彼此平行重迭熔结或绕刚性碎屑弯

曲，呈假流纹构造。

【假流纹构造】 pseudorhyolitic stracture 又称“似流动构造”。由塑性玻屑、塑性撕裂状玻屑和浆屑平行排列而成。按其形态特征可细分为火焰状假流纹构造、透镜状假流纹构造和条带状假流纹构造等。

【火山碎屑岩】 pyroclastic rock 一种介于熔岩与正常沉积岩之间的过渡类型岩石。主要由火山作用形成的各种碎眉物堆积而成，火山碎屑物的含量应超过 50%，同时也混入有一定数量的正常沉积物或熔岩物质。它与熔岩及正常沉积岩之间有一系列过渡类型，凡含火山碎屑物在 10% 以上的岩石均属广义的火山碎屑岩；而狭义的，即正常的火山碎屑岩，其火山碎屑物的含量应达 90% 以上。

【火山碎屑熔岩】 pyroclastic lava 一种由正常火山碎屑岩向熔岩过渡的岩石类型。是火山碎屑物被熔岩胶结而成。火山碎屑物的含量由 10% 至 50%。按碎屑和胶结物的关系可分为两种：一种是岩石碎屑同胶结物的成分甚至结构构造都基本一致，是同期熔浆冷凝过程中自角砾岩化的产物，属单成分的，常见于爆发岩筒中；另一种是碎屑与胶结物的岩性，结构构造均不同，是晚期熔浆胶结早期火山碎屑而成，属复成分的，多分布于火山口附近。按碎屑粒径大小，可分为集块熔岩（>64 毫米)、角砾熔岩(2—64 毫米)、凝灰熔岩（<2 毫米)。

【集块熔岩】 agglomerate lava 参见“碎屑熔岩”。

【角砾熔岩】 breccia lava 参见“碎屑熔岩”。

【凝灰熔岩】 tuff lava 参见“碎屑熔岩”。

【熔火山碎屑岩】 lava pyroclastic rock 一种由正常火山碎屑岩向火山碎屑熔岩过渡的岩石类型。由火山碎屑物被熔岩胶结而成，其中火山碎屑物的含量多于熔岩物质，按碎屑粒径大小，可分为熔集块岩（>64 毫米)、熔角砾岩(2—64 毫米)、熔凝灰岩（<2 毫米)。此类岩石的归属争论较大，有人主张把它归入火山碎屑熔岩类中。

【熔集块岩】 lava agglomerate 参见“熔火山碎屑岩”。

【熔角砾岩】 lava breccia 参见“熔火山碎屑岩”。

【熔凝灰岩】 lava tuff 参见“熔火山碎屑岩”。

【正常火山碎屑岩】 ordinary pyroclastic rock 一种典型的火山碎屑岩。火山碎屑物的含量 >90%，大多数是火山爆发产物直接从空气中坠落堆积而成。有的是火山灰流或暂时的碎屑岩流形成。它可以形成于陆上，也可堆积在水下。通常按成岩作用方式分为熔结成岩和压实固结或水化学胶结成岩二种方式。按碎屑粒径大小，前者可细分为熔结集块岩，熔结角砾岩及熔结凝灰岩，后者可细分为火山集块岩，火山角砾岩。

【熔结集块岩】 welded agglomerate 参见“正常火山碎屑岩”。

【熔结角砾岩】 welded breccia 参见“正常火山碎屑岩”。

【熔结凝灰岩】 ignimbrite 又称“融积岩”。是一种熔结成因的火山碎屑岩。岩石比较致密，貌似熔岩，但具火山碎屑结构。含有岩屑、晶屑，塑变玻屑、浆屑等。塑性碎屑常被压扁拉长，绕过刚性碎屑呈平行排列，形成“假流纹构造”，其成因说法不一，较流行的是火山灰流说，即高粘度的富含挥发分的酸性，中酸性和碱性熔浆，上升到近地表处，由于外界压力骤降，膨胀起泡，犹如牛奶沸腾一样。气泡壁愈来愈薄，最终发生爆炸，泡壁破裂，熔浆被粉碎，并大量涌出火口，呈炽热状态悬浮于气体之中，形成沿山坡流动的火山灰流。然后火山灰流迅速堆积，在热力和荷重的影响下，玻屑受挤压变形，彼此熔结而成熔结凝灰岩。在外国文献中，ignimbrite 一词也表示冷的（即不具焊接结构的）火山灰流堆积物。

【火山灰流】 ash flow 一种由火灰与气体混合而成的火山碎屑流，也含少量其它火山碎屑物。参见熔结凝灰岩。

【融积岩】 即“熔结凝灰岩”。

【火山集块岩】 volcanic agglomerate 一种压实固结的火山碎屑岩。其中粒径大于64 毫米的火山岩块占 50% 以上，偶尔含有其他岩石的碎屑。陆相沉积中，这些火山岩块多具尖锐的棱角，但在水下沉积的，有时部分被磨损。填隙物是火山灰及其它带棱角的小火山碎屑物。通常分布在火山口附近。

【火山角砾岩】 volcanic breccia 一种压实固结的火山碎屑岩。主要由粒径为 2—64 毫米的熔岩角砾组成，也含有其他岩石的角砾及少量的石英、长石等矿物晶屑。多数具明显的棱角，分选差，大小不等。填隙物是火山灰，火山尘。常与火山集块伴生，位于火山口外侧。

【凝灰岩】 tuff 一种压实固结的火山碎屑岩。主要由粒径小于 2 毫米的晶屑、岩屑及玻屑组成。分选很差，填隙物是更细的火山微尘。按火山碎屑物的物态可以进一步细分为：玻屑凝灰岩、晶屑凝灰岩、岩屑凝灰岩及混合型凝灰岩。玻屑凝灰岩一般在时代较新的尚未受强烈变动的地层中容易保存下来，其蚀变作用多从脱玻化开始，常见的产物是膨润土及漂白土。

【自碎火成角砾岩】 一种产于浅成侵入体、筒状体，岩株的顶部和穹状突起处的角砾岩。碎屑的大小不一，大到集块级，小至凝灰级；它不是火山物质喷到地表堆积形成，而是地下爆炸或熔浆冷凝过程中的自角砾岩化的产物。

【沉火山碎屑岩】 sed pyroclas tic rock 一种由正常火山碎屑岩向正常沉积岩过渡的岩石类型。这类岩石中火山碎屑物的含量大于正常沉积物，多形成于离喷发中心有一定距离的地方，特别是在有水下火山活动的海湖盆地。正常沉积混入物包括陆源的，生物的和化学沉淀的三种成因类型，它们主要通过风的搬运、水流或拍岸浪的搬运、水底滑动等多种形式同正常的火山碎屑物相掺杂，再由压结和水化学沉淀物胶结成岩。在自然界中常与正常火山碎屑岩、正常沉积岩等共生，成层比较明显。按碎屑物的粒径可分

为：沉集块岩（＞64 毫米）、沉火山角砾岩（2—64 毫米）、沉凝灰岩（＜2 毫米）。

【沉集块岩】　sed pyrociastic agglomerate　参见“沉火山碎屑岩”

【沉火山角砾岩】　参见“沉火山碎屑岩”。

【沉凝灰岩】　tuffite　参见“沉火山碎屑岩”。

【火山碎屑沉积岩】　pyroclastic sedimentary rock　又称“凝灰质碎屑岩”。一种以正常沉积物为主，含一定数量火山碎屑物（＜50%）的岩石类型。这类岩石多分布在离火山机构较远的地区，通常是在火山爆发时，由于火山碎屑物落入水盆地中，与泥沙、砾石等正常沉积物掺杂在一起，通过压结和水化学沉淀物胶结成岩。混入的正常沉积物可以是陆源的、生物的或水化学沉淀的。在自然界常与正常沉积岩、正常火山碎屑岩等共生，彼此成过渡关系，层理清晰。按碎屑物的粒径可分为凝灰质巨砾岩或巨角砾岩（＞64 毫米）、凝灰质砾岩或角砾岩（2—64 毫米）、凝灰质砂岩（0.1—2 毫米）凝次质粉砂岩（0.01—0.1 毫米）、凝灰质页岩（＜0.01 毫米）等。

【凝灰质巨砾岩】　tuffaceous boulders　参见“火山碎屑沉积岩”。

【凝灰质砾岩】　tuffaceoes conglomerate　参见“火山碎屑沉积岩”。

【凝灰质砂岩】　tuffaceous sandstone　参见“火山碎屑沉积岩”。

【凝灰质粉砂岩】　tuffaceous siltstone　参见“火山碎屑沉积岩”。

【凝灰质页岩】　tuffaceous shale　参见“火山碎屑沉积岩”。

【成熟度】　maturity　指碎屑物质在风化，搬运过程中，被改造趋向于最终产物的程度。可分为成分成熟和结构成熟度二种。成分成熟度愈高，则化学上稳定的组分（如石英）愈多，不稳定的组分（如长石）含量愈少。结构成熟度愈高，则碎屑物质分选性愈好，磨圆度愈高，杂基含量愈少。

【成熟度指数】　maturity index　判别砂岩或其他碎屑岩在化学上及在矿物学上成熟度高低的一个指数，例如裴蒂庄（1957）曾建议采用 Al/Na，石英/长石或石英＋燧石/长石＋岩屑的比值来表示沉积物（岩）的成熟度而称之为成熟度指数。

【成分成熟度】　compositional maturity　又称“化学成熟度”“矿物成熟度”。指碎屑物质在成分上被改造的程度。参见“成熟度”及“成熟度指数”条。

【结构成熟度】　textural maturity　又称“物理成熟度”。指碎屑物质在结构上接近于最终产物的程度。参见“成熟度”条。

【砾石】　grave　一种直径大于 2 毫米，在一定程度上被磨圆了的岩石或矿物碎块。它是由暴露在地表的岩石经机械风化作用形成，常堆积在山麓或山前地带。胶结后形成砾岩。砾石加在水泥里可制混凝土，也可作筑路材料。

【角砾】　一种直径大于 2 毫米的棱角状的岩石或矿物碎块。主要由暴露在地表的岩石经机械风化作用形成。胶结后即成为角砾岩。

【卵石】　pebble　一种直径大于 5 毫米磨圆度很好的砾石。成分常为石英岩、燧石、碧玉、玛瑙。俗称鹅卵石。我国第三纪、第四纪砾石层，如著名的南京雨花台砾石层和长沙白沙井砾石层都含有大量卵石。优质玛瑙质卵石是一种宝石原料，石英质卵石可用作球磨材料及作铺路用。

【砂】　sand　一种粒径为 0.0625 至 2 毫米，或按 φ 标准及其它标准划分的（参见“粒级”条）的矿物或岩石碎粒。由暴露在地表的各种岩石经风化破碎而成。砂的主要成分为石英、长石和云母，砂在第四纪沉积物以及现代河流、湖泊，沙漠地带均有广泛分布。砂不具粘性与可塑性，但透水性很好，因而可以成为良好的含水层，质纯的石英砂还可供作玻璃原料。

【粉砂】　silt　一种粒径在 0.0625—0.0039 毫米（此处按 φ 标准，也有按其它标准划分的，参见“粒级”条）之间的矿物或岩石碎粒，粒度介于砂和粘土颗粒之间。由暴露在地表的各种岩石经风化破碎而成。粉砂的成分与砂相似，但岩屑含量减少。它分布于海滨，河流及湖泊沉积物中。乍看起来，粉砂很象粘土，但粉砂粘性差，具透水性。

【砾岩】　conglomerate　一种由粒径大于 2 毫米的圆状、次圆状砾石经胶结而成的碎屑岩。砾石之间的填隙物为砂、粉砂、粘土物质及化学沉积物。按成分的复杂否可分为单成分砾岩、复成分砾岩；按成因与形成时的环境可分为滨海砾岩、河流砾岩、洪积砾岩等；按它在地质剖面上的分布位置可分为底砾岩和层间砾岩。

【角砾岩】　breccia　一种由粒径大于 2 毫米而末被磨圆的砾石经胶结而成的碎屑岩。组成角砾的碎屑一般没有经过搬运或搬运距离很短，特点是大小不等，形状各异，多半带有棱角。按成因可分为岩溶角砾岩、成岩角砾岩、后生角砾岩等。在蒸发岩中，例如石膏经过次生变化，也可形成溶塌角砾岩及交代角砾岩，它是普查原生蒸发岩矿床的标志之一。除上述角砾岩外，在火山碎屑岩及构造破碎带也经常见到角砾岩，前者属火山角砾岩，后者属构造角砾岩（断层角砾岩）。

【底砾岩】　basal conglomerate　一种位于海进层序底部的砾岩。其下为一侵蚀面（或冲刷面）。一般分选性较好，厚度不大，分布面积很广。以成熟度高的砾石为主，因为它代表一长期的侵蚀间断，不稳定的组分完全被破坏之故。

【层间砾岩】　intraformational conglomerate　也称“层内砾岩”“同生砾岩”。一种位于某地层内部砾岩。它与上下地层之间为连续沉积，无沉积间断。这种砾岩的碎屑与基质充填物是由于沉积不久的或只有部分固结的沉积物，在准同生期破碎成砾石或角砾碎屑堆积而成，如地滑角砾岩，生物礁的礁前塌积岩，我国北方寒武系中的竹叶状灰岩等属之。

【同生砾岩】 contemporaneous conglomerate 参见“层间砾岩”。

【岩溶角砾岩】 karst breccia 又称“溶洞角砾岩”、“喀斯特角砾岩”。一种发育在石灰岩地区，由于溶洞崩塌堆积而成的角砾岩。它的特点是分布局限，角砾成分单一，属原地来源；角砾的粒度分选极差，圆度也较差，充填在角砾中的基质为高含泥质的碳酸盐。

【喀斯特角砾岩】 kars tbreccia 即“岩溶角砾岩”。

【成岩角砾岩】 diagenetic breccia 一种在成岩作用阶段形成的角砾岩，原为结构和成分上均质的沉积物，因成岩作用而产生角砾状结构。例如胶体沉积物在成岩期由于脱冰、收缩，引起岩石碎裂，所形成的碎块再经胶结，即为成岩角砾岩。

【后生角砾岩】 catagenetic breccia 一种在后生作用阶段形成的角砾岩。由于后生作用导致岩石产生角砾状结构。例如，在后生期，由于岩脉的穿插或交代作用等，均可造成后生角砾岩。

【再生花岗岩】 regenerated granite 一种产于花岗岩类岩石或花岗片麻岩侵蚀面上的状如花岗岩的富石英贫长石的碎屑岩。厚度不大，分选差，颗粒呈棱角状。若胶结良好，貌似花岗岩。它的存在可以证实花岗岩体与上覆岩层之间是沉积接触。因此它是帮助我们确定花岗岩时代上限的地质证据之一。

【砂岩】 sandstone 一种已固结的碎屑沉积岩，其中粒径 0.625—2 毫米的砂粒的含量占 50% 以上，其余为基质或胶结物。砂粒的主要成分为石英、长石、云母、岩屑等，胶结物的成分有硅质，铁质、钙质。按砂岩中碎屑的主要颗粒的大小可分为粗粒砂岩、中粒砂岩、细粒砂岩、不等粒砂岩等。按砂粒与粘土杂基的含量可划分为砂屑岩与杂砂岩二大类，前者粘土 $<15\%$，可细分为石英砂岩、长石砂岩、岩屑砂岩等，后者粘土 $>15\%$，可细分石英杂砂岩、长石杂砂岩、岩屑杂砂岩等。

【砂屑岩】 arenite 又称“纯砂岩”、“砂粒碎屑岩”。指几乎不含基质或基质含量很少（$<15\%$）的砂岩。这种砂岩中的碎屑磨圆度较好，分选中等到良好。

【杂砂岩】 又称“瓦克岩”。指含多量杂基质（$>15\%$）的砂岩。这种砂岩中的碎屑一般呈棱角状，分选性差，结构成熟度低，属密度流沉积。

【石英砂岩】 quartz sandstone 一种固结的砂质岩石，其中石英及硅质岩屑含量超过 95%。通常很少含杂基质，常见的胶结物是硅质，碳酸盐，此外还可能有铁质、石膏、磷酸盐及海绿石。硅质胶结物常为蛋白石及玉髓，它们可以围绕石英颗粒发育成为次生生长胶结物，形成再生生长的沉积石英岩。这种砂岩化学成分简单，以 SiO_2 为主；色浅、常是白色；碎屑颗粒的磨圆度，分选性良好；波痕、交错层理发育；它是碎屑物质经长期或反复侵蚀，搬运的产物。我国华北震旦系地层和华南泥盆系地层中分布很广。许多沉积型铁矿常产在石英砂岩中，如河北的宣龙式铁矿，南方的宁乡式铁矿。

【沉积石英岩】 sedimentary quartzite 一种以硅质作为胶结物的砂岩，其中硅质胶结物已全部重结晶，并围绕石英碎屑颗粒呈次生加大边。因其岩性致密坚硬因而与变质石英岩不易区别。但在显微镜下可看出，次生加大的石英间界线一般为直线状。沉积石英也有人称为正石英岩。

【正石英岩】 orthoquartzite 即“沉积石英岩”。

【长石砂岩】 arkose 一种长石碎屑含量 >25% 的砂岩，长石的种类多为酸性斜长石和钾长石。一般为粗粒结构，肉红色至灰色，分选性和磨圆度变化较大，由很好至极差。常含较多的杂基，胶结物多为碳酸盐质、硅质、铁质。当砂粒中含较多量的石英碎屑（石英 >75%）时，即过渡为长石石英砂岩，或称次长石砂岩。当岩石中含大量杂基时，则属长石杂砂岩。长石砂岩多由长英质母岩，如花岗岩、片麻岩经机械风化，短距离搬运，在山前或山间盆地堆积而成。

【次长石砂岩】 subarkose 见“长石砂岩”。

【长石石英砂岩】 feldspathic quartz sandstone 见“长石砂岩”。

【长石杂砂岩】 feldspathic gray wacke 见“长石砂岩”。

【岩屑砂岩】 lithic sandstone 一种岩屑含量 >25% 的砂岩。岩屑多为隐晶质的岩石，如喷出岩、板岩、千枚岩、粉砂岩、泥页岩及隐晶质碳酸盐岩等，属不稳定的及成熟度低的组分。当岩石杂基的含量 >15% 时，则属岩屑杂岩，当砂粒中石英的含量超过 75% 时、则过渡为岩屑石英砂岩。岩屑砂岩是一种不成熟的快速堆积物，是构造变动强烈地区的产物，常在山前冲积扇、山间盆地反河流相中产出。

【岩屑石英砂岩】 lithic quartzsandsfone 见“岩屑砂岩”。

【岩屑杂砂岩】 lithic gray wacke 见“岩屑砂岩”。

【硬砂岩】 gray wacke 亦称“灰瓦克岩”。指一种暗色（灰至灰绿，有时为灰黑色）坚硬的砂岩。由具有尖锐棱角的石英，长石、云母及岩屑组成，分选很差，镜下观察很象“微角砾岩”。岩石中杂基的含量 >15% 而且均已重结晶，形成绢云母、绿泥石、水云母类矿物。因此，实质上它是杂砂岩在成岩期后发生压固、重结晶等作用的产物，常见于浊积岩中。关于硬砂岩，地质文献中还有许多不同的含义。有的人把它作为岩屑砂岩的同义语，有的人把它作为杂砂岩的同义语，有的人则强调它是一种含基性喷发岩碎屑的砂岩。

【粉砂岩】 siltstone 一种已固结的碎屑沉积岩，其中粒径为 0.025—0.0039 毫米（按 ϕ 标准）的粉砂的含量占 50% 以上，其余为砂、粘土或化学沉淀物。粉砂的成分以石英为主，其次为白云母和长石，岩屑少见，重矿物的含量比砂岩多，可高达 2—3%。碎屑的磨圆度不好，常呈棱角状。胶结物以钙质，铁质为主。红层及煤系地层中经常遇到粉砂岩，黄土也是一种疏松的或半固结的粉砂质沉积物。

【黄土】 loess 一种第四纪陆相粘土质粉砂沉积物。多呈灰黄色，富含钙质及钙质结核，呈琉松或半固结状态，孔隙及柱状节理发育。干燥时较坚实，能保持直立陡壁，遇水浸润后易崩解，并发生沉陷。其机械成分以粉砂为主，其次为粘土，再次为砂粒。碎屑矿物成分以石英、长石为主，其次是云母及各种重矿物。我国黄土主要分布在广大西北的黄土高原上，其次是华北平原及东北的南部。其中西北高原上的黄土可能以风成为主，其它地区则以洪水成因为主。

【垆埆土】 loam 也叫“土壤”。一种由粉砂、砂、粘土等大小不同的颗粒组成的混合沉积物，三者的含量大致相等。富含腐植质，多孔隙，适宜于植物的生长。有人把垆埆一词泛指不纯的粘土。

【壤土】 doras 即“垆埆土”。

【粘土岩】 clay rock 一种主要由粒径 <0.0039 毫米（重在结晶后 <0.01）颗粒组成，并含大量粘土矿物（高岭石、蒙脱石、水云母等）的沉积岩。疏松的称为粘土，固结的称为泥岩、页岩。粘土岩中除粘土矿物外还含石英、长石、云母等碎屑矿物以及自生非粘土矿物。粘土岩因质点权细，故肉跟与显微镜不能准确地鉴定它的矿物成分，需采用电子显微镜，X 射线，差热分析等综合研究方法。

【泥质结构】 pelitic texture 又称“粘土结构”。粘土岩的特有结构。其特点是岩石中粘土物质占 50% 以上，由于混有不同含量的砂及粉砂，故存在一系列过渡型结构，它们的名称及其中各粒级的含量如下；

粒度及含量 / 结构类型	各粒级含量%		
	粘土	粉砂	砂
泥质结构	>95	<5	—
含粉砂的泥质结构	>70	5—25	<5
粉砂泥质结构	>50	25—50	<5
含砂泥质结构	>70	<5	5—25
砂泥质结构	>50	<5	25—50

【胶状结构】 geltexture 粘土岩及其他胶体沉积物和沉积岩的一种结构类型。其中凝胶物质占绝大部分。这些凝胶物质常陈化脱水，形成不规则状的裂隙，破裂面具贝壳状纹，有时还含有球颗结构。

【豆状结构】 pisolitic texture 粘土岩及其它胶体沉积岩的一种结构类型。在粘土岩中，豆状颗粒由粘土物质组成，直径 >2 毫米（通常 2——10 毫米），常无同心状结构和放射状结构。若直径 <2 毫米，则称瘤状结构。在粘土岩中瘤粒常具核心和同心纹。此外，豆状结构在石灰岩、白云岩、硅质岩、铁质岩、磷质岩、铝质岩中亦常见。

【生物粘土结构】 bioclayey rexture 一种含化石的粘土岩结构。是判断粘土岩沉积环境的重要依据。

【斑状粘土结构】 spotted rexture 一种在粘土岩的细小粘土基质中，含有粗大的粘土矿物晶体的结构。粗大晶体多半是重结晶作用生成的，高岭石粘土岩常具这种结构。

【鳞片构造】 scaly structure 粘土岩的一种显微构造。其特征是粘土矿物的细小鳞片杂片杂乱分布，同时还含有较多的碎屑物质。

【毡状构造】 carpetform structure 粘土岩的一种显微构造。由细长纤维状粘土矿物错综交织而成。

【格子状构造】 lattice structure 粘土岩的一种显微构造。常见于埃洛石粘土中。其特征是细小的粘土颗粒沿两个几乎相互垂直的方向定向排列，因此在正交偏光下呈现格子状消光现象。

【粘土】 clay 指主要由直径 <0.0039（重结晶后 <0.01）毫米的粘土矿物所组成的土状沉积物。它与水拌合后具有粘性，干燥后能保持原来的形状，焙烧后具有岩石般的坚硬性。某些粘土还具有高耐火度，强塑性，及良好的吸水性，膨胀性和吸附性。除粘土矿物外，粘土中也含石英、长石、云母等碎屑矿物及菱铁矿、石膏等自生非粘土矿物。粘土按可塑性可分为软质粘土（可塑性粘土），半软质粘土和硬质粘土；按耐火度可分为耐火粘土（耐火度在 1580℃ 以上），易熔粘土（耐火度小于 1350℃）和难熔粘土（耐火度 1350—1580℃）；按成因可分为残余粘土（原生粘土）和次生粘土。按矿物成分可分为高岭石粘土，蒙脱石粘土，水云母粘土等。按用途和某些特征可分为耐火粘土、陶瓷粘土、砖瓦粘土、膨润土、活性粘土及漂白土等。粘土是外生沉积作用或铝硅酸盐类岩石长期风化而成，有些是低温热液对围岩蚀变的产物。它是陶瓷、水泥耐火材料、化工等方面的重要原料。

【高岭石粘土】 kaolinclay 又称高岭土，俗称“瓷土”。一种以高岭石为主要成分的粘土。以首先发现于我国江西景德镇附近的“高岭”地方而得名，常含多量的埃洛石，少量蒙脱石，水云母、水铝英石以及石英、云母、黄铁矿、碳酸盐，有机质等。呈白、黄、灰玫瑰等色。致密状、角砾状或土块状。具有强的可塑性和粘结力，高的耐火度和烧结度，良好的绝缘性和化学稳定性。是在湿热气候条件下由铝硅酸盐类矿物（主要是长石）经长期风化而成，也可由热液蚀变或表生沉积作用形成。它是陶瓷工业的重要原料，也作为塑料制品、造纸、橡胶等工业的重要填料。

【蒙脱石粘土】 montmorillonite clay 一种主要由蒙脱石族矿物组成的粘土，亦可含有水云母、沸石、石英、长石、方解石、石膏、重晶石、有机质等。是凝灰岩或玻璃质火山岩在地下水或海水作用下的分解产物，在中性或碱性的环境下（pH = 7 - 8.5）堆积在原地或被搬运沉积在湖泊、海洋中而成。质纯的蒙脱石粘土按其工艺性能及用途又分为膨润土（又称斑脱岩）和漂白土二种。

【膨润土】 bentonite 又名“斑脱岩”、“膨土岩”。一种以蒙脱石为主要成分的粘土。含少量长石、石英、贝得石、方解石及火山玻璃。白色、含杂质时呈淡绿、灰白、粉红等色。具有强烈吸水性，吸水后，体积膨胀 10—30 倍。在水溶液中呈悬浮和胶凝状。还具有很强的阳离子交换的特性，以及良好的粘结力和耐火性。按化学成分可分为钠基膨润土和钙基膨润土；按物理性质可分为软质膨润土和硬质膨润土。膨润土可作为机械铸模的粘结剂、钻探用的优质泥浆原料、陶瓷原料、石墨坩埚的调节剂以及农药等。近来膨润土还用来代替淀粉应用于纺织工业做纱浆。

【漂白土】 fuller's clay 一种胶质粘土。成分与膨润土相似，但含钙较多，含钠较少，吸水性和膨胀性较差。具有很强的吸附能力，能吸收大量色素、粘液、胶状物及其他杂质，故在精炼石油产品及精制各种矿物油和植物油时，作为脱色或漂白剂。工业上利用的漂白土有二种：一种是活性白土，即用酸处理（活化作用）后才具有强的漂白性能；另一种是天然漂白土（又叫酸性白土），即天然产出的漂白土，本身就具有漂白性，但漂白性能比活性白土差得多。

【活性白土】 activiated clay 见“漂白土”。

【酸性白土】 acid clay 见“漂白土”。

【耐火粘土】 fire clay 一种耐火度 >1580℃的粘土，由高岭石或水云母高岭石类矿物组成。Al_2O_3 含量高（一般 >30%），Fe_2O_3、CaO、MgO、K_2O、Na_2O 的含量低。它可用作制造冶炼炉炉壁，炉衬用的耐火砖，堵口水泥以及坩埚掺合料。评价耐火粘土时，除考虑成分和耐火性外，还应要求有可塑性和烧结性。

【陶瓷粘土】 ceramic clay 适用于作陶瓷原料用的粘土总称。主要由高岭土组成。其特点是一般具有高的粘结力和可塑性，良好的燃结性能，在 1360℃时能烧成白色的坯，烧结温度和耐火度间隔大，焙烧后无疤痕和斑点，以及化学成分上 FeO、Fe_2O_3、TiO_2 等有害杂质含量甚微。它是制造各种工业技术陶瓷、建筑卫生陶瓷和日用陶瓷的主要原料。

【陶土】 syderolife 一种陶瓷原料。矿物成分复杂，主要由水云母、高岭石、蒙脱石、石英及长石所组成的粉砂 - 砂质粘土。化学成分与一般粘土相似。与高岭土、膨润土相比，Al_2O_3 含量较低，SiO_2、Fe_2O_3 含量较高。常呈浅灰色、黄色、紫色。其吸水性、吸附性、加水后可塑性中等，干燥和烧结性能较好，可供制造陶器。

【水云母粘土】 hydromica clay 一种以水云母成分为主的粘土。除水云母外，还经常含有其他粘土矿物和碎屑物质。常具粉砂泥质结构。水云母粘土大多是再沉积的，原地风化残积的很少见。它在各种环境中（大陆或海洋，温暖或寒冷，酸性或碱性介质）均可沉积。由于水云母粘土成分不纯，常含较多杂质，故在工业上用途不大，一般供作粗陶瓷制品的原料。

【泥岩】 mudstone 一种成分较复杂，层节理不明显的块状粘土岩。是弱固结的粘土经压固作用、脱水作用，微弱的重结晶作用形成。红层有少量泥岩分布。暗色泥岩，如黑色泥岩常含有机质，是良好的生油岩系。

【页岩】 shale 一种成分较复杂具簿页状或簿片状层节理的粘土岩。是弱固结的粘土径较强的压固作用、脱水作用、重结晶作用后形成。用锤打击时，很容易分裂成簿片。颜色多种，有绿、黄、红等色。它的成分除粘土矿物外，尚混入有石英、长石等碎屑矿物及其他化学物质。

【钙质页岩】 calcareous shale 一种富含 $CaCO_3$ 的页岩，滴稀盐酸起泡，但岩石 $CaCO_3$ 的含量不超过 25%，若超过 25% 即成为泥灰岩。常见于陆相红色地层及海相钙泥质岩系中。

【铁质页岩】 ferruginous shale 一种含少量铁的氧化物，氢氧化物，碳酸盐（菱铁矿）及铁的硅酸盐（鲕绿泥石、鳞绿泥石）的页岩。常呈红色或灰绿色。产于红层、煤系地层及海相砂泥质岩系中。

【硅质页岩】 siliceous shale 一种富含游离 SiO_2 的页岩。若岩石中游离 SiO_2 含量增高，即向生物化学成因的硅质岩过渡。它比普通页岩硬度大，常与铁质岩、锰质岩、磷质岩及燧石等共生。成因有生物的、火山的及化学的。

【黑色页岩】 black shale 一种富含有机质及分散状黄铁矿的页岩。外貌与碳质页岩相似，但不污手。厚度大时，可成为良好的生油岩系，它是一种循环极差的停滞水环境（如深湖、深海、淡化泻湖等）的沉积产物。

【碳质页岩】 carbonaceous shale 一种含大量分散的碳化有机质的页岩。能污手，但含灰分高，故不易燃烧。常形成于湖泊–沼泽环境，与煤层共生。

【油页岩】 oil shale 一种棕色至黑色纹层状页岩。含液态及气态的碳氢化合物，含油率一般为 4—20%，最高可达 30% 质轻，具油腻感，用指甲刻划时，划痕呈暗褐色；用小刀沿层面切削时，常呈刨花状簿片；用火柴燃点时冒烟，具油味。据以上特征可区别于碳质页岩。油页岩主要是低等生物遗体及粘土物质在闭塞海湾或湖泊环境中共同埋藏后，在还原条件下转化形成。

【泥板岩】 argillite 一种成分复杂，已固结硬化的粘土岩。是粘土在较强的后生作用下，通过压固，重结晶作用形成。其中重结晶的粘土矿物 $<50\%$，新生矿物的粒度 <0.05 毫米。元明显的纹层，也没有层状劈理。它与板岩的区别是后者有明显的层状劈理，重结晶的粘土矿物 $>50\%$，具有层纹构造及层节理的泥板岩可称为页板岩。

【页板岩】 见“泥板岩”。

【化学岩】 chemical sedimentary rock 也叫“化学沉积岩”。是岩石风化产物中的溶解物质（胶体溶液的和真溶液的）通过化学作用方式沉积而成。如铝质岩、铁质岩、锰质岩、某些硅质岩、磷质岩、碳酸盐岩、以及岩盐等。化学岩大多是在海湖盆地中生成，少数也可以在陆地地下水的作用下形成。成分常较为单一，具有结晶结构，隐晶质结构、鲕状结构、豆状结构。这类岩石往往本身就是一些有重要意义的沉积矿床，如岩

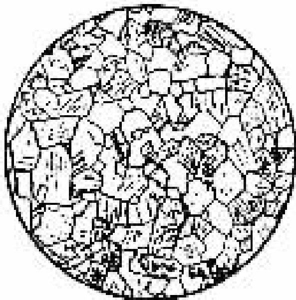
盐矿、钾盐矿、石膏矿、芒硝矿、石灰石矿、白云石矿、铁矿、锰矿、铝土矿等。

【生物化学岩】 biochemical sedimentaryrock 也叫“生物化学沉积岩”。是岩石风化产物中的溶解物质（胶体溶液的和真溶液的）通过生物化学作用或生物生理活动使某种物质聚集而成的岩石。自然界中常见的生物化学岩有硅藻土、介壳石灰岩、礁石灰岩、磷块岩等。这类岩石往往具有生物或生物碎屑结构。有关的矿产有磷矿、铁矿、硅藻土矿等。

【结晶粒状结构】 crystalline granular texture 化学岩和生物化学岩结构类型之一。岩石全部由结晶颗粒组成。按晶粒大小，分为粗粒结构、细粒结构和隐晶结构。划分的标准如下：

结构名称	颗粒大小	分辨标志
粗粒结构	>2 毫米	肉眼能见晶体
中粒结构	2—0.5 毫米	肉眼能见颗粒
细粒结构	0.5—0.01 毫米	显微镜下能见颗粒
隐晶质结构	<0.01 毫米	显微镜下也无法辨别矿物颗粒

【镶嵌结构】 mosaic texture 结晶粒状结构的一种类型。在显微镜下观察，由自形或半自形晶粒组成，晶粒彼此镶嵌呈直线状接触，大部分白云岩具这种结构。


镶嵌结构

【栉壳结构】 亦称“晶簇状结构”。由聚生在碎屑颗粒表面或岩石空隙壁上的栉壳状晶体构成。常见于石灰岩，白云岩及砂岩的胶结物中。

【花岗状结构】 granitoidal texture 结晶粒状结构的一种类型。在显微镜下观察，由他形晶体组成。常见于石灰岩中。


花岗状结构

【瘾状结构】 oolitic texture 瘺粒一般为球形或椭球形颗粒，直径 0.20—2 毫米，外形象鱼卵，故名瘺石。瘺粒有核心可以是各种矿物碎屑、生物碎片或球粒等，围绕核心具同心纹或放射状构造的包壳，此种结构常见于石灰岩、白云岩、硅质岩、铁质岩、磷质岩、铝质岩。

【生物结构】 biogenetic texture 生物化学岩的一种结构。具此种结构的岩石，其内部所含的生物骨骼需达 30% 以上。常见于石灰岩、硅质岩和磷质岩中。

【铝铁质岩】 allite 一种富含铝、铁质矿物的化学或生物化学沉积岩。主要矿物成分有一水硬铝石、一水软铝石、赤铁矿等，混入物有高岭石、方解石、绿泥石、云母、石英和有机物质等。铝铁质岩可以分两种：（1）红土和红粘土（红色土）；（2）铝土岩。

【铁质岩】 ferruginous rock 一种富含铁矿物的化学或生物化学沉积岩。主要矿物成分有赤铁矿、针铁矿、菱铁矿、富铁绿泥石等。常混入粘土、砂质、硅质等杂质。结构有瘤状、豆状、肾状、块状和结核状等。按矿物成分，可分为氧化铁铁质岩（主要成分为赤铁矿或褐铁矿）、碧玉铁质岩、菱铁矿铁质岩、瘤绿泥石铁质岩等。铁质岩是在陆地表面或浅海中形成。元古界铁质岩的形成与火山作用有关，较新时代铁质岩常产于海侵岩系的底部，均可形成有价值的铁矿床。

【锰质岩】 manganese rock 一种富含锰矿物的沉积岩。主要矿物成分有：硬锰矿、软锰矿、水锰矿、菱锰矿、褐锰矿等，混入物有二氧化硅、氧化铁、粘土及少量砂质。一般呈黑色、暗褐色。有的很软，呈土状，能污手。也有的很硬，呈瘤状，肾状。菱锰矿呈淡灰色、粉红色，显微粒状。往往呈层状，透镜状或结核状产出。锰质岩是在海洋及湖泊盆地中沉积形成，在风化壳中也有次生锰质岩形成。

【硅质岩】 siliceous rock 一种以二氧化硅为主要化学成分的岩石。二氧化硅是通过化学或生物化学沉积作用或某些火山作用生成。主要矿物成分是蛋白石，玉髓及自生石英。混入有碳酸盐、氧化铁、海绿石、粘土矿物等，具隐晶质，和非晶质的致密块状结构或生物结构。常呈簿层状及结核状构造。主要岩石类型有硅藻土、硅华、蛋白土、碧石岩、燧石等。

【磷质岩】 phosphatic rock 又称“磷块岩”。一种富含磷酸盐矿物的沉积岩。主要矿物成分为氟氯磷灰石、细晶磷灰石、胶磷矿。混入物有砂、粉砂、粘土、方解石、石英和海绿石等。质量高的磷质岩含磷酸盐矿物在 90% 以上，P_2O_5 含量为 30—40%。目前通常把含 $P_2O_5 > 5—8$ 的沉积岩叫磷质岩。磷质岩的结构变化很大，有砂状结构、泥状结构等，构造类型有结核状、板状两种。磷质岩大多是海洋中生物化学作用沉积而成。

【磷块岩】 phosphorite 即“磷质岩”。

【碳酸盐岩】 carbonate rock 一种碳酸盐类矿物含量过 50% 的沉积岩。主要矿物成分是方解石、白云石、铁白云石；混入的成分有石英、云母、长石及各种重矿物和粘土。自生矿物有二氧化硅矿物、氧化铁矿物、黄铁矿、海绿石、石膏等。常见的结构类型有结晶粒状结构、瘤状结构、豆状结构、生物结构、碎屑结构等。常含有各种成分的结核，叠锥和缝合线等构造颇为发育。它是在海、湖盆地中沉积形成。按成分、可分为

石灰岩、白云岩、泥灰岩等。按结构－成因可将碳酸盐岩分为五大类：①亮晶异常化学岩、②泥晶异常化学岩、③泥晶岩（正常化学岩）、④原地礁灰岩、⑤交代白云岩。碳酸盐岩是水泥、石灰、化工、冶炼钢铁和建筑工业的重要原料。

【盐岩】　saline rock　一种以钾、钠、钙、镁的卤化物及硫酸盐矿物为主要组份的纯化学成因沉积岩。常见矿物成分有石膏、硬石膏、石盐、钾盐、光卤石等。混入物有粘土、碎屑物和其它化学沉积物（如白云石、方解石、氧化铁凝胶）及伴生元素溴、碘等。按成分，可分为岩盐、石膏、硬石膏、钾镁质岩等。形成于干燥气候带的湖泊和泻湖中。

【可燃性有机岩】　caustobioliths　具可燃性，是重要的燃料。按成分可分为二类：碳质的（煤、油页岩、泥炭等）和沥青质的（石油、天然气、地蜡、地沥青等）；后者主要化学成分是碳及碳氢化合物；形成多种多样，有固体、液体及气体。

【红土】　laterite　是玄武岩等富含铝铁质的岩石，在润湿的热带气候条件下，经强热的化学分解而残留于原地的产物。主要成分为三水铝石、高岭石，并含氧化铁，因而显红色。新鲜的甚软，可用刀切开，但在空气中很快地变硬。可用作建筑材料，故也叫“砖红土”。

【红粘土】　red clay　又称“红色土”。一种产于石灰岩风化壳中的红色粘土质和铁质生成物。形成于炎热和润湿交替的气候条件下含有大量的氧化硅、氢氧化铁和氧化铝。我国广西、云南等省广泛分布。

【铝土岩】　bauxitic rock 又称“铝矾土”。一种富含铝质矿物的化学或生物化学沉积岩。岩石中 Al_2O_3：$SiO_2>1$，主要矿物成分为一水硬铝石、一水软铝石、三水铝矿。外貌与粘土岩相似，但岩性致密，硬度、比重较大，没有可塑性。常具瘤状、豆状结构、块状构造。成因不一，主要是由铝硅酸盐类矿物受强热化学风化，带出溶解的氧化铝、搬运到海湖盆地中沉积而成。

【硅藻土】　diatomite　一种白色或浅黄色粉状硅质岩石。由硅藻遗体组成，硅藻含量可达 70—90%。当硅藻遗体被破坏，岩石成板状者，称为“板状硅藻土”。硅藻土主要矿物成分为蛋白石，常有碳酸盐或粘土物质混入，呈黄色，或浅黄色，质轻而软，易研成粉末。多孔状，孔隙度达 90% 左右。吸附能力很强，是良好的吸附剂。可作炼油、制糖的吸附剂和净化剂、又是隔音、隔热的优良材料。在化学工业上，常用作摧化剂的载体。硅藻土是较新地质代的沉积，多产于第四纪和第三纪的沉积岩地层中。

【板状硅藻土】　见“硅藻土”。

【燧石】 chert 俗称“火石”又称燧石岩。一种致密，坚硬的硅质沉积岩。主要矿物成份为玉髓和微粒石英，有时有蛋白石，颜色暗淡无光彩，常为浅灰至褐黑等色。燧石与碧玉岩的重要区别之点，是产状为不稳定的块体或夹层，而不成为厚的稳定的独立岩层。呈结核状或透镜状的燧石称为燧石结核，呈条带状称为燧石条带。燧石非常坚硬，断面呈贝壳状。主要产于石灰岩中，多为成岩交代成因的。

【碧玉岩】 jasper rock 一种致密坚硬的硅质岩石。主要由细粒石英、玉髓及氧化铁混入物所组成。常呈红色、棕色、绿色、玫瑰色等，具贝壳状断口。主要为火山沉积成因，故常与火山岩、火山碎屑岩伴生。我国华东、华北及东北地区的中生代火山沉积岩系中均有碧玉岩产出，美丽坚硬的碧玉，可作各种工艺品。

【蒸发岩】 evaporite 一种化学沉积岩。广泛分布在盐湖及咸化泻湖沉积中。系在干燥气候条件下，由于盐湖水分强烈蒸发，卤水浓度增大、致使盐类结晶析出而成。按成分可分为石膏，硬石膏、石盐、钾盐、芒硝等。参见“盐岩”。

【卤化物沉积】 haloidal sediments 一种盐类沉积物。主要产于干燥区，是由封闭，半封闭的水盆地（盐湖、泻湖）内湖水蒸发浓缩沉淀而成。常见的矿物成分是石盐、钾盐、光卤石等，都是重要的化工原料。

【混积岩】 指由多种成因的组分（碎屑、粘土、生物化学组分）组成的岩石。其中每一种组分的含量均不超过50%由砂、粉砂、粘土构成的混积岩称为垆坶土；由粘土和碳酸盐物质组成的混积岩称为泥灰岩。

【附生岩】 指沉积岩的基本类型中含有重要混入物的岩石。这些混入物不能组成独立的沉积岩体，但具有重要的经济价值，可以作为矿产开采。例如含铜砂岩、铜矿物即附生在砂岩中。常见的附生岩还有海绿石岩、含沸石岩、沥青质岩、硫质岩等。

【碳酸盐沉积物】 carbonate sediments 一种形成于海洋或湖泊底部的粒状泥状碳酸盐矿物及其集合体组成，它可以通过生物作用形成，也可以从过饱和碳酸盐的水体中直接沉淀而成。

【高镁方解石】 high - magnesian calcite 含 $MgCO_3 > 4\%$ 的方解石。镁离子以置换钙离子的方式参加到方解石晶格中，常构成某些生物的骨骼、如棘皮动物、珊瑚藻等，或产于现代温暖浅海的碳酸盐沉积物中。它是一种不稳定的碳酸盐矿物，在成岩作用过程中即发生分解，逸出 Mg，而变成方解石，故在石灰岩中是不存在的。

【低镁方解石】 law - magnesian calcite 含 $MgCO_3 < 4\%$ 的方解石，即普通方解石。它比较稳定，是组成石灰岩的主要矿物。低镁方解石在现代深海碳酸盐沉积物中占多数、而在浅海碳酸盐沉积物中只占少数。

【原白云石】 protodolomite 又称“钙白云石”。是一种不稳定的无序白云石，即未构成 $Mg - CO_2 - Ca$ 离子层的有序排列，在其化学组成上，钙、镁含量在 $Ca_{60}Mg_{40}$—$Ca_{50}Mg_{50}$（有序白云石）之间。原白云石中有过剩的钙存在，结晶的单位晶胞比有序白云石（Ca∶ Mg = 1∶ 1）要大些。在盐湖、泻湖和蒸发潮坪的碳酸盐沉积物中，最初形成的原白云石，经过成岩变化，Ca 离子继续被 Mg 离子置换而转变成有序白云石。

【异化颗粒】 allochem 全称为“异常化学颗粒”，简称“异化粒”，亦称“粒屑”。碳酸盐岩的主要结构组分之一。指在沉积盆地中形成的一种非正常化学沉淀的碳酸盐颗粒。这些颗粒即可以是机械破碎作用形成的，也可以是生物作用形成的，还可以是化学凝聚作用形成的。它们的直径下限是 0.03 或 0.05 毫米。异化颗粒包括：a）内碎屑；b）球粒；团粒；c）包粒（包括瘤粒、豆粒、生物色壳颗粒）；d）骨粒或骨屑；e）核形石及凝块石。

【粒屑】 grained clast 即“异化颗粒”。

【陆源碎屑颗粒】 terrigenous clasfic grain 亦称“陆屑”“盆外颗粒”。指来自盆地以外的各种碎屑物质，主要由母岩破碎的产物组成，按粒度可分为砾、砂、粉砂、泥等级别。

【内碎屑】 intraclast 亦称“盆地碎屑”、“同生碎屑”。碳酸盐岩中异化颗粒类型之一。是沉积于水盆地底部的未完全固结或已固结的碳酸盐沉积物，经水流或波浪的作用被冲碎搬运、磨蚀和再沉积而成的碎屑。常具塑性变形或磨蚀的边缘，颗粒边界常切割粒内的化石、内碎屑、瘤粒或球粒。它可以具有复杂的内部结构，也可以是单一的微晶泥晶结构。圆度可以很好也可呈次圆状或次棱角状。竹叶状灰岩中的“碎屑”就是比较典型的内碎屑。内碎屑按其直径大小可划分如下几个粒级：>2 毫米砾屑；2—0.5 毫米粗砂屑；0.5—0.25 毫米中砂屑；0.25—0.1 毫米细砂屑；0.1—0.03 毫米粗粉屑；0.03—0.005 毫米细粉屑。

【球粒】 pellet 亦称“团粒”、球状粒。碳酸盐岩中异化颗粒类型之一。通常由泥晶方解石的集合体组成，不具内部构造。其形状为圆滑的球形到椭球形或卵形。球粒大小较均匀，粒径在 0.03—0.20 毫米之间，常见为 0.04—0.1 毫米。球粒成因不一，可以由化学或生物化学沉淀的极细的泥晶文石凝聚而成，以后转变为方解石；也可以是无脊椎动物的粪粒（常含有机质）；或者由藻类粘结灰泥而成的藻球粒（常有藻类的遗迹）；也有的是内碎屑经过磨蚀形成的球状颗粒，一般具有粒度分选及小型交错层等水流活动的沉积特征。

【团块】 lump 又称“葡萄石”、“巴哈马石”。碳酸盐岩中异化颗粒类型之一。它是一种具有不规则外形和不具内部结构的颗粒，其大小可从砾石级到粉砂级。有时其形状象葡萄状，故叫“葡萄石”。在现代巴哈马滩盛产一种球粒被粘结的团块，因此将这种团块叫做“巴哈马石”。团块多由藻类粘结而成的，由于藻类繁殖于温暖浅水透光环境，故团块大量出现在海滩岩中。

【包粒】 coafed grain 即“包壳颗粒”。碳酸盐岩中异化颗粒类型之一。外形呈球状或椭球状，内部有核心，围绕核心具同心纹状或放射状构造的包壳，也可以是生物包壳（如有孔虫）。包粒包括如下三种颗粒：瘤粒、豆粒、生物包壳颗粒。

【癮粒】　　又称“鲕石”、“鱼卵石”等。包粒类型之一。直径 <2 毫米。根据鲕粒的内部构造及其遭受变形、重结晶和溶蚀后的特征，可分为：正常鲕、薄皮鲕、复鲕、偏心鲕、变晶鲕、负鲕等。包壳的厚度大于核心半径的叫正常鲕，小于核心半径的叫薄皮鲕或表鲕；包壳内包含二颗或二颗以上鲕粒叫复鲕；包壳偏在核心的一侧呈半包卷状态，核心的一部分露在外面，叫做偏心鲕或静水鲕；鲕粒变形后，包壳破裂、拉伸，常呈蝌蚪状叫变形鲕；鲕粒重结晶后呈单晶或多晶的球形颗粒，叫变晶鲕；鲕粒核心被溶蚀成空心，叫负鲕。


变形鲕

【豆粒】　pisolite　包粒类型之一。指由核心和同心纹或放射状包壳组成的球状椭球状碳酸盐颗粒。直径 >2 毫米。

【生物包壳颗粒】　包粒类型之一。核心是骨屑、碎屑或球粒，围绕核心为藻类或有孔虫包壳，由蓝绿藻类包壳形成的球形、椭球形颗粒叫藻鲕及藻豆。藻鲕的包壳具圆滑的同心纹或放射状，但明显的特征是：包壳的厚度不完全一致，常具朋暗交替的同心纹层，且暗层较薄，放射状构造常呈明暗相间的放射线藻鲕常包含藻丝体或藻类生长活动的遗迹。

【藻癮】　即“生物包壳颗粒”。

【骨粒】　骨粒又称“骨骼颗粒”、“生物颗粒”、“化石颗粒”等。是碳酸盐岩中异化颗粒类型之一。由生物分泌的硬体残骸组成。完整的生物壳体叫骨粒，破碎的壳体叫骨屑。

【骨屑】　见“骨粒”。

【凝块石】　碳酸盐岩中异化颗粒类型之一。一种不具同心纹构造，形状大小各异的泥晶碳酸盐凝块和团块，颗粒边缘不显破碎和磨蚀的痕迹。按其外形可分为文象状、蠕虫状、球粒状及砂砾状等。凝块石通常是蓝绿藻类生物在生命活动过程中，沉淀并粘结灰泥而成，故其内部可以保存藻类丝状体的痕迹。常出现在藻鲕灰岩、砂砾状生物灰岩、泥晶灰岩、粉屑灰岩之中，在潮间带和潮下极浅水安静至搅动环境形成。

【生物骨架】　又称“生物格架”。生物礁灰岩特有的一种结构组分。是由原地生长的造礁群体生物分泌出的坚硬碳酸盐骨骼组成。常见的造礁生物是珊瑚、苔藓虫、海绵、层孔虫、厚壳蛤、藻类等。

【正常癮】　又称“高能鲕”，“见鲕粒”。

【薄皮癮】　参见“鲕粒”。

【表癮】　superticil 参见“鲕粒”。

【复癮】　参见“鲕粒”。

【偏心癮】　又称“静水鲕”，参见“鲕粒”。

【负癮】　又称“内鲕”或“空心鲕”。参见鲕“鲕粒”。

【假癮】　pseudo　一种无内部构造、由泥晶方解石组成的球状或椭球状颗粒。因其外形与鲕粒相似，故称假鲕。但是严格按成因划分，属化学凝聚的叫球粒，属内碎屑

被机械磨圆的叫假球粒，或磨圆的砂屑，前者一般小于0.2毫米，后者一般大于0.2毫米。

【藻灰结核】 onkaids 也称“藻团块”、“藻类增长颗粒”。一种与藻类活动有关的碳酸盐颗粒，常具有不规则的球状外形，内部具核心，核心是骨屑或其它异化颗粒，围绕核心是不甚规则的同心纹状包壳。藻灰结核是由蓝绿藻类的丝状体及被丝状体粘结的灰泥组成。多形或于潮下极浅水动荡环境中。

【变形瘸】 见“瘸粒”。

【变晶瘸】 又称“变瘸粒”。参见“瘸粒”。

【灰泥】 lime mud 又称“灰泥基质”。碳酸盐岩的结构组分之一。是一种由泥状碳酸钙细屑或晶体组成的沉积物。在现代沉积物中，灰泥多数是化学或生物化学沉淀的针状文石，晶体长度平均为0.001—0.004毫米，部分是生物骨骼（特别是钙藻）或其它碳酸盐颗粒经过机械破碎磨蚀或生物腐蚀而成的细屑。其成分为高镁方解石或低镁方解石或文石，主要取决于骨骼或颗粒的矿物组分；还有的灰泥是直接由浮游生物个体组成的，如深海抱球虫灰泥，放射虫灰泥及颗石藻灰泥等。灰泥质点大多小于0.05毫米，经过成岩固结后，形成灰泥岩或泥晶灰岩，微晶灰岩。

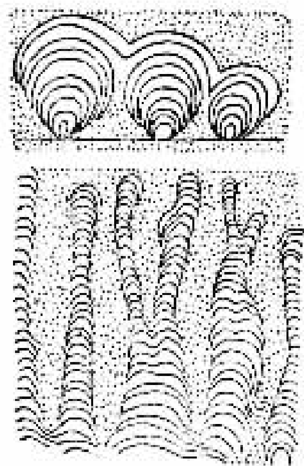
【泥晶】 micrite 即“灰泥”。但也有人把化学沉淀及生物作用生成的灰泥称为“泥晶”，而把机械破碎作用生成的灰泥称作“泥屑”。

【泥屑】 见“泥晶”。

【亮晶】 sparry 全称“亮晶方解石”，又称“淀晶”。碳酸盐岩结构组分之一。是直径为0.01毫米（10微米）或更大的方解石晶粒，只作为异化颗粒的胶结物出现于碳酸盐岩中。是异化颗粒下沉到水盆地底部以后，由碳酸钙达过饱和的粒间水沉淀结晶而成，故不单独组成岩石。在薄片和手标本中亮晶都比较干净、透明、常充填于粒间孔隙之中，不破坏颗粒边界，并常围绕颗粒呈两个或三个世代结构。早期世代晶粒较细，由纤柱状或马牙状晶体组成栉壳边；而晚期世代晶粒较粗，晶面较平直，常呈粒状镶嵌结构，充填于孔隙中心。亮晶粒径大小决定于孔隙空间大小和结晶速度。

【假亮晶】 pseudo－spar 亦称“重结晶方解石”。是由泥晶方解石重结晶而成。在岩石中，这种晶体大小不一，分布不均，不具世代结构；常有泥晶方解石包裹体，并常破坏颗粒边界，或与颗粒内的晶体呈衔接生长，形成次生交代边，晶体自形程度差，常呈他形粒状镶嵌结构，按晶粒大小可分以下几类：>2毫米巨晶；2—0.5毫米粗晶；0.5—0.25毫米中晶；0.25—0.1细晶；0.1—0.03粉晶（或极细晶）；0.03—0.005微晶；<0.005泥晶。

【迭层构造】 stromatolithic structure 碳酸盐岩中特有构造。由蓝绿藻丝状体分泌的粘液将碳酸盐碎屑物质粘结、变硬而成。它的基本层是由较厚（1毫米）的富屑纹与较薄（0.1毫米）的富藻纹层交替组成。由于藻类生长，产生向上凸起的纹理，形成穹状、掌状或柱状；也有近于水平的微波状和席状。迭层石构造指示潮间坪环境。



迭层构造

【鸟眼构造】 birds-eye structure 亦称“窗孔构造”。是碳酸盐岩中的一种微小的空洞构造，空洞的形状象鸟眼，故名。鸟眼孔一般高 1—3 毫米，宽几个毫米，孔内常充填亮晶方解石或石膏，成群或单个出现。关于鸟眼构造的成因有种种说法：a）碳酸盐沉积物曾一度露出水面，由于干裂而成；b）碳酸盐沉积物中的生物遗体等有机质腐烂而成；c）碳酸盐沉积物成岩时干涸收缩形成等。鸟眼构造只形成于潮上或潮间沉积环境中，所以是特定的沉积相标志。

【能量指数】 energy index 指用来判断碳酸盐岩形成环境的定量指数。能量是指沉积介质的动能它决定于波浪，水流作用强度。反映到碳酸盐岩结构上是异化颗粒的数量与灰泥数量之比，即比值（R）$=\frac{\text{颗粒（G）}\%}{\text{灰泥（M）}\%}$简称 GMR 指数，一般可直接用颗粒含量来表示。例如，根据异化颗粒的数量可划分出五个能量级别：颗粒含量 >90% 为强烈动荡水环境；颗粒含量 75—90% 为中等动荡水环境；颗粒含量 50—75% 为弱动荡水环境；颗粒含量 25—50% 为间歇动荡水环境；颗粒含量 10—25% 为静水环境；但能量分级不能单凭颗粒含量，还要考虑颗粒的类型、大小、分选性、磨圆度和化石的种类基质数量等。能量指数的划分对恢复碳酸盐岩形成时的水动能环境，划分出高能量区的碳酸盐储集岩有一定实用意义。

【石灰岩】 limestone 一种以方解石为主要组分的碳酸盐岩，常混入有粘土、粉砂等杂质。呈灰或灰白色，性脆，硬度不大，小刀能刻动，滴稀盐酸会剧烈起泡。按成因可分为粒屑灰岩、生物岩、化学灰岩等。由于石灰岩易溶蚀，所以在石灰岩发育地区，常形成石林，溶洞等优美风景区。它是烧制石灰、水泥的主要原料，冶炼钢铁的熔剂，制化肥、电石的原料，也广泛用于制糖、陶瓷、制碱、玻璃、印刷工业中。

【异化粒灰岩】 allochemical limestone 亦称“粒屑灰岩”。一种以异化粒为主要组分的石灰岩。按异化粒的种类不同，可分为内碎屑灰岩，骨粒灰岩、球粒灰岩、团块灰岩、瘤粒灰岩等。按异化粒之间的填隙物成分又可分为亮晶异化粒灰岩和泥晶异化粒灰岩。

【粒屑灰岩】 即“异化粒灰岩”。

【内碎屑灰岩】 intraclast limestone 一种以内碎屑为主要组分的异化粒灰岩。按内碎屑的形状和大小可分为砾屑灰岩（及角砾状灰岩）、砂屑灰岩、粉屑灰岩等。它是水盆地中已固结的或弱固结的碳酸盐沉积物，遭受波浪、水流冲刷、破碎、磨蚀后，再次沉积而成的具有碎屑结构的石灰岩。竹叶状石灰岩便是一种其型的砾屑灰岩。

【竹叶状灰岩】 wormkalk 一种典型的碎屑砾屑灰岩。通常呈薄层状产出。平面观之由圆形，椭圆形扁平砾石组成，平行层面排列；在垂直切面上，砾石的形状似“竹叶”故名“竹叶状灰岩”。边缘常见一层黄或紫红色的氧化铁质圈。砾石大小不等，一般长几厘米至十几厘米，成分单一，多为泥晶方解石。胶结物为微晶方解石，细晶方解石，局部有白云石化现象。它形成于潮汐波浪活动频繁的海滩地区。我国华北寒武系，奥陶系地层中有广泛分布。

【骨粒灰岩】 skeletal limestone 一种以生物贝壳或生物碎屑为主要组份的异化粒灰岩。按贝壳之间的填隙物成分可化为亮晶骨粒灰岩和泥晶骨粒灰岩。按生物贝壳的完整程度可分为骨粒灰岩及骨屑灰岩。按粒度可分为砾状骨粒灰岩、砂状骨粒灰岩、粉砂状骨粒灰岩等。

【骨屑灰岩】 见“骨粒灰岩”。

【贝壳灰岩】 shel limestone 一种由完整的生物贝壳被泥晶方解石固结而成的石灰岩。按生物种类不同可分为腕足类贝壳灰岩、软体动物贝壳灰岩等。也可直接按生物种类命名，如有孔虫灰岩，纺缍虫灰岩等。本类岩石中的生物，一般具原地死亡原地埋藏的特征。

【生物碎屑灰岩】 bioclastic limestone 又称“生物贝屑灰岩”一种由破碎的生物贝壳被碳酸钙胶结而成的石灰岩。它多形成于水流或波浪作用强烈的地区或生物礁的侧翼。本类岩石中的生物一般具异地埋藏的待征。

【球粒灰岩】 pellet limestone 又称“团粒灰岩”。一种以球粒为主要组分的异化粒灰岩。按球粒之间的填隙物成分可分为泥晶球粒灰岩和亮晶球粒灰岩。泥晶球粒灰岩是藻球粒或粪球粒被泥晶方解石固结或被藻粪粘结而成，产于泻湖或潮上带低能环境。亮晶球粒灰岩是泥晶球粒灰岩经过波浪及潮汐水流改造，灰泥被冲洗走，由亮晶方解石胶结而成；也可以是潮坪上的细屑，经过潮汐水流冲洗、磨蚀、分选沉积而成。

【团块灰岩】 lump limestone 一种以团块为主要组分的异化粒灰岩。按团块之间的填隙物成分可分为亮晶团块灰岩和泥晶团块灰岩。它常形成于海滩地带。

【包粒灰岩】 coated grain limestone 一种以包粒为主要组分的异化粒石灰岩。按包粒之间的填隙物成分可为亮晶包粒灰岩和泥晶包粒灰岩。按包粒的大小可分为粒灰岩（直径 >2 毫米）、瘤粒灰岩（直径 <2 毫米）。此外，还有一种以骨骼或岩石碎屑为核心，藻类或有孔虫作为包壳的灰岩，称为生物包壳灰岩。

【瘾状灰岩】 （又称“瘤粒灰岩”。一种以瘤粒为主要组分的石灰岩。按瘤粒之间的填隙物成分可分为亮晶瘤粒灰岩和泥晶瘤粒灰岩。按瘤粒内部的结构特征，可分为

正常瘤灰岩、薄皮瘤灰岩、假瘤灰岩、变瘤灰岩、负瘤灰岩等。它是兼具化学和机械成因的石灰岩，形成于碳酸钙处于过饱和状态的海、湖波浪活动地带或潮汐通道水流活动地带。波浪和潮汐的作用引起水介质的搅动，每搅动一次，生物碎屑、球粒、内碎屑、陆源碎屑等便处于悬浮状态、同时促使 CO_2 从水体中逸出、过饱和的碳酸钙（文石针）围绕碎屑颗粒沉淀一圈包壳，这样周而复始的搅动，便形成具有一圈圈同心纹包壳的瘤粒。当瘤粒达到一定大小，其重量超过波浪，水流搅动的能量，便堆积在海底，不再被搅动，并为亮晶方解石胶结，形成亮晶瘤粒灰岩，若瘤粒被带到低能环境，则形成泥晶瘤粒灰岩。

【化学石灰岩】 chemical limestone 一种通过化学及生物化学方式沉淀的文石泥转化而成的隐晶结晶石灰岩。致密，具贝状断口，温暖浅水有利于蒸发及藻类行光合作用从海水中释放 CO_2，大量沉淀文石泥。因此它多形成于气候温暖的浅海、湖泊地区。此外，形成于温泉出口处的石灰华也属于化学成因的石灰岩。

【石灰华】 travertine 一种白色多孔的泉华状石灰岩。形态不规则，内部常含小草，苔藓等植物或上述植物腐烂后留下的空隙。它是饱和碳酸钙的泉水到达地表后因压力降低释放出 CO_2，碳酸钙围绕水草或在泉水出口处沉淀而成。

【豹皮灰岩】 一种具黄色、褐红色不规则斑纹的石灰岩。貌似“豹皮”，故名豹皮灰岩。通常基质部分为隐晶质方解石或微晶方解石，斑纹部分含有较多的白云石。它可能是石灰岩在成岩过程中发生白云石化而成，白云石化作用常选择石灰岩中渗透性较好的条带或斑块进行。此种灰岩在我国寒武、奥陶纪地层中较常见。

【礁灰岩】 reef limestone 一种具有原地固着生长状态的生物骨架构成的石灰岩。这些生物具有抗浪本能，因而能造成坚固的抗浪构造，如岗陵状、脊状、不规则状的骨架灰岩体，特称为“礁”。它比周围同时期沉积物要高得多。主要造礁生物有：群体珊瑚、钙藻类、苔藓虫、层孔虫、海绵、牡蛎蛤等。共栖生物有：腕足类、棘皮动物、软体动物等。由于生物礁灰岩多孔，渗透性良好，因此常是石油、天然气储集的有利岩石。此种灰岩在我国西南泥盆纪和二迭纪地层中颇为发育。

【生物滩灰岩】 一种略高出周围海底的异地或原地生物骨壳堆积而成的灰岩。这些生物不具抗浪本能，因而不能形成坚固的抗浪构造，但骨壳常见破碎、磨圆、分选和定向排列，显示波浪水流活动特点。常见的生物滩灰岩如贝屑灰岩、棘屑灰岩、有孔虫纺缍虫灰岩等。

【生物层灰岩】 biostromic limestone 一种由固着生物骨骼构成层灰岩。不具岗状或丘状形态。如贝壳门类单一保存完整如贝壳灰岩层、海百合灰岩层、海藻灰岩层等。

【藻灰岩】 algal limestone 一种由钙藻堆积而成的石灰岩，或者由于藻类生命活动产生的石灰岩。如红藻类的珊瑚藻科及绿藻类的伞藻科、毛藻科。可以分泌钙质或促使水介质沉淀出钙质构成坚硬钙质鞘或钙质骨骼，直接形成岩石。也可以通过藻类的特殊生长方式，例如蓝绿藻的生命活动过程，形成一种具有迭层构造的灰岩。藻灰岩在我国震旦纪地层中较很常见。

【迭层灰岩】 stromatolithie limestone 亦称“迭层石”。一种具迭层构造的石灰岩。迭层在平面上是水平层状或呈波状起伏，更常见的是向上鼓起；在剖面上则呈大小不一的馒头状或相互平行的掌状体，亦可出现球状体。内部则具平行的细纹层。它形成于蓝绿藻的群体中。蓝绿藻丝状体能分泌出胶状粘液，捕获各种漂移的灰泥球粒，形成富屑纹层。然后藻细胞生长，展布在富屑纹层的表面，形成富藻纹层。如此一再重复便形成迭层构造。若构成纹层的成分是白云石则称迭层白云岩。我国震旦纪地层中有大量的迭层石。迭层石常指示潮汐环境。

【白垩】 chalk 一种白色疏松的土状石灰岩，主要化学成分是 $CaCO_3$，矿物成分是生物泥晶方解石，可含少量石英、长石等杂质。有人认为白垩是富含生物方解石软泥（而不是富含文石软泥）的原生堆积物，在成岩过程中不会出现文石转变为方解石的重结晶过程，因此岩石得以保存它的原生孔隙与硬度。在电子显微镜下白垩大部分是由颗石藻组成说明白垩形成于温暖浅海，一般水深 54—90 米。

【泥晶灰岩】 micritic limestone 又称“灰泥岩”、“微晶灰岩”等。石灰岩主要类型之一。本类岩石几乎全由 0.001—0.004 毫米的灰泥（又称泥晶）组成，仅含少量异化粒（$<10\%$）。它在结构上相当于陆源粘土岩。常形成于低能环境，如泻湖、潮上带、浪基面以下的深水区。有些泥晶灰岩处在软泥阶段被生物扰动或遭受滑动变形。形成所谓“扰动泥晶灰岩”。

【结晶灰岩】 crystalline limestone 亦称“晶粒灰岩”。一种主要由方解石晶粒（含量 $>50\%$）组成的石灰岩。它常常是泥晶灰岩或其他类型灰岩通过重结晶形成，按晶粒的大小可以细分为粉晶石灰岩，细晶灰岩粗晶石灰岩等。

【障积灰岩】 属生物丘灰岩沉积物中含茎状、树枝状骨骼化石，并保持生长状态，对灰泥粉屑杂基堆积起障碍作用；杂基数量很多，但一般分选差。如海绵泥晶灰岩，枝状珊瑚泥晶灰岩等。

【生物粘结灰岩】 bounelstone 一种主要由相互粘接的生物组成的石灰岩。板状—纹层状生物为大量灰泥粉屑杂基粘结及包壳，无自身支撑的生物组构。如迭层石灰岩。

【生物骨架灰岩】 即“生物礁灰岩”。

【钙结岩】 callche 一种由于土壤里的水分蒸发、沉淀而成的石灰岩或白云岩。它形成于半干燥气候区。因为蒸发量超过降雨量，土壤里的水分通过毛细管作用上升到地表，经过蒸发浓缩，沉淀出方解石或白云石。常见于山麓冲积扇及崩积层中。

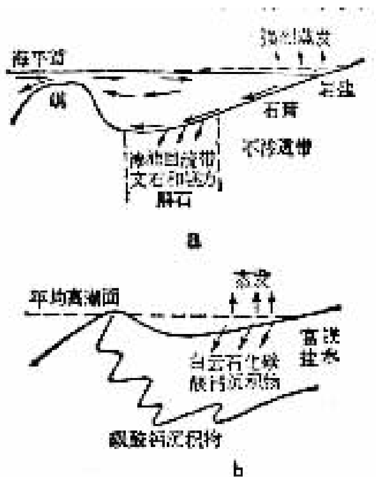
【盐溶角砾岩】 一种产于膏盐系中的碳酸盐岩角砾岩。碳酸盐岩中的石盐、硬石膏、石膏等夹层，由于进入地下潜水带，被淡水溶解，于是碳酸盐岩在上覆岩层的重荷压力下，被压碎崩塌，其角砾呈尖棱角状，杂乱堆积，随后被方解石或白云石充填胶结起来，便形成盐溶角砾岩。此种岩石层位稳定，但不成层。底面较平整，而顶面不整齐。

【颗粒支架】 grain－sapported 碳酸盐岩的一种结构类型。其特点是碳酸盐颗粒或陆源碎屑颗粒互相支撑，形成岩石的支架，很少含有或者不含有灰泥杂基，常具亮晶方解石，白云石或石膏、硬石膏、硅质等各种类型胶结物。颗粒支架形成于高能环境。

【灰泥支架】 mud－supported 碳酸盐岩的一种结构类型。见于含颗粒很少的泥晶灰岩中，颗粒分散在灰泥中，彼此不相接触，故称灰泥支架。常出现于低能环境。

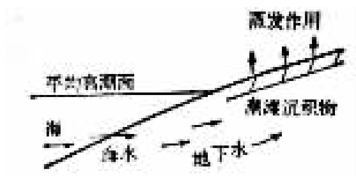
【白云岩】 dolomite 一种以白云石为主要组分的碳酸盐岩。常混入方解石、粘土矿物、石膏等杂质。外貌与石灰岩很相似，滴稀盐酸（5%）极缓慢地微弱发泡或不发泡。白云岩风化面常有白云石粉及纵横交叉的刀砍状溶沟，且较石灰岩坚韧。白云岩按成因可分为原生白云岩、成岩白云岩及后生白云岩，后二者称交代白云岩或次生白云岩。按结构可分为结晶白云岩、残余异化粒子白云岩、碎屑白云岩、微晶白云岩等。白云岩在冶金工业中可作熔剂和耐火材料，在高炉炼铁中作为熔剂，部分也用来提炼金属镁；在化学工业中用以制造钙镁磷肥，粒状化肥，硫酸镁等。此外还可做陶瓷、玻璃的配料和建筑石材。

【盐水渗透回流作用】 为白石化作用机理之一。在蒸发泻湖或咸水湖泊里，大量硬石膏沉淀之后，形成富含 Mg^{2+} 离子的重卤水。由于比重大，往往沿湖底低洼处流动，并可以越过泻湖的障碍向海洋中回流。若回流受阻，它的惟一出路就是向下渗透到湖底的多孔沉积物中，这就是所谓渗透回流作用。若湖底有碳酸盐沉积物，则这种富镁的重卤水将交代它，使其白云石化，从而形成白云岩。显然，这种交代作用不是发生于成岩期和后生期，而是形成于沉积后期。在这一作用过程中，溶液的运动向是向下的。



渗滤回流的白云石化作用模式
a—广阔的受障壁的泻湖；
b—潮上带湖

【毛细管浓缩作用】 为白云石化作用机理之一。在气候干燥的潮坪上，沉积物里的粒间水可以通过毛细管作用上升，到达沉积物与空气界面处进行蒸发、浓缩，产生超咸水。粒间水则由于邻近泻湖中海水的侧向移动以及潮上带周期性的潮汐泛滥得到补充，因而超咸水也不断产生。这种重盐水富含 Mg^{2+}，可使表层碳酸钙沉积物白云石化，形成白云石薄壳，也可往下渗透，引起下面的碳酸钙沉积物白云石化。



毛细管浓缩的白云石化作用模式

【原生白云岩】 primary dolomite 指通过化学沉淀作用或同生交代作用形成的白云岩。化学沉淀白云岩是在高盐度的海湾、泻湖、蒸发潮坪或内陆咸水湖泊中直接沉淀白云石而成；同生交代白云岩是咸水盆地中的 Mg^{2+} 离子或潮坪沉积物上部浓咸水中的 Mg^{2+} 离子，置换底部 $CaCO_3$ 灰泥中的一部分 Ca^{2+} 离子而成。原生白云岩的特征是成层稳定，生物化石稀少（藻类例外），呈半自形它形微晶结构。常与石膏、硬石膏共生。

【成岩白云岩】 diagenetic dolomite 指碳酸钙沉积物与渗透咸水中的硫酸镁或氯化镁反应，方解石被白云石交代形成的白云岩，其中的白云石常呈半自形或自形菱面体，晶体中心常因含残余微细方解石包裹体而混浊不清，晶体边缘常具明亮环带构造。成岩白云岩常呈似层状或透镜状、斑块状产于石灰岩之中，沿一定层位分布，与灰岩的接触界线不整齐，横向上渐变为白云质灰岩或石灰岩。成岩白云岩常具原来被交代石灰岩的残余结构，如瘺粒、球粒、生物结构等。由于方解石被白云石交代体积缩小 13%，因而成岩白云岩孔隙发育，常为油气良好储层，也可成为层控矿床的控矿层。

【后生白云岩】 epigeantic dolomite 一种在后生作用阶段，石灰岩中的方解石被白云石交代而形成的白云岩。交代作用由于富含镁的深部地下水在石灰岩裂隙中不断循环而发生。后生白云岩中的白云石多呈自形菱面体，晶体粗大而且比成岩白云石干净、透明、不具环带，不含泥状方解石和粘土包裹体。常具石灰岩的各种残余结构。后生白云岩的分布常有一定的局限性，一般呈不规则透镜状，脉状或枝状。产于石灰岩裂隙及断层附近，延伸不远，不显层理，无一定层位。孔隙发育，常可富集某些金属硫化物而形成矿床。

【结晶白云岩】 crystalline dolomite 一种具结晶粒状结构的白云岩。按晶体颗粒大小可分为隐晶白云岩、微晶白云岩、细晶白云岩和粗晶白云岩。

【异化粒白云岩】 又称“粒屑白云岩”。一种以异化粒为主要组分的白云岩。其结构特征与异化粒灰岩相同。按异化粒的种类不同，又可分内碎屑白云岩、球粒白云岩、包粒白云岩、团块白云岩等。多系异化粒灰岩经过白云石化形成。

【包粒白云岩】 coated grain dolomite 一种以包粒为主要组分的异化粒白云岩。按包粒的大小可分为豆粒白云岩（直径 >2 毫米）、瘺粒白云岩（直径 <2 毫米）。

【瘾状白云岩】 又称“瘺粒白云岩”。一种具瘺状结构的白云岩。瘺粒具有核心及泥晶白云石的同心纹包壳，胶结物为亮晶白云石。按瘺粒的大小可分为瘺粒白云岩、豆粒白云岩。它常出现于震旦纪地层中。

【碎屑白云岩】 一种具碎屑结构的白云岩。碎屑成分为各种白云岩碎块或白云岩晶屑，胶结物为白云石。按碎屑的形状和大小可分为砾状白云岩、角砾状白云岩、砂状白云岩和粉砂状白云岩。它常在白云岩中呈厚度不大的夹层，是在蒸发潮坪环境。由于干裂及潮流活动形成。

【藻白云岩】　algal dolomite　一种由藻类生物遗体组成的白云岩。藻类的形态多样，常见的有球粒状、松柏枝状、线状、波纹状、迭层状等。多出现于高盐度的潮坪及泻湖环境。我国华北及西南震旦纪地层中藻白云岩较为发育。

【泥灰岩】　marl　一种界于碳酸盐岩与粘土岩之间的过渡类型岩石。由粘土质点与碳酸盐质点（>50%）组成，呈微粒或泥状结构，一般粒径在0.01毫米以下。常分布在石灰岩和粘土岩的过渡地带，夹于薄层石灰岩或粘土岩之中，呈薄层状或透镜状产出。与石灰岩区别之处是泥灰岩滴稀盐酸后，多有暗色泥质残余物。它在我国各地海、湖相沉积中均有分布，泥灰岩可作水泥原料和建筑石料。

【沉积相】　sedimentary facies　沉积相是指沉积物或岩石沉积时的自然地理环境，它是通过沉积物或岩石的沉积特征、生物特征等综来判别和划分的。沉积相按自然地理环境，可分为陆相、海相、海陆过渡相三大类。然后。再分相、亚相及微相等。

【岩相区】　lithofacies area　指在一个沉积区域内，或一套沉积地层分布范围内，一套沉积环境基本相同的岩石组合区。

【沉积环境】　sedimentary environments　为沉积相的同义语。

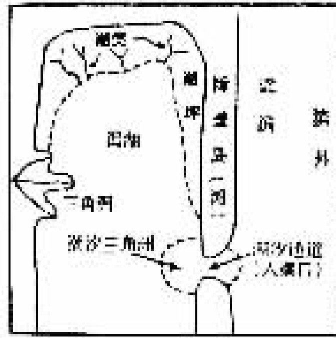
【相变】　change of facies　由于沉积环境的改变，引起组成岩石的沉积特征及生物特征等在纵向及横向上的变化叫相变。

【沉积环境模式】　sedimentary envleronmental models　又称“岩相模式”。指“在一定的沉积环境中，沉积物的物理、化学、生物特征在空间上的物质表现。它是在对现代沉积研究的基础上综合而成的。一个沉积模式包括下列要素：沉积体的空间形态、物质组成、结构特征、动力标志、相序关系、构造背景等。世界上沉积物虽然极为多样，但可以归纳为为数不多的几个沉积模式，如湖泊沉积模式、三角洲沉积模式、现代海洋碳酸盐沉积模式等。借助沉积模式就可以重建古代沉积环境，指导沉积矿产的普查和勘探。

【岩相模式】　lithofacies model　即“沉积模式”。

【陆相】　continental facies　指在大陆环境中沉积的沉积物、岩石或岩层。按自然地理环境的不同可细分为残积相、坡积相、洪积相、湖泊相、沼泽相、沙漠相等。它的特点是相变交大，不能在很大范围内保持均一的岩性。常见的岩石类型是碎屑岩和粘土岩，但是在某些陆相沉积如湖泊相、沼泽相中，则主要由化学岩与生物化学岩组成。含淡水动物、陆上动物（脊椎动物和昆虫）及植物化石。

【海相】　marine facies　指在海洋环境中沉积的沉积物、岩石或岩层。按海底沉积物形成的深度不同可细分为海滨相、陆棚相、次深海相、深海相等。它的特点是相变不大，可以在较大范围内保持均一的岩性。主要岩石组分是碎屑岩、粘土岩、铁质岩、锰质岩、硅质岩及碳酸盐岩等。常含有丰富的海相动物化石，如有孔虫、海绵、珊瑚、腕足类、棘皮类等。



海相环境

【过渡相】　transition facies　又称“海陆过渡相”、“海陆过渡环境”。指在海洋与大陆之间的过渡环境中沉积的沉积物，岩石或岩层。过渡环境的特点是含盐度不正常，含有大量盐度变动生物如藻类、有孔虫、软体动物等。其沉积作用受海陆二者的影响。过渡相包括泻湖相、三角洲相、砂咀砂坝相等。有的还包括滨线沉积。过渡相中常见的岩石类型是细粒碎屑岩，粘土岩，碳酸盐岩等，干燥地区的过渡相还有盐类的沉积。

【残积相】　eluvial facies　陆相沉积类型之一。指基岩经物理风化和化学风化作用后，残留在原地的风化产物。沿剖面向下，它逐渐过渡为基岩。主要由基岩碎屑及铁质、红土质（铁铝质）、粘土质沉积物组成。无分选性、层理也不清楚。由于残积相经常被冲刷，一般分布面积不大，古代的残积相不多见。

【坡积物】　slope wasp　陆相沉积类型之一。指高地基岩的风化产物，由于雨雪等的作用，借助于重力沿斜坡滚动，堆积在山坡上的各种沉积物。坡积相主要由砂砾岩、粉砂岩等组成，碎屑物分选差，呈棱角状，常具与斜坡平乎行的层理。

【塌积物】　talus　又称“坠积物”。指陡坡坡底的重力崩落堆积物，主要由石块角砾组成，有时也夹有大块的粘土。常堆积于山麓、陡岸及海底斜坡地带。

【滑坡堆积物】　slide sediments　指斜坡上的岩石风化产物，被水分浸湿后，在重力作用下，沿一定的滑动面整体下滑时形成的堆积物。在雨季及多雨的年份容易发生滑坡，滑动面上常见擦痕、滑坡泥及滑坡搓碎角砾。

【洪积相】　pluvial facies　又称“洪积扇”、“冲积扇”，陆相沉积类型之一。指基岩风化的产物由于山区间歇性洪流的作用，携带到山谷出口处形成的沉积物。它在干燥、半干燥地区最为发育。平时，这些地区的山谷河道中无水，河谷及两岸谷坡堆满了两边山地风化剥蚀的产物。雨季时山洪暴发，山谷中河水陡涨，于是携代大量碎屑物质向下输送，在出口处由于河道变宽，坡度减少，水流搬运能力减弱，因而卸下大量砾石、泥砂，形成一个从山地向平原倾斜的扇形堆积体，故又称为洪积扇。其组成物质略具分选性，并具不清楚的层理。

【洪积扇】 pluvial fan 见“洪积相”。

【筛积物】 sieve sediments 洪积扇中的沉积类型之一。它几乎完全曲砾石组成，没有砂，粉砂和粘土物质。这是由于来源区供给的细粒物质较少，即使有少量的细粒物质，也在水流到达洪积扇尾端以前就被筛走了，因此造成舌状砾石层组成的洪积扇，亦称筛积物。

【泥石流沉积】 mud - debris flow deposits 洪积扇中的重要沉积类型之一。一种高密度流沉积。泥石流的密度比河水大得多，它能携带极细的粘土物质以至巨大的砾石，而且其流动速度会突然减小，故泥石流沉积物的特点是分选差，最大砾石可以是巨大的漂砾，其粒级层理，扁平的砾石呈水平或迭瓦状排列。

【泥流沉积】 mud flow deposit 洪积扇中的重要沉积类型之一。也是一种密度流沉积，由砂和细粒沉积物组成，属于细的泥石流类型，它由分选不好的粘土质砂组成，极少含砾石。

【干三角洲】 dry delta 一种形成位置与洪积扇略同的沉积物，但沉积物中小陆屑物质磨圆度较好，分选性较好。总的特征与洪积扇沉积物相似，故亦可把干三角洲作为洪积扇的同义语。

【扇砾岩】 fanglmerate 指洪积扇中的砾岩沉积。

【山麓相】 piedmont facies 一种陆相沉积类型。包括山间及山前的各种类型沉积物，如坡积、坠积、洪积以及某些河流沉积等。山麓堆积可沿山脉延伸长达千公里，宽数十至一百公里以上，厚可上千米甚至达九千米，这与区域地质构造的强度有关。

【冲积相】 alluvial facies 又称“河流相”。陆相沉积类型之一，指由于河流或其他迳流的作用而形成的一套沉积物和沉积岩。主要包括以下几种类型：

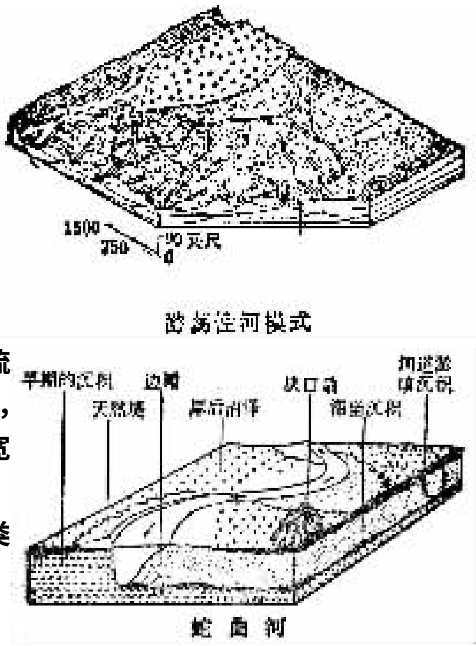
微地貌	沉积类型	成因—剖面类型
河床 边滩 心滩	滞留沉积 边滩沉积 心滩沉积	底层沉积 （河道沉积）
天然堤 边滩上的串河 决口扇 洪泛平原（河漫滩）	天然堤沉积 串沟滩及串沟淤填沉积 决口扇沉积 洪泛平原沉积成河漫滩	顶层沉积 （泛滥沉积）
牛 轭 湖	废弃河道充填沉积（牛轭湖沉积）	过渡性沉积

【河流相】 fluvial facies 即“冲积相”。

【平直河】 straight river 又称“顺直河”。指长度大于河宽很多倍的河流。其特

点是弯度小，但谷底线是弯曲的，并且深槽和浅滩交替。沿深槽发生侵蚀作用，沉积作用则发生在浅滩上。

【游荡性河】 braided river 又称“网状河”，“辫状河”。其特点是弯度指数□1.3，坡降大，河床不稳定，边滩不发育，心滩发育，宽与深比值大（□40）。



游荡性河模式

蛇曲河

【网状河】 braided river 即“游荡性河”。

【辫状河】 braided river 即“游荡性河”。

【蛇曲河】 meandering river 又称“曲流河”，“高弯度河”。其特点是弯度指数□2—13，坡降小，河床稳定，边滩发育，心滩不发育，宽与深比值小（□10）。

【弯度指数】 sinuosity index 判别河流类型的一个指数，如下式所示：弯度指数（曲率）

$$P=\frac{\text{河床的长度}}{\text{蛇曲带或河谷轴的长度}}$$

【游荡性指数】 braid index 又称“网状指数”，“辫状指数”。判别河流性质的一个指数，如下式所示：游荡性指数

$$B=\frac{2\times\text{区数内心滩总长}}{\text{两岸间河床中线长}}$$

【滞留沉积】 lag deposit 河流相沉积类型之一。又称“深槽滞留沉积”。深槽是河床中最深水部位，它在曲流河中靠近凹岸一侧主流线，这里水流流速大，于是从上游搬运来的或就近侵蚀河岸的产物中，细粒的被冲洗走，在河床中留下较粗的砂和砂石沉积物，故名“滞留沉积”。它在地层剖面上呈透镜状分布，具大型槽状交错层理。在沙漠中，由于细粒物质被冲走，残留下来的粗粒沉积物，也称滞留沉积。

【边滩沉积】 point bar deposit 河流相沉积类型之一。边滩是形成于曲流河凸岸的堆积地貌。这是由于在曲流河中，水流在凹岸处流速较大，凸岸处流速较小，因此沉积物便在靠凸岸处堆积下来。边滩通常由砂质沉积组成，在剖面上呈板状砂体，分选性较好。底部具大型槽状交错层理和单斜交错层理；上部具爬升沙纹理和平行层理。边滩沉积也有人称为滨河床浅滩相、点砂坝、点滩沉积等。

【滨河床浅滩相】 即“边滩沉积”。

【点砂坝沉积】 point bar deposit 即“边滩沉积”。

【心滩沉积】 channel bar deposit 河流相沉积类型之一。一种在河道中发育起来的沙滩堆积，它是游荡性河的特征。在地层剖面中心滩沉积呈透镜状砂体，粒度粗，具

大型槽状交错层理，平行层理，有时逆行沙波层理。心滩又称为河道砂坝、砂岛。

【天然堤沉积】 natural levee deposit 河流相沉积类型之一。一种河流堤岸沉积物，由砂质粉砂和砂质泥组成，粗、细沉积常呈互层状，每层厚10—30厘米，常具爬开沙纹理、水平层理及波痕还可见泥裂和虫迹。它是河流洪水期的产物，粗、细互层反映天然堤曾多次被洪水淹没，最大洪水位时，沉积砂质粉砂，洪水位降低时，沉积砂质泥。在河流相中，天然堤沉积发育于曲流河边滩沉积之上，游荡性河沉积中一般不发育天然堤沉积。

【决口扇沉积】 crevasse－splay deposit 河流相沉积类型之一。指洪水期间，由于河水在天然堤低处溢出或天然堤决口，在堤的下坡及洪泛平原的外缘上形成的扇状堆积物。通常由分选中等的细砂—中砂组成。在河流相削面中表现为透镜状砂体，厚皮由不到一米至一两米。

【串沟沉积】 chute deposit 又称“凹槽充填沉积”，河流相沉积类型之一。串沟指曲流河中，由于河水漫岸而在边滩上冲刷出来的凹槽。凹槽中的堆积物即为串沟沉积。它主要由层理良好的粗粉砂和细粉砂组成。其前端的粗屑堆积物称为串沟滩。

【洪泛平原沉积】 flood－plain deposit 又称“河漫滩沉积”。河流沉积类型之一，洪泛平原指河流泛滥期，由于拱水漫岸，而被洪水所复盖的一片平的或近于平坦的地带。它在平时是干的，没有水流。当洪水漫岸时，在这一地带可以沉积粉砂和粘土，具水平层理，爬升沙纹层理。它分布很稳定，在河流相剖面中位于顶层沉积中。

【河漫滩沉积】 即“洪泛平原沉积”。

【河漫盆地沉积】 flood basin deposit 又称“洪水盆地”沉积。河流相沉积类型之一。河漫湖位于洪泛平原的最低部，这一地带沉积的是漫岸水流中的细悬浮物——粉砂、粘土，层理不清，泥质层中常见泥裂及干燥裂缝。在干燥气候下由于地面蒸发强，常出现钙质及铁质结核。在潮湿气候下，则植物丛生，发育为岸后沼泽，形成厚达数米的有机堆积物（泥炭、煤），称为“岸后沼泽沉积”。

【岸后沼泽沉积】 back swamp deposit 见“河漫盆地沉积”。

【废弃河道充填沉积】 abandoned channel－fill deposit 又称“牛轭湖沉积”、“河床充填沉积”。常见于曲流河中，它包括推移载荷和悬浮载荷两部分沉积物，前者是典型的河道沉积，后者属漫岸沉积，因而这类沉积物属过渡性沉积。

【湖泊相】 lacustrine facies 陆相沉积类型之一。古代湖泊相，可分为淡水湖泊相与盐湖相二类。淡水湖泊相的特点是平面上具环带状分布（湖泊边缘沉积物粗，中心部位较细）砂体延续性较好，具淡水生物化石组合，特征的层状构造是纹泥，它与海相沉积的区别是缺乏滨岸相（因不发育潮汐），常见岩石组分是粘土岩、粉砂岩与砂岩，也常有泥灰岩、硅藻土等的沉积。盐湖相形成于大陆干旱气候环境，以各种盐岩沉积为主，如石膏、石盐、钾石盐、光卤石等，亦有各种细碎屑岩、石灰岩伴生。

【沼泽相】 swamp facies 陆相沉积类型之一。被极浅水所淹没的一片饱和水的地带称为沼泽。地质历史中沼泽发育的主要时代是石炭纪、侏罗纪、第三纪，当时气候温暖潮湿，沼泽中植物丛生，有大量的泥炭堆积。泥炭埋藏在地下，便产生煤，所以煤是古代沼泽相的主要成分。除煤层外，还有碳质页岩、碳质粉砂岩及粘土岩等，它们的典型构造是块状无层理、水平层理、偶见小型沙纹层理、常含大量植物化石，并常有黄铁矿、菱铁矿等还原矿物伴生。

【冰川相】 glacial facies 陆相沉积类型之一。形成于年平均温度很低的地区，分布于地球历史上大规模冰川出现的时期，如我国的震旦纪、第四纪。它是通过冰川携带各种大小不同的岩石碎屑，如巨砾、砾石、砂、粘土等在冰川运动时或消融时直接堆积而成。冰川相又可细分为冰碛相、冰湖相等。冰碛相主要由碎屑岩组成，碎屑呈尖角状，分选差，在巨大的砾块上有冰川擦痕。冰水相由碎屑岩及粘土岩组成，碎屑物具分选性，有时还具层理。冰湖相则由粘土岩和粉砂岩组成，具带状构造，因此也称“冰川纹泥”。

【沙漠相】 desert facies 陆相沉积类型之一。沙漠指雨量不足几乎没有植物生长的大陆地区，在这一地区风是主要地质营力。按成因可把沙漠相划分为下列几种类型，如岩漠沉积物、戈壁沉积物、风成砂沉积物、旱谷沉积物、沙漠湖及内陆盐碱滩沉积物等。其中风成砂是沙漠环境的最主要沉积物，它的特征是分选好，风成交错层理（巨型槽状交错层理）广泛发育，生物化石稀少（尤其是植物化石），有时在分选差的粗粒砂岩中可找到风棱石。

【泻湖相】 lagoon facies 过渡相沉积类型之一。泻湖乃是由障壁沙坝或障壁岛（沙坝、沙洲等）与广海隔绝或半隔绝的孤立浅水盆地，它与海洋间可有一通道相沟通。按形成条件的不同又可分为淡化泻湖相、咸化泻湖相、沼泽化泻湖相等。淡化泻湖相的形成条件是气候潮湿、雨量丰富，有大量的淡水供给。主要由碳酸盐质粉砂岩、粘土岩及粉砂质粘土岩组成。生物种属单调，以海相生物化石为主，常具变态特征，形体变小。单斜交错层理不发育，具波状层理或水平波状层理。咸化泻湖的形成条件是气候干燥，蒸发作用显著，淡水补给困难。因此，它主要由纯化学沉积岩及细粒碎屑岩组成，并有盐渍化及石膏化砂质粘土岩。生物化石单调，仅见有能适应高盐度的生物化石。单斜交错层理不发育，一般为水平层理或塑性变形层理，层面上常有波痕、泥裂及雨痕等。沼泽化泻湖是指在湿热的气候条件下，滨海平原上的沼泽化了的淤积盆地。其岩石组分以粘土岩为主，其次是粉砂岩、砂岩、油页岩和煤层。具水平层理及韵律层理。植物化石丰富。

【淡化泻湖相】 fresh lagoon facies 见“泻湖相”。

【咸化泻湖相】 saline legoon facies 见“泻湖相”。

【沼泽化泻湖相】 swamping lagoon facies 见“泻湖相”。

【沙咀沙坝相】 bar facies 参见“障壁岛”。

【三角洲相】 delta facies 过渡相沉积类型之一。三角洲是海陆交互地带近河口处，河流携带沉积物倾泻入海形成的冲积平原。它在平面上是呈顶尖朝向陆地的三角形沉积体，其上有错综分布向海散开的分支河道。规模大的三角洲，面积可达几十万平方公里，长度可达几十至百余公里。三角洲是陆源沉积物堆积的重要场所，它受着河流、波浪、潮汐和海流等多种作用的影响，沉积环境复杂多变，岩性岩相多种多样，海陆相沉积交替穿插，富含有机质的泥岩和渗透性良好的砂岩都很发育，是油、气生成和聚集极为有利的地带。按照传统的概念，三角洲相可分为顶积层，前积层和底积层三部分。亦有人把它划分为三角洲平原相、三角洲前缘相和前三角洲相。

【三角洲平原相】 delta - plain facles 三角洲相沉积类型之一。三角洲平原是三角洲的陆上沉积部分，河流大量分叉地方是它与河流系统的分界处。这一地带沉积环境多样，变化较大，沉积物类型也很多，有分流河道沉积、天然堤沉积、决口扇沉积以及牛轭湖、沼泽、湖泊、支流间海湾等沉积。常由砂岩、粉砂岩、泥岩和泥炭、褐煤等组成交替层，其河床砂质沉积与沼泽泥炭、褐煤沉积是三角洲平原相的典型沉积物。

【三角洲前缘相】 delta - front facies 三角洲相沉积类型之一。三角洲前缘围绕三角洲平原的边缘伸向海洋，呈环带分布，由于它于海岸线地带，河流带入的沉积物经过海洋作用的再改造、再分配，形成分选好、成分纯净的砂质沉积物集中带，沉积物中平均含砂量高达75%以上，泥质和有机质极少。它又可细分为分流河口砂坝沉积及三角洲前缘席状砂。

【前三角洲相】 prodelta facies 三角洲相沉积类型之一。前三角洲位于三角洲前缘的向海一方。这一地带的沉积物是富含有机质的泥质物质，呈暗色，具细纹理，含水量高达80%，是良好的生油层。它是由河流搬来的最细粘土悬浮物质和胶体溶液在海底沉积而成，含海相化石，纯属海相沉积。在泥质含量高的大河三角洲中，它是厚度大分布广的相带。再向前方和三角洲两侧，则变为陆棚沉积。

【建设性三角洲】 constructional delta 又称“高建设性三角洲”。此种三角洲的形成过程主要受河流作用控制，海洋作用很次要。支流河水不断地把沉积物带入海中，使海岸线向海方推进，三角洲平原地随之向前扩展。按河流作用的强度及砂体的几何形态它又可进一步分为伸长状和朵状二种类型。前者是以河流作用为主时形成的极端类型。向海延伸很远，“指状砂坝”发育。后者是当河流作用强度较前者弱时形成，其几何形态为向海突出的半圆形。

【破坏性三角洲】 destructional delta 又称“高破坏性三角洲”。此种三角洲的形成过程主要受海洋作用控制，沉积物注入量对于蓄水体能力来说是比较适中的，因而河

流携带入海的沉积物同时又被水作用所改造，波浪作用和潮汐作用控制了砂体分布的几何形态。它又可进一步划分为浪成三角洲，潮汐三角洲以及波粮－潮汐三角洲。

【滨海相】 littoral facies 即“海岸沉积。”海相沉积类型之一。海岸是分隔大陆与海洋，并具有海滩微地貌特征的滨海区域。这一地带通常由砂质沉积物构成，但在悬崖海岸，由于母岩受到波浪的破坏作用，也可以出现砾石质沉积物。此外，海滨相沉积也可发生在泻湖、潮汐水道、小海湾等处，它们这些地方主要沉积细粒沉积物。浜海相沉积在石油地质中是非常重要的，世界上许多含油层都是与海岸砂岩体有关。

【海岸沉积】 coast deposit 见“滨海相”。

【海滩】 beach 指发育在海岸带的地貌单元。典型的海滩可分为以下几个独立单元，砂岳、后滨、前滨和近滨（临滨）。砂岳是海岸砂经过风的吹扬改造而成。后滨代表潮上带，位于风暴洪水位与平均高潮线之间。前滨代表潮间带，位于平均高潮线与平均低潮线之间。近滨位于平均低潮线至最大浪基面线之间。在无潮汐海区，前滨不发育，后滨直接递变为近滨。

【海滩脊】 beach ridge 亦称“沿岸堤”。一种在高糊线附近，由较粗沉积物组成的堤状堆积。它是在高潮期和风暴期，激浪把沙子、砂砾和贝壳碎屑等物质带到高潮线附近堆积而成，其前方（向海）常出现砂质海滩。滩脊可呈单脊状或呈一系列平行排列的脊。据研究它的底部侵蚀面之上主要是具水平层理的砂，往上出现交错层理，细层向大陆方向倾斜，倾角7—28°。

【千尼尔】 chenier 又称“废弃滩脊”。指大大超过高潮线的线形砂脊，由砂和介壳碎屑组成，它的前缘经常出现细粒沼泽沉积物将其与海岸分离。

【冲越扇】 wash over fans 又称“冲溢扇”。指在猛烈的风暴期，随波浪上冲的水流越过障壁岛顶部，冲刷障壁岛砂，把它带到障壁岛向陆的泻湖一侧而形成的扇状堆积物。冲越扇的砂常与泻湖粘土混杂，故含粘土较多，并夹有黑色有机质贝壳屑。

【浪基面】 wave base 又称“波基面”,“波浪基面。指波浪作用能波及的海水深度，在此深度以下波浪的作用不再影响到沉积物表面颗粒的运动。浪基面的深度通常是十米左右。

【障壁岛】 barrier island 又称“堤岛”,“堡岛”。是一种狭长形的高出水面的砂岩体，平行海岸分布，与海岸之间常有泻湖相隔，故对泻湖起着屏障作用。这种砂岩体向海一方较陡峻，向泻湖一方平缓，是由于海岸前缘的潮汐作用，波浪活动或海流作用将沉积物中的砂粒带到海岸附近堆积而成。由分选好的砂粒沉积或异化粒灰岩组成。与障壁岛类似的砂岩体还有“障壁滩”、“障壁沙坝”。障壁滩较障壁岛短而低，障壁沙坝则更短更低。障壁岛、障壁滩沉积亦称沙咀沙坝相。

【障壁滩】 barrier shoal 见“障壁岛”。

【障壁沙坝】 barrier bar 见“障壁岛”。

【海岸泻湖】 coastal lagoon 指平行海岸延伸的，由障壁沙坝或障壁岛与广海隔开，并以入潮口与广海相连的浅水盆地。参见“泻湖相”。

【泻湖入潮口】 lagoonal tidal inlet 指泻湖与开阔海的联结处。入潮口二端发育有水下三角洲，它是由放射状排列的水道和沙坝所组成。此种三角洲亦称潮汐三角洲。

【潮汐三角洲】 tidal delta 见“泻湖入潮口”。

【潮坪泻湖】 tidal flat lagoon 指障壁岛后，远离入潮口处，在低潮时还充满残留海水的浅水盆地区。这一地区主要沉积泥质沉积物。

【潮上带】 supratidal zone 指位于平均高潮线与最大涨潮线之间的区域。正常潮汐作用不能到达，但在大潮或风暴潮时，海水可以淹没，宽达数十到数百里，沉积物主要是泥状至泥粒状纹层、白云岩、石膏质白云岩、隐藻类纹层石灰岩、隐藻类纹层白云岩等。由于本带的盐度变动极大，仅有蓝绿藻席发育，罕见小型薄壳有孔虫、介形虫、软体动物及外来贝壳夹层和植物根等。鸟眼构造、不规则纹层、干缩裂缝，泥卷构造及膏盐假晶等发育。

【萨勃哈】 sebkha 又称“潮上盐坪”。它在雨后有时成为盐沼，或暂时性浅水湖泊。主要由膏质白云岩组成，常与藻类纹层状白云岩共生。

【潮间带】 intertidal zone 指位于平均高潮线与平均低潮线之间的区域。宽数十里。主要由泥晶石灰岩、球粒泥灰岩组成，常发生白云石化。含腹足类、有孔虫及藻类迭层石。具生物搅动构造、生物潜穴及水平层理，局部见小型交错层理、干裂等。

【潮下带】 subtidal zone 指位于平均低潮线以下的区域。这一区域水浅，阳光充足，氧气充分，波浪活动频繁，从潮汐及陆棚地区，带来丰富的养料，故大量海相底栖生物发育，有珊瑚、苔藓动物、棘皮动物、海绵类、层孔虫、腕足类及软体动物等，行光合作用的钙藻也大量繁殖。由于水浅蒸发量大，海水经常处于过饱和，沉淀大量灰泥。在气候温暖，有海风影响，陆源物质供给很少以及海底地形平缓倾斜时，可以在碎浪带出现岸礁或沿岸鲕粒砂堤，这时礁后或坝后形成泻湖环境，以球粒泥晶灰岩和生物泥晶灰岩为主，粟粒有孔虫、绿藻、软体动物等适应盐度变动生物大量繁殖。

【陆棚相】 shelf facies 即“陆棚沉积”，海相沉积类型之一。大陆棚指平均低潮线以下到水深约 200 米的水下地区，再往下便进入大陆斜坡区，由平缓的大陆棚进入陡峻的大陆斜坡处，其斜坡角度有一明显的转折点（简称坡折）。现代陆棚沉积是由粉砂质粘土或粘土质粉砂构成。近岸陆棚通常还包括粗粉砂或细粒砂层，它是在大风暴期形成的，所以也称风暴砂层。古代陆棚沉积中常含各种形态的砂岩体，分选好，交错层发育，可见海绿石、胶磷矿、长石等海相自生矿物。

【陆棚沉积】 见“陆棚相”。

【大陆架沉积】 见“陆棚相”。

【次深海相】 bathyal facies 又称“半深海相”，海相沉积类型之一。形成于大陆斜坡地区，海水深度 200 至 2000—3000 米。现代大洋中的次深海相沉积物有蓝色软泥、红色软泥、绿色软泥和砂、火山软泥和砂、碳酸盐软泥和砂、珊瑚软泥等。古代次深海

相在岩石成分上与陆棚深处沉积物相似，惟一的区别标志是动物群的特点，次深海动物群的特点是大咀、大眼、介壳为薄壁状及骨骼软等。

【深海相】 abyssal facies 海相沉积类型之一。形成于大洋底部，海水深度□2000—3000米。海深相中的主要沉积物是含抱球虫的石灰质软泥、含硅藻和放射虫的硅质软泥、红色软泥等。近年来由于海洋地质学的迅速发展，逐渐揭开了深海沉积的秘密。许多资料证实，由于浊流沉积作用，在深海中沉积有厚度大面积广的浊积岩。

【沉积地球化学相】 sedimentary geochemical facies 指按地球化学参数（pH值与Eh值）划分出来，具有某种成因标志的沉积物或岩石组合。常见的划分方法如下：a）海洋地球化学相–硫化氢相、菱铁矿相、瘸绿泥石相、海绿石相、磷块岩相、氧化相、超氧化相、白云岩相及海洋盐类相；b）大陆地球化学相、红土相、硬盘相、沙漠相、可溶大陆盐类相、铁矿相及煤炭相。

【岩比图】 指根根区域内若干剖面中计算出的两种岩石比率所作出的图件。通常采用的是，碎屑岩比为第一比率；砂页岩比为第二比率。这种图件可以表示出平面上岩性的变化特征，在此基础上可以判别出沉积环境。

【岩相图】 lithofacies map 又称“相图”。一种用来表示区域内岩性变化，陆源区位置及特点、搬运介质特点（如水动力及流向）、沉积厚度变化及古生物等特点的变化，并在此基础上划分出沉积环境分区的图件。作图的主要基础图件是岩比图（或岩性图）等厚图、古生物分布图。

【古地理图】 palaeogeographic map 一种表示地质时期中古地理景观单位分布的图件，一般不表示实际材料，如岩性特征等。

【沉积建造】 sedimetary lormation 指在一定的大地构造、地形、气候条件下，在成因上有密切联系的，彼此共生在一起的一组沉积岩。通常按大地构造条件划分为三大类型，即地槽型建造、地台型建造、过渡型建造。每一类又可划分为若干建造，如地槽型建造可分为泥质页岩建造、火山硅质建造、石灰岩建造、复理石建造、摩拉石建造等。由于沉积建造的研究和划分对指导沉积矿产的普查和勘探关系很大。因此，有关沉积建造方面的研究，目前已成为沉积岩石学的重要任务之一。

变质岩石学

【变质作用】 metamorphism 地壳中原来的岩石，由于受到构造运动，岩浆活动或地壳内热流变化等内动力的影响，以致它们的矿物成分和结构构造（有时还有化学成分）发生了不同程度的变化，这些变化总称为变质作用。变质作用，一方面由于是在风化带和胶结带以下，在较高温度和一定压力下进行的，而不同于表生作用（包括沉积作用）；另一方面由于基本上是在固体状态下，在温度升高的过程中进行的，而不同于岩浆作用。

【变质岩】 metamorphic rock 由变质作用所形成的岩石。它的岩性特征，一方面受原岩的控制，而具有一定的继承性；另一方面，由于经受了不同的变质作用，在矿物成分和结构构造上具有其特征性（如含有变质矿物和定向构造等）。变质岩在我国和世界各地分布很广。前寒武纪的地层绝大部分由变质岩组成；古生代以后，在各个地质时期的地壳活动带（如地槽区），在一些侵入体的周围以及断裂带内，均有变质岩的分布。与变质岩有关的金属和非金属矿产非常丰富，例如，我国和世界上的前寒武纪变质铁矿均占铁矿总储量的 60% 以上。

【变质岩石学】 petrology of metamorphic rock 是地质学中研究变质岩的一门基础学科。它的主要内容包括：研究不同类型变质岩的岩性特征及其在时间上和空间上的分布规律；探讨不同类型变质岩的成因和形成条件；寻找与变质岩有关的各种矿产等。变质岩在我国分布广泛，与变质岩有关的矿产也很丰富。

【区域变质作用】 regional metamorphism 又称“热动力变质作用”。是由于区域性的地壳活动，在大面积内发生的一种变质作用。多发生在前寒武纪结晶基底和后期的造山带中。它与这些地区的地热异常和一定的应力作用有关。在区域变质作用过程中，温度、压力、应力和溶液等物理化学因素的变化都比较复杂。可出现不同类型的递增变质带，在不少地区有混合岩和花岗质岩石相伴生。

【区域动力变质作用】 regional dynamometamorphism 是在地壳较浅部位发生的主要由区域性应力作用引起的一种变质作用。常出现于某些造山带中。在此种变质作用过程中，以动力变质作用为主，由于热流变化不显著，重结晶作用属于次要地位。主要形成各种板岩、千枚岩等片理化岩石。大部分原岩被保留，变质反应不超过绢云母（白云母）、绿泥石的组合，属于低温和低压的范围。一般不出现递增变质带和混合岩化岩石。我国南方昆阳群变质岩分布的地区可作为代表。

【埋藏变质作用】 burial metamorphism 又称“下沉变质作用”或“负荷变质作用”。指下沉被埋在地下一定深度的岩石，受上覆岩层的压力和地热的影响，而发生的一种近低温的变质作用。这种变质作用代表区域变质作用的开始，可认为是成岩作用与区域变质作用之间的过渡类型。它与成岩作用的区别是以浊沸石、钠长石、葡萄石等矿物代替片沸石、方沸石而稳定出现为其主要特征。

【洋底变质作用】 ocean－floor metamorphism 指在大洋中脊的脊峰下面，由于地热梯度较高而发生的一种变质作用。这种变质作用规模较大，可使大洋中脊的基性和超基性岩石发生重结晶作用，形成不具片状构造的变质岩石。有人根据磁异常的型式判断，洋底的玄武岩质层的厚度可能只有0．5—2．0公里，下伏层便是退磁的主要由变质的镁铁质岩石组成，这些岩石包括变质玄武岩，变质辉长岩，含韭闪石蛇纹岩等。

【接触变质作用】 contact metamorphism 是由岩浆活动引起的发生在侵入体与围岩的接触带的一种变质作用。根据作用过程中有无交代作用又可分为热接触变质作用和接触交代作用二种类型。前者主要是由于温度升高引起，而没有明显的交代作用；后者则在温度升高的同时，还有显著的交代作用。有人把接触变质作用一词专指热接触变质作用而言。

【热接触变质作用】 contact thermal metamorphism 又称“热力变质作用”，或简称“接触变质作用”。指主要由于侵入体放出的热能，使接触带附近围岩的矿物成分和结构构造发生变化的一种变质作用。这种作用主要表现为原岩成分的重结晶，形成新的矿物组合和新的结构构造，而化学成分基本上没有发生变化，即没有发生明显的交代作用。这种变质作用可形成各种热接触变质岩石，如斑点板岩、角岩等。

【高热变质作用】 pyrometamorphism 又称“烘焙变质作用”。是一种特殊的热接触变质作用，主要指与喷出岩或次火山岩相接触的围岩或捕虏体中发生的小范围极高温的变质作用。这种变质作用由于发生在地表或接近地表，因此作用的时间短，压力小，降温快。其特征是围岩或捕虏体被烘烤退色，脱水变硬，甚至可局部熔化出现少量玻璃质，有时还可出现一些特殊的低压高温矿物，如鳞石英、多铝红柱石、甲型硅灰石、硅钙石、黄长石等。

【接触交代作用】 contact metasomatism 又称“接触交代变质作用”。是由于岩浆结晶晚期析出的大量挥发分和热液，通过交代作用使接触带附近的侵入岩和围岩，在岩性及化学成分上均发生变化的一种变质作用。这种变质作用可形成各种接触交代变质岩石，如矽卡岩等。从岩浆中析出的气水热液，往往携带有某些金属和非金属元素，通过接触交代作用可形成接触交代矿床，如矽卡岩型矿床。

【自变质作用】 autometamorphism 是在岩浆岩的形成和演化过程中，由岩浆中析出的挥发分，呈气态或液态与岩体内基本固结的岩石发生交代作用，使其矿物成分和化学成分都发生变化的一种变质作用。因为引起变质作用的气化热液与受变质岩石本身有密切的成因联系，故称为自变质作用。该作用可形成蛇纹岩、青磐岩、云英岩、黄铁绢英岩、次生石英岩等变质岩石，它们往往与某些矿床有密切关系。

【气化热液变质作用】 pneumatolytic hydrothermal metamorphism 又称“气成热液变质作用”。泛指由化学性质比较活泼的气化热液，与固态岩石发生交代作用，使原来岩石的矿物成分和化学成分都发生变化的一种变质作用。它既包括火成岩的自变质作用，也包括各种围岩蚀变作用。二者所形成的变质岩有时不易区别。引起岩石变质的气化热液，其成因和来源是多种多样的，可以是岩浆晚期或岩浆期后的气化热液，也可以是地壳内存在的热水溶液。气化热液变质作用可形成各种自变质岩石或蚀变围岩，它们往往与某些矿床有密切关系，因此是重要的找矿标志。

【动力变质作用】 dynamometamorphism 又称“碎裂变质作用”或“错动变质作用”。是在构造作用产生的强应力的影响下，使原来岩石及其组成矿物发生变形、破碎等机械作用，也常有一定程度的重结晶作用。由于应力的性质和强度不同，可形成构造角砾岩、碎裂岩、糜棱岩、千糜岩等动力变质岩石。主要沿断裂带呈条带状分布，是断裂带的重要标志。

【冲击变质作用】 shock meia Morphism 是由于较大的陨石高速碰撞地表岩石时由冲击波产生的一种变质作用。主要见于陨石坑内。其特点是作用时间极短，定向压力很大，温度很高。它可使矿物晶体发生变形和破碎，形成柯石英、斯石英、金刚石等高压矿物及玻璃质，还可使磁铁矿等难熔矿物发生熔融。

【复变质作用】 polymetamorphism 又称“多次变质作用”。指岩石遭受了二次以上不同时期彼此没有直接成因联系的相同或不同类型的变质作用。每一个时期岩石的变化都受此时期变质条件的控制。例如，遭受区域变质作用的岩石，后来又受到第二次区域变质作用或接触变质作用、动力变质作用，等等。研究一个变质地区内岩石遭受变质作用的次数及特点，对进一步了解此地区的地质构造发展历史具有重要意义。

【前进变质作用】 progressive metamorphism 又译进变质作用，指变质作用过程中，随温度的逐渐升高，在较低温度下形成的矿物组合逐渐转变为较高温度下形成的矿物组合的一种作用。表现在变质岩的较高温矿物中有时可见到较低温矿物的残余。

【退化变质作用】 retrogressive metamorphism 又译退变质作用。是复变质作用的一种类型。指岩石已遭受较高温度和压力的变质作用后，又受到较低温度和压力的变质作用。其特征是原来在较高温度和压力下形成的矿物组合被较低温度和压力下形成的矿

物组合所代替。例如，原来由粘土岩经中级区域变质作用后形成的黑云母片麻岩，后来又受到低级区域变质作用，变成了绿泥石白云母片岩，等等。有人把混合岩化作用过程中发生的矿物转变，如角闪石的黑云母化、黑云母的绿泥石化等，也称为退化变质作用。

【重结晶作用】 recrystallization 指变质作用过程中，由于原岩中化学成分的重新组合而形成新矿物的作用（如高岭石变成红柱石和石英等）或原有的矿物晶体由于重新生长而粒度变粗的作用（如细粒方解石变成中粗粒方解石等）。因为这些作用基本上是在固体状态下进行的，而不同于岩浆冷凝过程中的结晶作用。

【变形作用】 deformation 指定向压力作用于岩石，当其强度超过岩石中矿物的弹性限度时，使矿物晶体发生变形的一种作用。变形作用可使矿物的晶形和光学性质等发生异常变化。如矿物的晶面、解理面或双晶结合面发生弯曲，出现波状消光，沿解理面产生滑动，出现次生双晶或假双晶，矿物的光性发生异常现象等。

【变质分异作用】 metamorphic differentiation 指成分和结构构造比较均匀的岩石变质时，在不发生重熔或交代作用的情况下，由于温度、压力、应力和溶液等的影响，使岩石中的某些组分发生迁移和聚集，形成成分和结构构造不均匀的变质岩的一种作用。例如，在变质岩中出现的较大的变斑晶，不规则的结核或团块，平行或斜交片理的小脉或小透镜体，某些条带状构造等，有时是由于变质分异作用的结果。

【交代作用】 metaso matism 指在有些变质作用和混合岩化作用过程中有物质成分加入和带出的一种作用。它是岩石的物质成分在温度、压力和溶液浓度发生变化时的一种置换作用。在交代作用过程中，原有矿物的破坏和新矿物的形成是同时发生的，整个过程是在有溶液参与的固体状态下进行的。交代作用使原岩的化学成分发生变化，形成具有各种交代结构的岩石或矿石。

【渗透交代作用】 infiltration metasomatism 又称“渗滤交代作用”。是交代作用的一种方式。在此作用下，岩石中的组分随着孔隙及裂隙中的溶液而移动。组分的移动主要决定于压力差。大面积的整个岩层被交代一般是通过此种方式进行的。

【扩散交代作用】 diffusive metasomatism 是交代作用的一种方式。在此作用下，岩石中的组分通过停滞在孔隙中的溶液进行扩散而移动。组分的移动主要决定于溶液的浓度差，它总是向浓度较低的方向移动。这种交代作用比较局限，一般多分布在岩脉和矿脉的附近。

【双交代作用】 dimetasomatism 扩散交代作用的一种类型。指两种化学性质不同的岩石之间，通过接触带的溶液发生的相互交代的作用。例如，在矽卡岩的形成过程中，中酸性火成岩和碳酸盐岩之间，通过接触带的热液，火成岩中的铁、硅、铝组分向碳酸盐岩扩散，而碳酸盐岩中的钙、镁组分则向火成岩扩散。

【等化学系列】 isochemical series 指化学成分相同或基本相同的岩石，在不同的变质条件下形成的所有变质岩。属于同一个等化学系列的岩石，由于变质条件不同，可具有不同的矿物共生组合。如原岩同为粘土质岩石，由于变质条件不同，可形成板岩、千枚岩、片岩、片麻岩等不同的变质岩，它们属于同一个等化学系列。

【等物理系列】 isophysical sertes 指化学成分不同的岩石，在相同或基本相同的变质条件下形成的所有变质岩。属于同一个等物理系列的岩石，若原始化学成分不同，可具有不同的矿物共生组合。例如，粘土岩和石灰岩，同在中级区域变质作用下，前者形成云母片岩，后者形成大理岩，二者属于同一个等物理系列。

【地热梯度】 geothermal gradient 用以表示地壳内部热流变化特点的一个概念。最初是指变质作用过程中压力与温度之间的相互关系，用压力每增加一千巴时温度所增加的数值（度/千巴）表示，称为压力—温度梯度。由于压力一般以随深度增加的负荷压力为主，故用地壳内每加深一公里温度所增加的数值（度/公里）表示，称为地热梯度或地热增温率。各个地区在不同时期的地热梯度是不相同的，因此出现的变质类型和递增变质带的特点也不一样。

【地热增温率】 geothermic degree 见“地热梯度”。

【变质程度】 metamorphicgrade 又称“变质等级”。指变质作用过程中，在温度、压力等因素的影响下，使原岩受到改造的程度。一般是温度和压力愈高，原岩被改造愈彻底。由于在变质作用过程中，温度往往起主导作用，因此，通常按温度的高低，将变质作用分为三个等级：低级、中级和高级。变质程度不同，形成的矿物组合及岩石类型亦不同。例如，粘土质岩石在低级变质时形成板岩、千枚岩，中级变质时形成云母片岩，高级变质时则形成片麻岩。

【变质带】 metamorphic zone 变质程度不同的岩石在空间上呈有规律的带状分布的现象。在某些区域变质岩石和接触变质岩石分布地区，根据变质岩的矿物组合和结构构造特点，可划分出几个变质程度不同的带。同一个带的变质岩，其形成时的温度和压力条件基本相同，故属于同一个等物理系列。每个变质带通常是以初次出现的标志矿物或矿物组合进行命名，如绿泥石带、黑云母带、铁铝榴石带、十字石—蓝晶石带、矽线石带等。若几个不同的变质带在空间上形成由低吸、中级到高级的顺序排列，则称为“递增变质带”或“渐进变质带”。

【接触变质圈】 aureole of contact metamorphism 又称“接触变质晕”。在热接触变质作用中，温度是引起变质作用的主要因素。总的来讲，距离侵入体愈近的岩石，受温度的影响愈大，变质程度愈高，愈远则变质程度愈低，并逐渐过渡到未变质的围岩。结果，不同变质程度的岩石在平面上形成以侵入体为中心的环带状分布，称为接触变质圈。它在地质上具有等温带的意义。

【变质建造】 metamorphic formation 指在一定构造环境下，变质岩石的有规律的自然组合。它是在变质前的原岩建造的基础上，经历了不同程度的变质作用的综合产物。相同的变质建造在区域上有着一定的分布，在岩石类型、矿物组合、结构构造及产状上具有某些共同的特点，在不同地区之间还可以进行对比。不同地质时代有其特殊的变质建造，也有相似但不完全相同的变质建造。研究变质建造，可以更好地说明一个变质地区内，原岩建造和变质作用的特点及它们之间的相互联系，了解此地区当时的地质环境和地壳变化的某些规律，并用以解决变质矿床中的某些找矿勘探问题。

【含矿变质建造】 ore－bearing metamorphic formation 变质建造的一个组成部分。是指以富含某些元素或有用矿物为特征的变质岩组合，这些元素或有用矿物并不都已形成有工业价值的矿床，但在后期的富集作用中（如混合岩化作用等）可形成有工业价值的矿床。变质建造的含矿性主要决定于变质前原岩建造的含矿性，它是形成变质矿床的物质基础，而变质作用及混合岩化是使某些元素或有用矿物富集的必要条件。

【特征变质矿物】 characteristic metamorphic mineral 指变质作用过程中形成的稳定范围较窄，能指示变质条件（有时还可指示原岩成分）的变质矿物。例如，云母片岩中出现十字石或蓝晶石，说明此岩石是由粘土质岩石经中级区域变质作用所形成，因此，十字石和蓝晶石称为特征变质矿物。

【应力矿物】 stress mineral 有人认为，除一定温度、压力条件外，必须在有应力参加下才能形成的变质矿物，如十字石、蓝晶石、硬绿泥石等，称为应力矿物。与此相反，在应力较强时一般不出现的变质矿物，如红柱石、堇青石等，称为反应力矿物。但从野外观察和实验研究发现，蓝晶石等矿物的形成并不一定需要有应力参加，如蓝晶石可形成于石英脉和伟晶岩脉中。故应力并不是影响矿物形成的平衡因素。目前多数人不同意将变质矿物分为应力矿物和反应力矿物。

【反应力矿物】 antistress mineral 见“应力矿物”。

【稳定矿物】 stable mineral 指一定的变质作用条件下能稳定存在的矿物。它可以是在变质作用过程中新生成的矿物，也可以是在一定的变质作用条件下仍然稳定的原有矿物。

【变余矿物】 relict mineral 又称“残余矿物”。在一定变质条件下，由于反应不彻底而部分残留下的原有矿物。

【变余结构】 palimpsest texture 又称“残留结构”。指变质岩中，由于重结晶作用不完全，仍保留有原岩的结构特征。例如，原来沉积岩中的砾状结构、砂状结构，原来火成岩中的斑状结构、辉绿结构，有时在变质岩中仍保留下来。一般来说，原岩的粒度愈大或化学活动性愈小，则原岩的结构就愈易保留。研究岩石中的变余结构，对查明变质岩的原岩类型具有重要意义。

【变余砾状结构】 blastopsephtic texture 变余结构的一种。其特征是，砾岩经变质后仍保留原来的砾状结构，其中胶结物和砾石可由于重结晶作用形成新的矿物，而砾石的形态仍然保留。有时砾石由于受应力作用而被压扁。

【变余砂状结构】 blastopsammitic texture 变余结构的一种。其特征是，在变质较浅的砂岩中仍保留有原岩的砂状结构。但岩石中的胶结物可由于重结晶作用而形成新的矿物。

【变余斑状结构】 blastoporphyritic texture 变余结构的一种。原来具斑状结构的岩石经变质后，其基质有时已全部重结晶，但仍保留原来的斑状结构，称变余斑状结构或残斑结构。如在变质火山岩中，原来的长石、石英等斑晶常被保留下来，形成变余斑状结构。

【变余辉绿结构】 blastophitic texture 变余结构的一种。其特征是，在变质后的基性火成岩中仍保留原岩的辉绿结构。但岩石中的原有矿物可由于重结晶作用而形成新的矿物，例如，原来的辉石可变为角闪石，基性斜长石可变为中酸性斜长石。

【变余火山碎屑结构】 blastopyroclasti texture 变余结构的一种。其特征是，在由火山岩或火山－沉积岩形成的变质岩中，原来由岩屑、晶屑、玻屑等组成的火山碎屑结构或凝灰质结构仍保留下来。

【变晶结构】 crystalloblastic texture 指变质作用过程中，原来岩石基本上在固态条件下，由重结晶作用形成的结晶质结构。变晶结构与火成岩的结晶结构的区别，在于前者基本上是在固态条件下，由各种矿物基本上同时重结晶而成，可具有明显的定向性；而后者是在熔融的岩浆逐渐冷却的过程中，由各种矿物先后结晶而成，常具有明显的结晶顺序。根据组成矿物的相对大小，可以把变晶结构分为等粒变晶结构、不等粒变晶结构、斑状变晶结构等；根据矿物的形态，又可分为粒状变晶结构、鳞片变晶结构、纤状变晶结构等、根据矿物彼此间的关系，又可分为包含变晶结构和残缕结构等。

【变晶系】 crystalloblastie series 变质岩中矿物自形程度的高低，决定于矿物在固态条件下重结晶时所具有的结晶能力。在一般情况下，矿物的结晶力愈强，则自形程度愈高。将矿物按其结晶力的大小及相对自形程度递减的顺序加以排列，称为变晶系。一般根据经验将变质岩中矿物的变晶系大致确定如下：榍石、金红石、磁铁矿、赤铁矿、钛铁矿、石榴石、电气石、十字石、蓝晶石、绿帘石、黝帘石、辉石、普通角闪石、钠长石、白云石、云母、绿泥石、方解石、石英、斜长石、钾长石等。由于影响矿物结晶力大小的因素比较复杂，因此上述变晶系中矿物的相对顺序常有变化。

【斑状变晶结构】 porphyroblastic texture 变晶结构的一种。又称“变斑状结构”。其特征是，在较小的矿物集合体中有较大的矿物晶体，其中较大的矿物晶体称为变斑晶，较小的矿物称为基质。它与火成岩中的斑状结构相似，但二者的成因和特点不同。斑状变晶结构中的变斑晶和基质矿物是在变质作用过程中的固体状态下基本上同时形成的（变斑晶的结束时间可能比基质矿物稍晚），变斑晶一般是结晶力较强的矿物，如石榴石、十字石、蓝晶石、红柱石等，在变斑晶中往往有基质矿物的包裹体。而斑状结构中的斑晶和基质矿物是从岩浆中结晶形成的，斑晶比基质矿物先结晶，其中没有基质矿物的包裹体。

【变斑晶】 porphyroblast 见“斑状变晶结构”。

【粒状变晶结构】 granoblastic texture 变晶结构的一种。又称“花岗变晶结构”。其特征是，岩石主要由长石、石英或方解石等粒状矿物组成，各种矿物彼此之间紧密排列。一般定向构造不明显，常成块状构造。常见的石英岩、大理岩和浅粒岩等具有此种结构。根据矿物颗粒及彼此之间接触线的形状可分为二种类型：一种是矿物颗粒呈多边形或浑圆状，彼此之间的接触线比较平直圆滑，称为“镶嵌粒状变晶结构”；一种是矿物颗粒的形状极不规则，彼此之间的接触线呈踞齿状或缝合粒状，称为“齿形粒状变晶结构”或“缝合粒状变晶结构”。

【镶嵌粒状变晶结构】 mosaic granoblastic texture 见“粒状变晶结构”。

【齿形粒状变晶结构】 serrate granoblastic texture 又称“缝合粒状变晶结构”。见“粒状变晶结构”。

【鳞片变晶结构】 lepidoblastic texture 变晶结构的一种。其特征是，岩石主要由云母、绿泥石或滑石等片状矿物组成。它们一般呈平行排列，形成结晶片理。常见的千枚岩和各种云母片岩等具有此种结构。

【鳞片粒状变晶结构】 lepido－gra－noblastic texture 变晶结构的一种，是鳞片变晶结构和粒状变晶结构之间的过渡类型。其特征是，岩石主要由粒状矿物和一定数量的片状矿物组成，一般呈定向排列，往往形成片麻状构造。常见的云母片麻岩具有此种结构。

【纤状变晶结构】 nematoblastic texture 变晶结构的一种。其特征是，岩石主要由角闪石、蛇纹石等长柱状或纤维状矿物组成。它们有时呈无定向分布，形成块状构造，常见于蛇纹岩等变质岩中。有时则呈定向排列，形成片理及线理，常见于角闪片岩及某些绿片岩中。有时柱状或纤维状矿物可呈束状集合体出现，称为“蒿束结构”，常见于某些绿片岩中。若柱状或纤维状矿物围绕一些中心呈放射状排列时，则称为“向心结构”或“放射状结构”，常见于某些矽卡岩中。

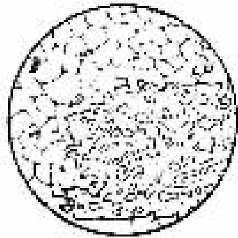
【蒿束结构】　见“纤状变晶结构”。

【向心结构】　centroclinal texture　又称“放射状结构”。见“纤状变晶结构”。

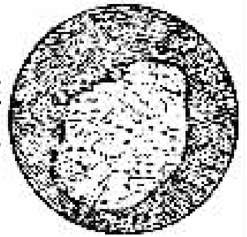
【包含变晶结构】　poikiloblastic texture　变晶结构的一种。又称“变嵌晶结构”。是在较大的变斑晶矿物中包有其它矿物的细小晶粒。例如，石榴石变斑晶中包有石英（如图）或云母，角闪石变斑晶中包有石英或斜长石，等等。在一般情况下，变斑晶中的矿物包裹体，随着变质程度的增高而逐渐减少。


包含变晶结构

【筛状变晶结构】　diablastic texture　变晶结构的一种。它与包含变晶结构相似，主要区别是筛状变晶结构在较大的变斑晶矿物中包有很多其他矿物的细小晶粒，形成筛网状。例如，角闪石、石榴子岩、十字石等矿物的变斑晶中由于包有很多细小的石英，而形成筛状变晶结构（如图）。


筛状变晶结构

【残缕结构】　helicitic texture　变晶结构的一种。是变斑晶中的矿物包裹体呈定向排列，且与变斑晶外面呈定向排列的基质矿物断续相连（如图）。这说明变斑晶的形成比基质矿物和片理的形成稍晚。


残缕结构

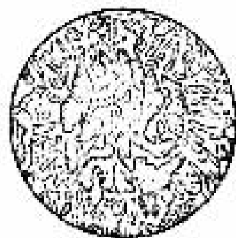
【旋转结构】rotarg texture　变晶结构的一种。其特征是，变斑晶中的矿物包裹体呈“S”形或螺旋形排列（如图）。它说明变斑晶和其中的基质矿物在形成过程中，受到应力作用的影响而发生了转动。


旋转结构

【角岩结构】　hornfels texture　变晶结构的一种。一般认为是细粒粒状变晶结构。其中矿物颗粒常呈多边形，彼此紧密镶嵌，一般不呈定向排列。岩石常具块状构造。它是热接触变质角岩的特征结构。

【镶边结构】　又称“反应边结构”或“次变边结构”。其特征是，在变质较深的岩石中，有时可见在某种矿物晶体的周围，有一种或几种矿物呈放射状或似文象状交生。例如，榴辉岩中的石榴子石周围有角闪石和斜长石呈似文象状交生（如图）。这种结构的成因是在石榴子石转变为角闪石和斜长石的过程中，由于转变不彻底所形成。

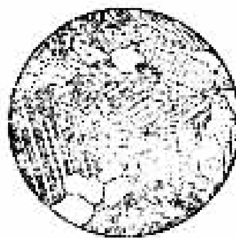
【交代结构】　metasomatic texture　指变质作用或混合岩化作用过程中，由交代作用形成的结构。其特点是，在交代结构的形成过程中，有物质成分的加入和带出，而岩石中原有矿物的分解和新矿物的形成是同时进行的。既可以置换原有矿物，保持原有矿物的晶形，又可以由交代重结晶方式形成新矿物，产生一系列特征的交代结构。根据形态不同可分为：交代假象结构、交代残留结构、交代条纹结构、交代蠕虫结构、交代斑状结构等。


镶边结构

【交代假象结构】　metasomapseudomorph texture　交代结构的一种。其特征是，原有矿物被新矿物置换，但仍保留原有矿物的晶形，有时甚至还保留原有矿物的解理等内部特点。例如，蛇纹石交代橄榄石或斜方辉石后呈橄榄石或斜方辉石的假象，绿泥石交代黑云母或角闪石后呈黑云母或角闪石的假象，等等。

【交代蚕蚀结构】　交代结构的一种。其特征是，岩石中以交代关系相接触的两种矿物之间，接触界线通常很不规则，呈港湾状或锯齿状，新生矿物的尖端常指向被交代矿物。这种结构在斜长石被钾长石交代时较常见到（如图）。

【交代残留结构】　交代结构的一种。其特征是，岩石中被交代的矿物呈零星孤立的残留体被包在新生矿物之中（如图）。它与包含变晶结构的区别是，残留体的外形通常很不规则，有时这些残留体彼此间在光性和双晶等方面显示出它们原来为连续的单一晶体，可具有相同的消光位。

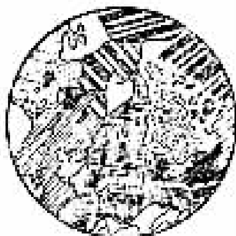

交代蚕蚀结构和交代残留结构

【交代穿孔结构】　交代结构的一种。其特征是，由交代作用形成的新矿物，在原来矿物的晶体中呈浑圆形或乳滴状零星分布。例如，由交代作用形成的石英，呈浑圆形或乳滴状，在长石或其他矿物中出现（如图）。这种结构可能是在交代作用过程中，由于新加入的组分沿原来矿物的解理或裂隙进行交代的结果。


交代穿孔结构

【交代蠕虫结构】　交代结构的一种。其特征是，在交代作用过程中形成的新矿物，在原来矿物的晶体中呈很小的蠕虫状嵌晶出现。最常见的是，在斜长石与钾长石接触时，在接触带附近的斜长石中，石英呈蠕虫状嵌晶出现，它们有时具有相同的消光位（如图），有人称为“蠕英石结构”。这种结构的成因比较复杂，大部分是钾长石交代斜长石时形成；有时是在斜长石交代钾长石时，由于析出过剩的二氧化硅而形成；也可由其他原因所形成。此外，有时还可见到，有微斜长石交代斜长石时，微斜长石也可呈蠕

虫状嵌晶出现在接触带附近的斜长石中。

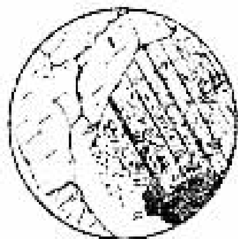


交代蠕虫结构

【交代条纹结构】 交代结构的一种，其特征是，在钾长石中包有较小的斜长石个体，二者交生；同一钾长石晶体中的全部斜长石个体可同时消光。斜长石个体不规则，在钾长石主晶内分布也很不均匀，同一薄片中的不同的钾长石内所包的斜长石的数量可有很大差别。这种结构主要是由酸性斜长石沿一定方向交代钾长石晶体而成，有时也可以是斜长石被钾长石强烈交代后呈残留体而成。

【交代反条纹结构】 交代结构的一种。其特征与交代条纹结构相似，不同的是在斜长石的晶体中包有较小的不规则的钾长石个体。这种结构主要是钾长石交代斜长石而成，在少数情况下，也可以是钾长石被酸性斜长石强烈交代后呈残留体而成。

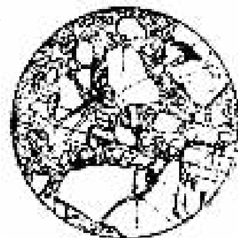
【交代净边结构】 交代结构的一种。最常见的是，在次生蚀变（如绢云母化、钠黝帘石化等）的斜长石与钾长石相接触的边缘，有一个表面干净的斜长石镶边或环带，故称为净边（如图）。它是在斜长石受到次生蚀变以后，因交代作用或重溶作用由外向内进行，原来的次生蚀变产物（如绢云母等）被吸收或溶解移去而形成。在钾长石晶体中的斜长石残留体边缘，有时可呈现一个完整的环带状净边。净边部分的斜长石比次生蚀变部分的斜长石，一般具有稍低的折光率和稍高的双折射率，可能含有较多的钠长石或钾长石组分。有时净边部分的斜长石，其成分也可和次生蚀变部分的斜长石基本相同。此外，在尘雾状的钠长石或石英的边缘，有时也可见到有净边现象。



交代净边结构

【交代斑状结构】 交代结构的一种。其特征是，交代成因的矿物呈较大的自形斑晶出现，以长石的斑晶最普遍；斑晶中常有交代残留的基质矿物；斑晶常切割变质岩的片理，而片理又可在斑晶中断续通过；斑晶推开变质岩片理的现象不显著；斑晶在岩石中分布不均匀，大小不等。

【交代似文象结构】 交代结构的一种。其特征是，在某些深变质岩石和混合岩中，常见石英呈不规则的细条状与钾长石交生，其形态与火成岩中的文象结构有些相似。



碎裂结构

【碎裂结构】 cataclactic texture 动力变质岩石的一种结构。又称“压碎结构”。其特征是，在应力作用下，岩石中的矿物颗粒破碎成外形不规则的带棱角的碎屑，碎屑的边缘常呈锯齿状，并常

具裂隙、扭曲变形及波状消光等现象（如图）。

【碎斑结构】 mortar texture 动力变质岩石的一种结构。其特征是，岩石受较强烈的应力作用后，大部分被压碎成细粒至隐晶质的碎屑，其中尚残留有一些较大的矿物碎块，外表很象“斑晶”，称为“碎斑”。碎斑和细粒基质的成分相似，常具有裂隙、碎粒化边缘及波状消光等现象。

【糜棱结构】 mylonitic texture 动力变质岩石的一种结构。其特征是，在强烈的应力作用下，岩石全部被压碎成极细的矿物碎屑和粉末，常有少量绢云母、绿泥石等新生矿物，一般具有类似流纹的条带状构造，有时可有少量较大的透镜状矿物碎屑（常为石英、长石等）。

【变余构造】 palimpsest structure 又称“残留构造”。为变质作用后保留下来的原岩构造。特别是在浅变质岩石中，原来沉积岩的层理、斜层理、波痕、泥裂等构造，原来火成岩的气孔、杏仁状、枕状等构造以及各种原生条带状构造，常能较好的保存下来。

【变余层理构造】 blastobedding structure 变余构造的一种。在由沉积岩或火山－沉积岩形成变质岩中常见。例如，在板岩、千枚岩、片岩及变粒岩中，见有颜色、结构或成分不同的条带，与劈理（或片理）平行或斜交，它是原岩中的沉积层理在变质后被保留下来的结果。

【变余气孔构造】 blastovesicular structure 变余构造的一种。指变质较浅的中—基性火山熔岩中，保留有原岩的气孔构造。

【变余杏仁状构造】 blastoamygdaloidal structure 变余沟造的一种。指变质较浅的中一基性火山熔岩中保留有原岩的杏仁状构造。

【变成构造】 metamorphic structure 指变质作用过程中由变形作用和重结晶作用所形成的构造。一般定向构造比较显著，如板岩中的板状构造、片岩中的片状构造、片麻岩中的片麻状构造等。有时定向构造不明显，如热接触变质作用形成的斑点状构造等。

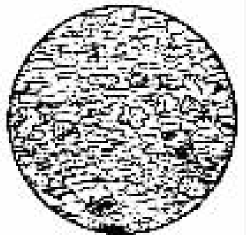
【斑点状构造】 spotted struc ure 热接触变质岩石的一种构造。主要在受轻微热接触变质的泥质岩石中，由于其中的炭质、铁质或新生成的空晶石、堇青石等矿物的雏晶，集中成不同形状和大小的斑点，不均匀分布于基本未重结晶的致密状泥质基质中。当温度进一步升高时，可形成斑状变晶结构。

【板状构造】 platy structure 又称“板劈理”。是板岩特有的构造。其特征是，在应力作用下，岩石中出现了一组互相平行的劈理面，使岩石沿劈理面形成板状。它与原岩层理平行或斜交。劈理面常整齐而光滑，有时有少量绢云母、绿泥石等，显微弱的绢丝光泽。但是，由热接触变质作用形成的板岩，其板状构造有时是代表原来岩石的板状层理，而不是由应力作用形成的板状劈理。

【千枚状构造】 phyllitic structure 区域变质岩石的一种构造，并且是千枚岩的典型构造。其特征是，岩石中的鳞片状矿物成定向排列，但因粒度较细，肉眼不能分辨矿物颗粒，仅在片理面上见有强烈的绢丝光泽，这是由于绢云母微细鳞片平行排列所致。通常在片理面上还有许多小皱纹。

【片状构造】 schistose structufe 又称“片理”。为变质岩中最常见的一种构造。其特征是，岩石主要由云母、绿泥石、滑石、角闪石等片状或柱状矿物所组成，它们呈连续的平行排列，一般粒度较粗，肉眼即能分辨颗粒，以此区别于千枚状构造。由矿物平行排列所组成的平面称为片理面。片理面可以是较平直的面，也可以呈波状的曲面。它常与原岩的层面平行一致，但有时二者也可斜交。

【片麻状构造】 gneissic structure 又称“片麻理”。其特征是，岩石中主要由粒状矿物组成，但又有一定数量的呈定向排列的片状或柱状矿物，后者在粒状矿物中呈不均匀的断续分布（如图）。


片麻状构造

【条带状构造】 streaked structure 在变质岩石中，各种矿物成分分布不均匀，以石英、长石、方解石等粒状矿物为主的浅色条带和以黑云母、角闪石、磁铁矿等为主的暗色条带，各以一定的宽度成互层状出现，形成颜色不同的条带状构造。例如，磁铁石英岩常具有这种构造。若条带的宽度变化较大，呈不连续分布，则称为“条痕状构造”。

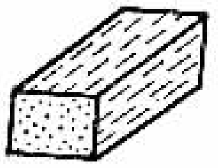
【条痕状构造】 见“条带状构造”。

【眼球状构造】 augen structure 在部分片麻岩和混合岩中，有时见有呈眼球状、透镜状或扁豆状的较大的长石晶体或长石和石英的集合体，被片状、柱状等矿物所环绕，外形很象眼球，故称为眼球状构造。

【压碎眼球状构造】 crush augen structure 动力变质岩石的一种构造。其特征是，岩石受较强烈的应力作用后，同时具有碎斑结构及片状构造，其中较大的矿物碎斑也成定向排列，在细粒基质中形成类似眼球的构造。

【结晶片理】 crystallization schistosity 一般泛指由区域变质作用所形成的定向构造，如千枚状构造、片状构造、片麻状构造等。

【线理】 lineation 区域变质岩石的一种构造。指岩石中柱状、针状矿物互相平行，呈线形定向排列的构造（如图）。


线 理

【定向构造】 oriented structure 岩石中的矿物平行某一平面或某一方向排列所形成的构造，统称为定向构造。如千枚状构造、片状构造、片麻状构造、条带状构造及线理等都属于定向构造。

【正变质岩】　ortho－metamor phic rock　过去把由火成岩形成的变质岩称为正变质岩，由沉积岩形成的变质岩则称为副变质岩。目前看来，恢复变质岩的原岩类型，必须考虑到原岩形成时地质环境的复杂情况。由于变质岩的原岩类型，既有火成岩或沉积岩，也有过渡类型的火山－沉积岩，因此，简单地将变质岩划分为正变质岩或副变质岩是不恰当的。

【副变质岩】　para－metamorphic rock　见“正变质岩”。

【板岩】　slate　具特征的板状构造的浅变质岩石。由粘土岩、粉砂岩或中酸性凝灰岩经轻微变质作用所形成。原岩因脱水，硬度增高，但矿物成分基本上没有重结晶或只有部分重结晶，具变余结构和变余构造，外表呈致密隐晶质，矿物颗粒很细，肉眼难以鉴别。有时在板理面上有少量绢云母、绿泥石等新生矿物，并使板理面略显绢丝光泽。板岩一般可根据颜色和杂质的不同详细命名，如黑色炭质板岩、灰绿色钙质板岩等。在低级热接触变质作用中，可形成具斑点状构造和板状构造的浅变质岩石，通常称为“斑点板岩”。板岩因具有板状构造，可沿板理面成片剥下，作为房瓦、铺路等建筑材料。

【斑点板岩】　spotted slate　见“板岩”。

【千枚岩】　phyllite　具典型的千枚状构造的浅变质岩石。由粘土岩、粉砂岩或中酸性凝灰岩经低级区域变质作用所形成。变质程度比板岩稍高，原岩成分基本上已全部重结晶，主要由细小的绢云母、绿泥石、石英、钠长石等新生矿物组成。一般具细粒鳞片变晶结构。岩石的片理面上具有明显的绢丝光泽，并常具皱纹构造。千枚岩可根据矿物成分和颜色的不同详细命名，如硬绿泥石千枚岩、黄绿色钙质千枚岩等。

【片岩】　schist　具明显片状构造的变质岩石。一般以云母、绿泥石、滑石、角闪石等片状或柱状矿物为主，并呈定向排列。粒状矿物主要为石英和长石，石英含量一般大于长石，长石含量常少于25—30%。岩石的变质程度比千枚岩高，具较粗的鳞片变晶结构或纤状变晶结构，矿物颗粒肉眼易于分辨，这是它与千枚岩的主要区别之处。有时可含少量铁铝榴石、十字石、蓝晶石等特征变质矿物的变斑晶，组成斑状变晶结构。片岩一般根据主要的片状或柱状矿物进行分类，如云母片岩、角闪片岩、绿泥片岩、滑石片岩等。片岩的类型不同，其原岩成分和变质条件亦不相同。

【结晶片岩】　crystalline schist　一般为具有定向构造的区域变质岩石的通称，如千枚岩、片岩、片麻岩、变粒岩等。但有时则泛指所有的区域变质岩石，而不论其是否具有明显的定向构造。

【云母片岩】　mica－schist　主要由云母组成的具片状构造的变质岩石。是片岩中最常见的岩石类型。矿物成分主要为白云母或（和）黑云母，其次为石英和中酸性斜长石，可含有少量铁铝榴石、十字石、蓝晶石等特征变质矿物。云母片岩可根据云母的种类及特征变质矿物详细命名，如石榴石黑云母片岩、十字石石榴石二云母片岩等。云母片岩是粘土岩、粉砂岩或中酸性火山岩经中级变质作用的产物。

【角闪片岩】 hornblende schist 主要由普通角闪石和石英组成的具片状构造的区域变质岩石。岩石中普通角闪石的含量一般大于石英，还可含少量斜长石、绿帘石、黑云母等矿物。具纤状变晶结构。它是铁镁质泥灰岩或基性火山岩经中级变质作用的产物。

【石英片岩】 quartz - schist 一种含石英较多的具片状构造的区域变质岩石。主要由石英、长石（钠长石、酸性斜长石）、绢云母、绿泥石或白云母、黑云母等组成，其中石英和长石的含量大于 50% （长石含量少于 25—30%）。它与一般片岩的区别是石英含量较多，与片麻岩的区别是其中的长石含量小于石英，而片麻岩中的长石含量则大于石英。石英片岩可根据其中片状矿物的种类详细命名，如绢云母石英片岩、白云母石英片岩等。它们是粉砂岩或中酸性火山岩经中低级变质作用的产物。

【钙质片岩】 cale - schist 为含有一定数量碳酸盐矿物和钙镁（铁）硅酸盐矿物的片岩的通称。岩石主要由云母、石英、方解石、白云石、绿泥石、绿帘石、透闪石或阳起石等组成，其中方解石和白云石的含量不大于 50%。为钙质页岩经中低级变质作用的产物。钙质片岩可根据其中的矿物成分详细命名，如方解石白云母片岩、方解绿帘透闪片岩等。

【绿片岩】 green schist 又称“绿色片岩”。为绿色至暗绿色具片状构造的区域变质岩石的通称。主要由绿泥石、绿帘石、黝帘石、阳起石等绿色矿物和钠长石、石英、绢云母等组成，有时可含少量方解石。岩石中的片状和柱状矿物大致呈定向排列，构成细粒鳞片变晶结构或纤状变晶结构，片状至千枚状构造。根据岩石中主要暗色矿物的种类可分为绿泥片岩、阳起片岩等。它们通常是基性火山岩经低级至中低级变质作用的产物。

【绿泥片岩】 chlorite - schist 主要由绿泥石组成的具片状构造的区域变质岩石，是绿片岩中最常见的岩石类型。岩石中除细鳞片状绿泥石外，还含有绿帘石、阳起石、钠长石、石英、绢云母等，有时可含少量方解石。岩石一般为绿色至暗绿色，稍具滑感，硬度较低。绿泥片岩可根据其中次要矿物的种类详细命名，如绿帘绿泥片岩、阳起绿泥片岩等。通常为中基性火山岩或粘土质岩石经低级变质作用的产物。

【滑石片岩】 talc schist 主要由滑石组成的具片状构造的变质岩石。是主要的滑石矿石。岩石中除细鳞片状滑石外，还可含少量绿泥石、蛇纹石、碳酸盐矿物（方解石、白云石或菱镁矿）及石英等。岩石一般为浅色，可以是浅灰色、浅绿色、浅红色或灰紫色，以硬低。具滑感为主要特征。通常是超基性岩或极富镁的碳酸盐岩经低级区域变质作用的产物，但超基性岩在热液蚀变作用及应力影响下也可以形成滑石片岩。

【蓝闪石片岩】 glaucophane schist 又称“蓝片岩”。为含有蓝闪石或硬柱石、硬玉、文石等高压低温变质矿物的区域变质岩石的通称。它们的变质作用属于蓝闪石一硬柱石片岩相（又称蓝片岩相）的范围。一般具细粒鳞片变晶结构或纤状变晶结构，片状构造。矿物成分中可有蓝闪石、铝铁闪石、钠闪石、钠铁闪石、硬柱石、硬玉、硬玉质辉石、霓石、石英、绿纤石、绿泥石、方解石或文石，有时可含钠长石、绿帘石、阳起石、石榴石、黑硬绿泥石、红帘石等。蓝闪石片岩常与绿片岩、榴辉岩等共生，主要分布于环太平洋褶皱带、阿尔卑斯山脉及乌拉尔山脉等地。关于蓝闪石片岩的成因，一般认为是属于高压低温区域变质作用的产物。板块构造学说认为它是由于大洋板块沿毕尼奥夫带向大陆板块下部俯冲时所形成的高压低温变质条件下的产物。也可能有一部分是由于钠质交代原来岩石形成的。

【绿岩】 greenstone 由中基性火山岩经低级区域变质作用形成的浅变质岩石。原岩类型主要为海底喷发的玄武岩、玄武安山岩及辉绿岩等。岩石一般为绿色，致密块状，片理一般不发育，具变余枕状构造和变余杏仁状构造，常见矿物为绿泥石、绿帘石、黝帘石、阳起石、钠长石、石英、绢云母、方解石和磁铁矿等。变质程度属于绿片岩相的范围。

【片麻岩】 gneiss 含长石、石英较多，粒度较粗（一般大于1mm），具明显片麻状构造的变质岩石。岩石中长石（钾长石、斜长石）和石英的含量大于50%，长石含量一般大于石英。片状或柱状矿物可以是云母、角闪石、辉石等。有时可含矽线石、蓝晶石、石榴石、堇青石等特征变质矿物。一般为变质程度较深的区域变质岩石，但在高温热接触变质作用时也可以形成片麻岩。片麻岩一般根据长石种类及主要的片状或柱状矿物详细命名，如黑云（钾长）片麻岩、角闪（斜长）片麻岩等，当长石种类未定时，则长石不参加命名。片麻岩的类型不同，其原岩成分及变质条件亦不相同。

【钙质片麻岩】 calc－gneiss 为含有一定数量钙镁（铁）硅酸盐矿物和碳酸盐矿物的片麻岩的通称。岩石主要由斜长石、石英、云母、普通角闪石、透辉石、方柱石、钙铝榴石或紫苏辉石等组成。其中可含方解石或白云石，但含量不大于50%。为钙质页岩经高级变质作用的产物。钙质片麻岩可根据其中的矿物成分详细命名，如角闪透辉斜长片麻岩、透辉方柱斜长片麻岩等。

【斜长片麻岩】 plagioclasegneiss 长石成分主要为斜长石（不含或含少量钾长石）的片麻岩。是片麻岩中最常见的岩石类型。主要由中酸性斜长石、石英、黑云母、普通角闪石或透辉石、紫苏辉石等组成。为中酸性火成岩、凝灰岩、粉砂岩或硬砂岩经中高级变质作用的产物。

【碱性长石片麻岩】 alkali - feldspar gneiss 长石成分主要为碱性长石的片麻岩。由钾长石、酸性斜长石、石英、黑云母、普通角闪石等组成。为酸性火成岩或长石砂岩经高级变质作用的产物。

【变粒岩】 leptynite 一种含长石、石英较多，含云母或其他暗色矿物较少（一般少于30%），具细粒等粒粒状变晶结构（一般小于1毫米）的区域变质岩石。岩石中的长石含量一般大于石英，可以是中酸性斜长石、钠长石或微斜长石，暗色矿物可以是黑云母、普通角闪石、透闪石、透辉石、电气石、磁铁矿等。由于岩石中的片状或柱状矿物常呈定向排列，故岩石具有似层理或片理构造。变粒岩与片麻岩的主要区别是变粒岩的结构较细，暗色矿物的含量比片麻岩少。但二者之间常有过渡类型存在。变粒岩是粉砂岩、硬砂岩、基性—酸性凝灰岩及少量中酸性熔岩，经中级变质作用的产物。

【浅粒岩】 leptite 又称“白粒岩”。是一种含暗色矿物很少，颜色很浅的具细粒粒状变晶结构的区域变质岩石。岩石中长石和石英的含量大于90%（长石含量大于25%），少量矿物可以是黑云母、角闪石、电气石、磁铁矿、铁铝榴石等，可分别称为黑云母浅粒岩、磁铁矿浅粒岩等。它们是酸性火山岩（包括凝灰岩）或长石砂岩经变质作用后的产物。

【麻粒岩】 granulite 又称“粒变岩”。一种在高温和中压或高压下稳定的区域变质岩石。其特征是，岩石中的含水矿物（如角闪石、黑云母等）均不稳定，一般含量很少或不出现。暗色矿物中主要为辉石（常见为紫苏辉石、透辉石），浅色矿物中有长石（斜长石、钾长石、条纹长石、反条纹长石）和石英，有时含石榴石、矽线石、蓝晶石、堇青石等。一般为中粗粒（有时为细粒）不均粒粒状变晶结构，具不明显的片麻状构造或块状构造。它们的变质作用属于典型的麻粒岩相的范围。由于原岩成分不同，麻粒岩中暗色矿物的含量亦不同，因此常分为二种类型：一种是暗色矿物含量大于30%时称为暗色麻粒岩或基性麻粒岩（如紫苏辉石麻粒岩等）；一种是暗色矿物含量少于30%时称为浅色麻粒岩或酸性麻粒岩（如矽线石榴长英麻粒岩等）。有人只把岩石中含有紫苏辉石且其含量在暗色矿物中占主要地位的变质岩称为麻粒岩。

【石英岩】 quartzite 石英含量大于85%的变质岩石。由石英砂岩或硅质岩经区域变质作用或热接触变质作用而形成。由于原岩所含杂质和变质条件的不同，岩石中除石英外，可含少量长石、绢云母、绿泥石、白云母、黑云母、角闪石、辉石等。一般具粒状变晶结构及块状构造，有时可具条带状构造。石英岩分布较广，是优良的建筑材料和制造玻璃的原料。

【含铁石英岩】 ferruginousquartzite 主要由石英和铁矿矿物（磁铁矿、赤铁矿、假象赤铁矿）组成的区域变质岩石，也是重要的贫铁矿石，平均含铁量为20—40%。岩石中还可含少量角闪石（铁闪石、镁铁闪石等）和辉石（透辉石、紫苏辉石）等。

一般具宽度不等的条带状构造，有时为片麻状构造或块状构造。一般认为是含铁硅质岩经变质作用后的产物。当含铁量大于20—25%时即可作为铁矿石开采。含铁石英岩根据其中铁矿矿物的种类可分为磁铁石英岩、赤铁石英岩、假象赤铁石英岩等。

【角闪质岩石】 hornblende rock 以普通角闪石为主要暗色矿物的区域变质岩石的通称。岩石中浅色矿物主要为斜长石，有的还含有不定量的石英，暗色矿物除普通角闪石外，可含有少量绿帘石、透闪石、镁铁闪石、透辉石、黑云母、铁铝榴石等，构造可为片状、片麻状、条带状或块状。根据岩石中普通角闪石、斜长石、石英的相对含量，可分为角闪片岩、角闪变粒岩、角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩及闪岩。

【斜长角闪岩】 amphibolite 又称“角闪岩”。是一种主要由普通角闪石和斜长石组成的区域变质岩石。岩石中普通角闪石和斜长石的含量相近或前者稍多于后者，可含少量石英、黑云母、铁铝榴石、绿帘石、透辉石或紫苏辉石等。构造可为片麻状、条带状或块状。为基性火成岩、凝灰岩或铁镁质泥灰岩经中级变质作用的产物。

【闪岩】 hornblendite 普通角闪石含量大于85%的区域变质岩石。岩石中除普通角闪石外，可含少量辉石、石榴石、斜长石、石英等。一般具中粗粒纤状变晶结构和块状构造。有时呈片状构造，可称为片状闪岩。它主要是超基性岩经中级变质作用的产物。

【辉岩】 pyroxenolite 辉石含量大于85%的区域变质岩石。主要由透辉石或（和）紫苏辉石组成，可含少量普通角闪石、石榴石、斜长石、石英、磁铁矿等，有时还可含少量黑云母。一般具中粗粒变晶结构和块状构造。常呈小透镜体或夹层产出，与麻粒岩相或角闪岩相的变质岩密切共生。它是超基性岩或富镁铁的不纯白云质岩石经中高级变质作用的产物。

【榴辉岩】 eclogite 一种主要由绿色绿辉石和粉红色含钙的铁镁铝榴石组成的区域变质岩石。典型的榴辉岩不含斜长石，可含少量石英，有时含有蓝晶石、顽火辉石、金红石、尖晶石等。岩石一般具中粗粒不等粒粒状变晶结构及块状构造，以比重大（3.6—3.9）为特征。榴辉岩的产状和成因比较复杂。根据地质产状可分为三种类型：A型，呈包体产于金伯利岩和层状超基性岩中；B型，呈透镜体产于角闪岩相和麻粒岩相的岩石中；C型，呈透镜体产于蓝闪石—硬柱石片岩相的岩石中。它的化学成分与基性火成岩相近，一般认为是在极高压条件下形成的岩石，但温度范围变化较大。在金伯利岩中呈包体的榴辉岩被认为是由来自地幔的原始物质形成的。

【榴闪岩】 主要由石榴石和绿闪石组成的区域变质岩。成因比较复杂，常与榴辉岩密切共生，有些可能是榴辉岩经退化变质作用形成，有些也可能是由于其他原因所形成。

【大理岩】 marble 是一种碳酸盐矿物（方解石、白云石为主）含量大于50%的变质岩石。它是由石灰岩、白云岩等碳酸盐岩经区域变质作用或热接触变质作用而形成。由于原岩所含杂质和变质条件的不同，大理岩中可含少量蛇纹石、透闪石、透辉石、方柱石、金云母、镁橄榄石、石英或硅灰石等特征变质矿物。一般具粒状变晶结构及块状构造，有时可具条带状构造。大理岩可根据碳酸盐矿物的种类、特征变质矿物、特殊的结构构造及颜色等详细命名，如大理岩、白云质大理岩、透闪石大理岩、条带状大理岩、粉红色大理岩等。大理岩一般呈白色，如含有不同杂质，则可出现不同的颜色和花纹，磨光后非常美观。其中结构均匀、质地致密的白色细粒大理岩，又称为“汉白玉”。它是优良的建筑材料和艺术装饰品。大理岩分布很广，我国云南省大理县是最著名的大理岩产地，大理岩即由此而得名。

【钙硅酸盐岩】 calc-silicate rock 为含有一定数量钙镁（铁）硅酸盐矿物和碳酸盐矿物的变质岩的通称。它包括钙质千枚岩、钙质片岩、钙质变粒岩、钙质片麻岩和具有块状构造的钙硅酸盐岩。具块状构造的钙硅酸盐岩，其矿物成分与钙质片岩或钙质片麻岩相似，但不具定向构造，可据其中的矿物成分直接命名，如方解绿帘透闪岩、绿帘角闪透辉岩等。

【刚玉岩】 corundolite 以刚玉为主的区域变质岩石，是重要的刚玉矿石。主要由刚玉、磁铁矿或钛磁铁矿组成，其他矿物可有长石、云母、矽线石等，为铝土矿经高级变质作用的产物。

【磷灰石岩】 apatitolite 含磷灰石<50%的区域变质岩石，是重要的富磷矿石。主要由磷灰石、方解石、白云石、白云母、石英、长石及氧化锰等组成。为富含磷的沉积物经中级变质作用的产物。

【角岩】 bornfels 又称“角页岩”。为具有细粒粒状变晶结构和块状构造的中高温热接触变质岩石的通称。原岩可以是粘土岩、粉砂岩、火成岩及火山碎屑岩。在热接触变质作用过程中，原岩成分基本上已全部重结晶，一般不具有变余结构，有时可具有不明显的层状构造。主要由长石、石英、云母、角内石、辉石等组成，有时可含少量红柱石、堇青石、石榴子石、矽线石等特征变质矿物的变斑晶，组成斑状变晶结构。岩石外表一般为深色，有时为浅色，致密坚硬。角岩可根据其中主要矿物和特征变质矿物详细命名，如堇青石黑云母角岩、长英角岩等。角岩一词的应用范围目前尚不一致，一般是把原岩（不包括碳酸盐岩和石英砂岩）经热接触变质作用后已基本上全部重结晶，并具有角岩结构和块状构造的岩石称为角岩，对未全部重结晶的浅变质岩石，则称为变质粘土岩、变质粉砂岩等。有人则把所有具块状构造的热接触变质岩石，包括未全部重结晶的浅变质岩石（大理岩除外）均称为角岩。

【蛇纹岩】 serpentinite 一种主要由蛇纹石组成的变质岩石。是由超基性岩主要

经中低温热液交代作用或中低级区域变质作用，使原岩中的橄榄石和辉石发生蛇纹石化而形成。主要由各种蛇纹石（叶蛇纹石、纤维蛇纹石、利蛇纹石等）组成，其次有磁铁矿、钛铁矿、铬铁矿、水镁石、镁铁碳酸盐矿物等，有时可含少量透闪石、金云母、滑石等。橄榄石和辉石可呈残留状态存在。岩石一般呈黄绿色至黑绿色，致密块状，硬度较低，略具滑感。风化面常呈灰白色，有时可见网纹状构造。因外表象蛇皮的花纹，故名蛇纹岩。蛇纹石化是超基性岩最典型和最普遍的热液蚀变作用。蛇纹岩或蛇纹石化橄榄岩常与铬、镍、钴、铂等金属矿床密切共生。在蛇纹石化过程中还可形成石棉、滑石、菱镁矿等非金属矿床。含镁高的蛇纹岩还可作为耐火材料和化肥原料。

【滑石菱镁岩】 li－stvenite 一种主要由滑石和菱镁矿组成的变质岩石。主要由超基性岩或蛇纹岩在富含二氧化碳的热液作用下形成。岩石主要由滑石、菱镁矿及其他碳酸盐矿物（方解石、白云石等）、石英等组成，有时含少量蛇纹石、透闪石、磁铁矿、尖晶石、铬云母、黄铁矿等。岩石一般为浅色，如灰白色、浅绿色、粉红色等，具中细粒鳞片粒状变晶结构及块状构造。若岩石具明显的片状构造，可称为“滑石菱镁片岩”。

【青磐石】 propylite 又称“绿磐岩”、“绿安岩”或“变安山岩”。是一种绿色致密块状的变质岩石。由中基性火山岩，主要在中低温热液及火山硫质喷气的影响下，经交代蚀变而形成。这种蚀变作用称为青磐岩化作用。它是钠长石化、阳起石化、绿帘石化、绿泥石化、碳酸盐化等的综合产物。因此，青磐岩的矿物成分主要为钠长石、阳起石、绿帘石、黝帘石、绿泥石、碳酸盐矿物（方解石、白云石等），其次为绢云母、石英、黄铁矿及其他金属硫化物等。岩石一般为细粒变晶结构，常具变余斑状结构。在岩性上它和区域变质作用形成的绿岩有时不易区别。青磐岩常与金、银、铜、铅、锌等金属矿床伴生，是寻找这些矿床的重要标志。

【云英岩】 greisen 主要由花岗岩在高温气化热液影响下经交代蚀变所形成的一种变质岩石。一般为浅色，如灰白色、灰绿色、粉红色等，具中粗粒鳞片粒状变晶结构及块状构造。矿物成分主要为石英、云母（白云母、锂云母、铁锂云母）、黄玉、电气石和萤石，其次为绿柱石、石榴石、金红石等，常见的金属矿物有锡石、黑钨矿、辉钼矿、辉铋矿、毒砂、黄铁矿及其他金属硫化物等。主要矿物含量变化较大，一般以石英和云母为主，但有时可以黄玉、电气石或萤石为主。因此，根据主要矿物的相对含量可分为：白云母石英云英岩、黄玉白云母云英岩、电气石石英云英岩、石英萤石云英岩等。云英岩一般分布在中等深度花岗岩侵入体边部及接触带附近的围岩中，常存在于侵入体的穹窿形顶部或岩枝部分。云英岩与钨、锡、钼、铋、砷、铍、铌、钽及多金属硫化物矿床有密切关系。我国云英岩的产地以南岭地区最为著名。

【黄铁绢英岩】 beresite 又称“黄铁长英岩”或“黄铁细晶岩”。是一种由酸性或中性脉岩经中低温热液交代作用所形成的变质岩石。主要由绢云母、石英、黄铁矿及少量碳酸盐矿物（铁白云石、方解石）等组成。岩石一般为黄绿色至浅灰色，具中细粒至显微粒状鳞片变晶结构，块状构造，可见变余斑状结构等。黄铁绢英岩按其岩性特征和形成环境属于云英岩和次生石英岩之间的过渡类型岩石。它是含金矿脉的主要找矿标志之一，有时也是锡、钼及多金属矿床的蚀变围岩。

【次生石英岩】 secondary quartzite 主要由中酸性火山岩或次火山岩，在火山硫质喷气和热液的影响下，经交代蚀变所形成的一种高度硅化的变质岩石。矿物成分主要为石英，可有绢云母、明矾石、高岭石、红柱石、水铝石和叶蜡石，其次为刚玉、黄玉、电气石、蓝线石、氯黄晶等。岩石一般为灰白色至深灰色，具细粒至显微粒状变晶结构及块状构造，可见变余斑状结构等。次生石英岩可根据其中的主要矿物详细命名，如明矾石次生石英岩、刚玉红柱石次生石英岩等。次生石英岩主要与明矾石、高岭石、叶蜡石、水铝石、刚玉、红柱石等非金属矿床有密切关系，是寻找这些矿床的主要标志。有时也与铜、铁、金、银及多金属矿床伴生。

【矽卡岩】 skarn 主要在中酸性侵入岩与碳酸盐岩（石灰岩、白云岩等）或中基性火山岩的接触带，在热接触变质作用的基础上和高温气化热液影响下，经接触交代作用所形成的一种变质岩石。矽卡岩常根据其中主要矿物的化学成分特点分为两种类型；一种是主要矿物为石榴石（钙铝榴石—钙铁榴石）、辉石（透辉石—钙铁辉石）、符山石、方柱石、硅灰石等富钙的硅酸盐矿物时，称为钙质矽卡岩（或简称矽卡岩）；一种是主要矿物为镁橄榄石、透辉石、尖晶石、金云母、硅镁石类、硼镁石、硼镁铁矿等富镁的（铝）硅酸盐矿物时，称为镁质矽卡岩。二种类型的矽卡岩有时可以重迭。矽卡岩中还可有绿帘石、透闪石、阳起石、方解石等次要矿物。矽卡岩的颜色和外表特征变化较大，主要与矿物成分和粒度有关。常见为暗褐色、暗绿色等，一般矿物晶形较好，具不等粒粒状变晶结构及块状构造，比重较大（3.3—3.9）。矽卡岩根据其中主要矿物可分为：石榴石矽卡岩、透辉石矽卡岩、金云母镁橄榄石矽卡岩等。矽卡岩与许多金属和非金属矿床有密切关系，主要有铁、铜、铅、锌、钼、钨、锡、硼、金云母等。需要指出的是，在前寒武纪变质岩地区，当镁质大理岩遭受混合岩化作用后，也可形成与镁质矽卡岩的矿物组合相似的岩石，有人也称为镁质的矽卡岩。

【压碎角砾岩】 crushbreccia 又称“构造角砾岩”或“断层角砾岩”。是一种由动力变质作用使原岩发生破碎后所形成的角砾状岩石。主要由大小不等的带棱角的原岩角砾组成，并被成分相同的微细碎屑所胶结。常沿断裂带分布，是断裂带的显著标志之一。

【碎裂岩】 cataclasite 由于原岩遭受较强烈破碎后所形成的一种动力变质岩石。主要由较小的岩石碎屑和矿物碎屑组成，有时可形成少量绢云母、绿泥石等新生矿物，岩石一般具碎裂结构或碎斑结构及块状构造。碎裂岩可根据原岩类型详细命名，如压碎花岗岩、压碎石英砂岩等。有人把具有碎斑结构的碎裂岩称为“碎斑岩”（碎斑粒度较

粗、碎斑结构明显）或“碎粒岩”（碎斑粒度较细，碎斑结构不明显）。

【碎斑岩】 见“碎裂岩”。

【碎粒岩】 见“碎裂岩”。

【糜棱岩】 mylonite 由于原岩遭受强烈挤压破碎后所形成的一种粒度较细的动力变质岩石。主要由细粒的石英、长石及少量新生矿物（绢云母、绿泥石等）所组成，矿物碎屑的粒度一般小于 0.5 毫米，有时可含少量较粗的原岩碎屑，呈眼球状的碎斑。在显微镜下，可见碎屑矿物具有波状消光、解理和双晶纹弯曲、颗粒边部碎粒化等现象。岩石一般具有类似流纹的条带状构造，岩性致密坚硬。主要由花岗岩、石英砂岩等刚性岩石遭受强烈动力变质作用后所形成。常见于扭性或压扭性的断裂带中。有人把岩石中矿物碎屑的粒度一般小于 0.02 毫米或碎斑含量少于 10% 的糜棱岩，称为“超糜棱岩”。

【超糜棱岩】 ultramylonite 见“糜棱岩”。

【千糜岩】 phyllonite 又称“千枚糜棱岩”。是一种原岩遭受很强烈的挤压破碎后所形成的具细粒结构和千枚状构造的动力变质岩石。主要由纲粒的石英、长石及大量的新生矿物（如绢云母、绿泥石、绿帘石、钠长石等）所组成。它在矿物成分和结构构造上与区域变质作用形成的千枚岩有些相似，但在形成条件和野外产状等则与千枚岩有所不同。

【假熔岩】 buchite 又称“玻化岩”。是一种由动力变质作用形成的玻璃质岩石。为原来岩石在由强烈错动而产生的高温影响下，发生融熔后又经快速冷凝而形成。一般为黑色，有时为棕色。主要见于扭性或压扭性的断裂带中。

【变质矿物共生组合】 metamorphic mineral association 指在同一变质作用条件下同时形成的一组变质矿物。属于同一共生组合的各种矿物之间，一般没有交代结构或其他反应结构。在没有彻底重结晶或经受复变质作用的变质岩中，常存在形成于不同时期（世代）的矿物，此时，组成岩石的矿物成分应分属于两个或两个以上的不同的矿物共生组合。变质矿物共生组合既反映原岩成分的特点，又反映变质当时的温度和压力条件，它是进行矿物共生分析和研究变质相的基础。

【变质相】 metamorphic facies 变质作用过程中，在一定的温度和压力范围内，不同原岩中同时形成的各种矿物共生组合，组成一个变质相。每一个变质相可包括几个化学成分不同的原岩所形成的变质矿物组合，各个矿物组合与各自原岩的总化学成分之间有着一定的对应关系。根据形成时温度和压力条件的不同，可将所有的变质矿物组合划分为若干个变质相。不同的变质相往往以代表性的矿物组合或相当于该矿物组合的特征性岩石来命名，例如，辉石角岩相、蓝闪石—硬柱石片岩相、绿片岩相、角闪岩相，麻粒岩相、等等。研究一个变质地区内每一个变质相的特点，能确定这一地区变质作用的温度和压力范围及其变化关系。

【变质亚相】　metamorphice subfacies　是变质相的进一步划分，它所代表的温度和压力范围比变质相要小一些。它可以是二个变质相之间的过渡相，例如，角闪石麻粒岩亚相就是麻粒岩相和角闪岩相之间的过渡相。它也可以是变质相系的一个组成部分，能更明确地反映这一变质相系的温度和压力特征，例如，堇青石—角闪岩亚相就是低压变质相系的一个特征的矿物组合。

【变质相系】　metamorphic facies series　在一个变质地区内，温度和压力之间的相互关系及变化特点，常常可以用一系列的变质相表示，这种系列称为变质相系，或简称相系。每一个变质地区常具有某一特征的变质相系。其中温度与压力之间的关系表现也不同，这种关系受该地区的大地构造环境所支配。根据特征的矿物组合标志和地热梯度的变化范围，可将变质相系大致分为四个基本类型：①接触变质相系，以泥质原岩中出现红柱石、堇青石为特征，地热梯度大于60℃/公里；②低压区域变质相系（红柱石—矽线石型），以泥质原岩中出现红柱石、堇青石为特征，地热梯度为60—25℃/公里；③中压区域变质相系（蓝晶石—矽线石型），以泥质原岩中出现蓝晶石、十字石、铁铝榴石为特征，地热梯度为25—16℃/公里；④高压区域变质相系（硬玉—蓝闪石型），以硬玉和石英代替钠长石出现为特征，地热梯度为16—7℃/公里。

【活动组分】　mobile component　指变质作用及混合岩化作用过程中，在特定的温度、压力、原岩成分及组分浓度等条件下，通过孔隙溶液及裂隙溶液能够与外界自由交换的组分。可以认为，在整个作用过程中，岩石始终为活动组分的溶液所饱和。它们在原岩中的含量，对变质岩或混合岩的矿物组合没有影响。在一般变质作用过程中，水和二氧化碳等挥发性组分通常为完全活动组分。在混合岩化过程中，氧化钾和氧化钠通常成为活动组分，其他造岩氧化物有时也成为活动组分，可引起不同性质的交代作用。

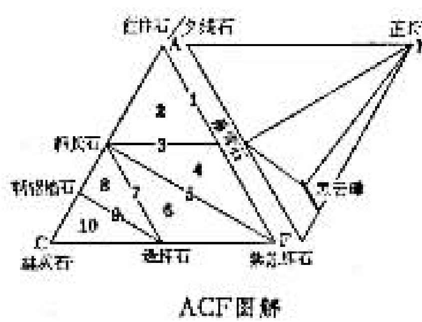
【惰性组分】　inert component　指变质作用及混合岩化作用过程中，在特定的温度、压力、原岩成分及组分浓度等条件下，岩石中不能与外界自由交换的组分。它们在原岩中的含量，对变质岩或混合岩的矿物组合有重大关系。在一般变质作用过程中，主要造岩氧化物均为惰性组分，但在一定的物理化学条件下，某些造岩氧化物也可以成为活动组分。例如，在混合岩化过程中，氧化钾、氧化钠及其他一些造岩氧化物均可以成为活动组分。

【矿物相律】　mineralogical phase rule　应用热力学中的相律，研究变质岩的矿物共生组合与原岩的总化学成分、温度、压力等条件之间的关系时所得出的一个规律。在封闭系统中，相的数目即矿物数目（P）与自由度（f）和组分数目（c）之间的关系是：$p+f=c+2$。因为自然界存在的各种变质矿物共生组合是在一定温度和压力范围内的产物，变质作用时温度和压力都可在一定范围内发生变化，即自由度$f\geqslant2$，由此得出变质岩中平衡共生的矿物数目等于或少于岩石中的组分数，即$p\leqslant C$，这一规律称为矿物相律。例如，在$MgO-Al_2O_3-SiO_2$的三组分系统中，同时稳定共存的矿物数目最多不超过三种，可以是镁橄榄石、尖晶石、方镁石；镁橄榄石、尖晶石、顽火辉石；刚玉、尖晶石、堇青石等共生组合。在开放系统中，岩石中的组分可分为惰性组分（Ci）

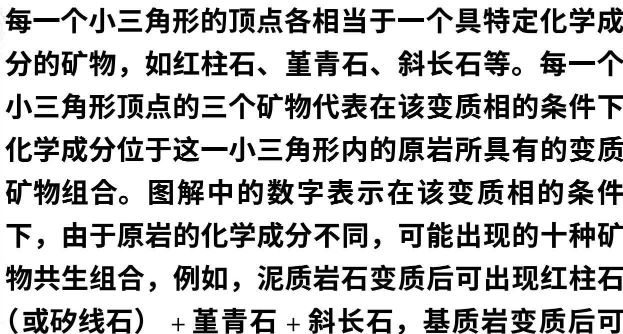
和活动组分（Cm），即 C = Ci + Cm，由于在一定的温度和压力条件下，岩石中只有惰性组分与变质岩的矿物组合有关，而完全活动组分对变质岩的矿物组合没有影响，即自由度 f≥2 + Cm，因此，进一步认为变质岩中平衡共生的矿物数目应等于或少于岩石中惰性组分的数目，即 p≤Ci。

【ACF 图解】　ACF diagram　一种三元系的变质岩的矿物共生图解，用以表示变质相或变质亚相中每一个矿物共生组合与岩石的化学成分之间的相互关系。一般用等边三角形表示，三角形的三个顶点分别为 A、C、F，其中 $A = Al_2O_3 + Fe_2O_3 -$ （$Na_2O + K_2O$），$C = CaO$，$F = FeO + MgO + MnO$，各种氧化物的数量均用分子数表示，并使 $A + C + F = 100$。AKF 图解与 ACF 图解相似，其中 $A = Al_2O_9 + Fe_2O_3 -$ （$Na_2O + K_2O + CaO$），$K = K_2O$，$F = FeO$

MgO + MnO。现用辉石角岩相的 ACF 图解和 AKF 图解加以说明（如图）。图解中

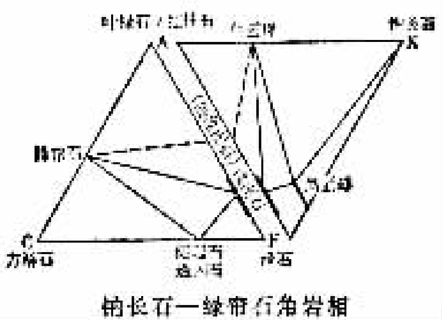


ACF图解


每一个小三角形的顶点各相当于一个具特定化学成分的矿物，如红柱石、堇青石、斜长石等。每一个小三角形顶点的三个矿物代表在该变质相的条件下化学成分位于这一小三角形内的原岩所具有的变质矿物组合。图解中的数字表示在该变质相的条件下，由于原岩的化学成分不同，可能出现的十种矿物共生组合，例如，泥质岩石变质后可出现红柱石（或矽线石）+堇青石+斜长石，基质岩变质后可出现紫苏辉石+透辉石+斜长石，碳酸盐岩变质后可出现硅灰石透辉石+钙铝榴石，等等。

【AKF 图解】　AKF diagram　又称 AKF 图解。见 ACF 图解。

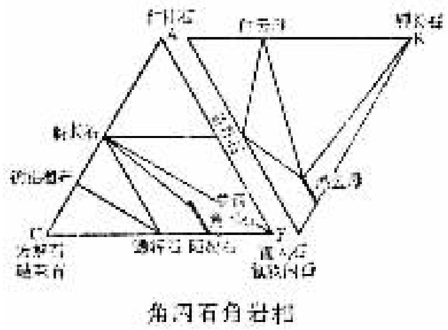
【钠长石—绿帘石角岩相】　albiteepidote hornfels facies　一种低温接触变质相。见于接触变质圈的最外带。不同原岩形成的典型变质矿物组合及主要岩石类型如下（如图）：基性岩（白云质泥灰岩）阳起石 + 绿帘石 + 绿泥石 + 钠长石 + 石英（±黑云母），变为变质基性岩或角岩；泥质岩石（铝高）叶蜡石 + 白云母 + 绿泥石 + 绿帘石 + 石英（±钠长石）（原岩富铁时出现硬绿泥石），变为斑点板岩或角岩；泥质石灰岩方解石 + 透闪石 + 绿帘石/黝帘石 + 钠长石（±黑云母），变为大理岩。根据由高岭石和石英形成叶蜡石的变质反应，这一变质相的温度下限为



钠长石一绿帘石角岩相

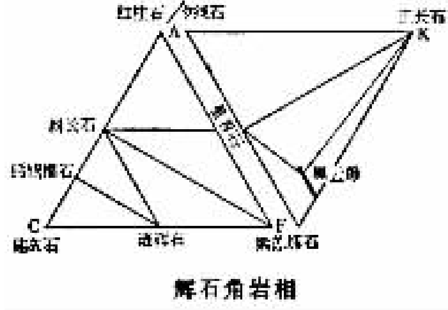
400℃。根据绿泥石、白云母和石英转变成堇青石和黑云母的变质反应，这一变质相的温度上限（它与角闪石角岩相的界线）为 540℃ 左右。这一变质相的压力在 2 千巴以下。

【角闪石角岩相】　hornblende hornfels facies　**一种中温接触变质相。不同原岩形成的典型变质矿物组合及主要岩石类型如下（如图）：基性岩（白云质泥灰岩）普通角闪石＋直闪石/透辉石＋斜长石＋石英（±黑云母），变成角岩；泥质岩石（铝高）红柱石＋白云母＋堇青石＋斜长石＋石英（±黑云母），变成角岩或片岩；泥质石灰岩方解石＋透辉石＋钙铝榴石（±黑云母），硅灰石偶而出现，变成大理岩。根据绿泥石、白云母和石英转变成堇青石和黑云母的变质反应，角闪石角岩相的温度下限（它与钠长石—绿帘石角岩相的界线）为** 540℃ **左右。根据白云母和黑云母转变成正长石和堇青石的变质反应，角闪石角岩相的温度上限（它与辉石角岩相的界线）为** 630℃ **左右。这一变质相的压力在** 2 **千巴以下。**



角闪石角岩相

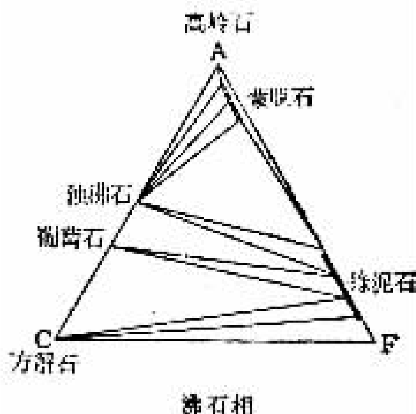
【辉石角岩相】　pyroxene horafels facies　**一种高温接触变质相。见于接触变质圈的最内带。不同原岩形成的典型变质矿物组合及主要岩石类型如下（如图）：基性岩（白云质泥灰岩）紫苏辉石＋透辉石＋斜长石（**An **高）＋石英（±黑云母），变成角岩；泥质岩石（铝高）红柱石/矽线石＋堇青石＋正长石＋斜长石＋石英，变成角岩或片麻岩；泥质石灰岩硅灰石＋透辉石＋钙铝榴石（±黑云母），变成大理岩。根据白云母和黑云母转变成正长石和堇青石的变质反应，辉石角岩相开始时的温度（它与角闪石角岩相的界线）为** 630℃ **左右，压力在** 2 **千巴以下。**



辉石角岩相

【透长石相】　sanidine facies　变质相中很少见的一种类型，属于极高温、低压的接触变质相。分布很局限，仅见于火山岩和次火山岩中的捕虏体及接触带附近的围岩中。矿物成分比较复杂，因为变质作用的时间很短，温度降低很快，产生的矿物组合有可能没有达到平衡状态。由于水蒸气和二氧化碳的压力很低，常出现一系列近似实验室干熔浆中结晶形成的高温矿物，如鳞石英、多铝红柱石、黄长石、钙镁橄榄石、斜硅钙石等。富钠的透长石是这个变质相的标志矿物。此外，在泥质原岩中可出现钙长石、硅灰石、透辉石、堇青石、斜紫苏辉石等，在二氧化硅不足的原岩中可出现方镁石、尖晶石、刚玉等。由于温度很高，可使原岩局部熔化，形成一部分玻璃质。根据实验资料，透长石相的温度范围在800—1000℃之间，压力在500巴以下。

【沸石相】　zeolite facies　变质相的一种类型。它相当于某些人划分的“浊沸石相”。一般代表区域变质作用的开始，主要为中生代及新生代的地槽型沉积下沉到一定深度时发生的近低温的变质作用。变质岩石类型为浅变质的中基性火山岩和硬砂岩等，主要的典型变质矿物组合（如图）：①浊沸石+绿泥石+石英；②浊沸石+葡萄石+绿泥石+石英；③葡萄石+方解石+绿泥石+石英。根据片沸石转变成浊沸石和石英的变质反应，沸石相的温度下限为230℃左右。根据浊沸石完全分解转变为绿纤石的变质反应，沸石相的温度上限（它与葡萄石—绿纤石相的界线）为360—370℃左右。沸石相形成时的压力为2—3千巴左右，相当于5—9公里的深度。

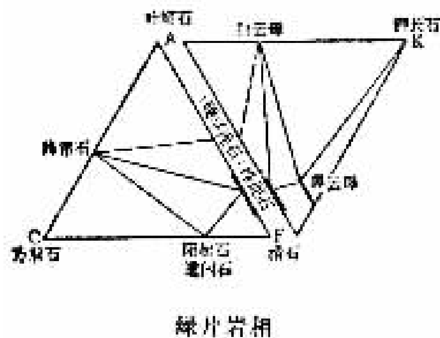


沸石相

【葡萄石—绿纤石相】　prehnitepumpellyite facies　变质相的一种类型，属于近低温、中压的区域变质相。其地质产状与沸石相类似，且常伴生，但深度较大，变质温度较高。变质岩石类型为重结晶和片理化的变质硬砂岩和变质中基性火山岩，主要的典型变质矿物组合如下：①绿纤石+葡萄石+绿泥石+钠长巧+石英；②绿纤石+绿泥石+绿帘石+钠长石+石英；③葡萄石+绿泥石+石英。根据浊沸石完全分解转变为绿纤石的变质反应，这一变质相的温度下限（它与沸石相的界线）为360—370℃左右，当温度升高到400℃以上时，绿纤石又转变成黝帘石或绿帘石，所以这一变质相的温度范围很小（360—400℃），压力范围在2—6千巴之间。

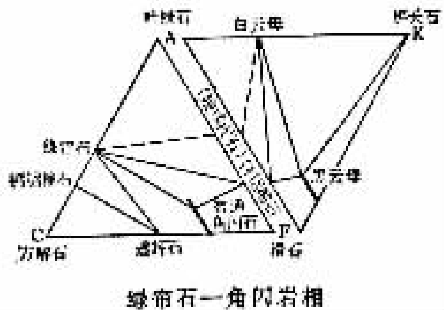
【蓝闪石－硬柱石片岩相】　glaucophane－lawsonite schist facies　变质相的一种类型。又称“蓝闪石片岩相”或“蓝片岩相”。属于低温、高压的区域变质相。主要分布于环太平洋的中生代褶皱带内，常与绿片岩相伴生，且有过渡性组合。这一变质相的特征矿物为蓝闪石、硬柱石、硬玉和文石，其中硬柱石是这一变质相的标志矿物。在不同压力条件下的典型变质矿物组合如下：①硬柱石＋钠长石＋绿泥石（±石英±方解石±多硅白云母）（中—高压）；②硬柱石＋蓝闪石＋钠长石＋文石（无石英时可出现硬玉）（高压）；③硬柱石＋蓝闪石＋硬玉＋石英（极高压）。根据地质观察和岩矿研究资料的分析，这一变质相的温度范围大致在300—450℃左右，压力范围一般在6—12千巴之间，最高可达14千巴左右。

【绿片岩相】　greenschist facies　又称“绿色片岩相”。是变质相中分布比较广泛的一种类型，属于低温、中—高压的区域变质相。不同原岩形成的典型变质矿物组合及主要岩石类型如下（如图）：基性岩（白云质泥灰岩）钠长石＋绿帘石＋绿泥石＋阳起石（±方解石），变为绿片岩；泥质岩石钠长石＋绿泥石＋白云母＋黑云母＋石榴子石（MnO＞18%）＋石英（原岩富铁时出现硬绿泥石），变为板岩或千枚岩；泥质石灰岩方解石＋绿帘石＋透闪石/阳起石，变为大理岩。根据由高岭石和石英形成叶蜡石的变质反应。绿片岩相的温度下限为400℃左右。根据叶蜡石分解变成蓝晶石（或红柱石）和石英的变质反应。，绿片岩相的温度上限为510—530℃，绿片岩相的压力范围在2—10千巴之间。

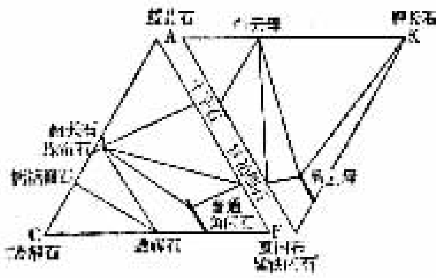


绿片岩相

【绿帘石－角闪岩相】　epidote－amphibolite facies　变质相的一种类型，属于中温、中一高压的区域变质相。不同原岩形成的典型变质矿物组合及主要岩石类型如下（如图）：基性岩（白云质泥灰岩）钠长石＋绿帘石＋普通角闪石＋铁铝榴石，变为角闪片岩；泥质岩石斜长石（An＜20）＋白云母＋黑云母＋铁铝榴石（原岩富铁时出现硬绿泥石），变为云母片岩；泥质石灰岩方解石＋透辉石＋钙铝榴石＋黝帘石＋斜长石，变为大理岩；这一变质相的温度范围可能在500—575℃之间，压力为3—5千巴左右。它与绿片岩相的主要区别是以普通角闪石代替阳起石稳定出现为特征，有些研究者考虑到普通角闪石与阳起石一般根据光学性质不易区别等原因，建议将这一变质相归于绿片岩相或角闪岩相，而称为绿帘石—角闪岩亚相。

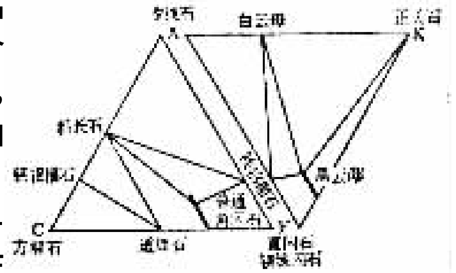


绿帘石—角闪岩相



角闪岩相之一

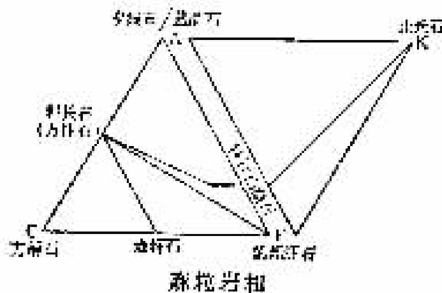
【角闪岩相】 amphibolite facies 变质相中分布比较广泛的一种类型，属于中温、中—高压或低压的区域变质相。由基性岩变质的岩石中的典型矿物组合为斜长石。普通角闪石和铁铝榴石，常见的岩石类型为斜长角闪岩。泥质原岩在中压条件下形成含蓝晶石。十字石等的云母片岩（十字石—蓝晶石带）或含矽线石和正长石等的片麻岩（矽线石带）（如图），而在低压条件下则形成含红柱石（或矽线石）和堇青石等的云母片岩或片麻岩。



角闪岩相之二

根据实验资料，角闪岩相的温度范围在575—700℃之间。属于中—高压变质相系者，压力在5—10千巴之间，属于低压变质相系者，压力为2—5千巴左右。

【麻粒岩相】 granulite facies 变质相的一种类型。又称“粒变岩相”。属于高温、中—高压的区域变质相。主要呈大面积分布于前寒武纪（尤其是太古代）的结晶基底中。它们矿物组合以含斜方辉石和单斜辉石为特征，含水的角闪石或黑云母一般含量很少或不出现。不同原岩形成的典型变质矿物组合及主要岩石类型如下（如图）：基性岩（白云质泥灰岩）斜长石（An>50）+斜方辉石+铁镁铝榴石（±单斜辉石±方柱石），变成暗色麻粒岩；泥质岩石正长石（Ab30—47）+斜长石（Anl7—58）+铁镁铝榴石+蓝晶石/矽线石+堇青石+石英（±紫苏辉石±顽火辉石），变成浅色麻粒岩；泥质石灰岩方解石+斜长石+透辉石+石英，变成大理岩。根据普通角闪石转变成斜方辉石的变质反应（脱水反应），麻粒岩相的温度一般超过700℃，上限可能达800℃以上。麻粒岩相岩石形成时的水蒸气压力较小。压力范围变化较大，一般为中高压，含有堇青石者属于中低压，含有蓝晶石者可能属极高压（10千巴以上）。



麻粒岩相

【榴辉岩相】 eclogite facies 变质相的一种类型，属于极高压区域变质相。特征岩石为榴辉岩，化学成分大致相当于玄武岩，常呈小岩体或透镜体产于各地质时代的其他岩石中。矿物组合比较简单，主要由绿辉石和铁镁铝榴石组成，典型的榴辉岩不含斜长石，可含有石英及少量顽火辉石、蓝晶石、橄榄石、尖晶石、金红石等矿物。形成榴辉岩相的压力很高，一般大于10千巴，但温度范围比较广泛。产于金伯利岩和超基性岩中的榴辉岩，来源于地幔，形成温度较高。产于蓝闪石—硬柱石片岩相或绿帘石—角闪岩相中的榴辉岩则可能形成于中低温。

【区域混合岩化作用】 regional migmatization 是在区域变质作用的进一步发展阶段，使变质岩向混合岩浆（溶浆）转化并形成混合岩的一种作用。这种作用可能有两种方式：一种方式是在区域变质作用的基础上，由于地壳内部热流的继续升高，可使一部分固态岩石发生选择性重熔（溶），形成重熔（溶）岩浆，并与已变质的岩石发生混合岩化作用，形成不同类型的混合岩；另一种方式是由于地壳深部上升的热液（或岩汁），与已变质的岩石发生交代作用，形成一部分熔（溶）浆，并同时形成不同类型的混合岩。这二种方式在不同的混合岩化地区内实际上都可能存在。

【边缘混合岩化作用】 marginal migmatization 指岩浆或再生岩浆侵入围岩时，在侵入体与围岩的接触带发生的一种混合岩化作用。侵入体附近的变质岩，由于受到岩浆或再生岩浆或与之有关的流体的注入和交代作用，可形成不同类型的混合岩。此种混合岩化作用规模一般较小，常局限于某些花岗质岩体的外接触带，所形成的混合岩呈宽度不大的带状分布。侵入体与围岩之间常表现为交代侵入接触。这种混合岩化作用常发生在某些活动地区（一般属于地槽区），生成的部位较浅，混合岩化程度一般较弱，不生成均质混合岩或混合花岗岩等强烈混合岩化作用的岩石。

【混合岩化作用】 migm atization 泛指区域混合岩化作用和边缘混合岩化作用。有时则为区域混合岩化作用的简称。

【超变质作用】 ultrametamorphism 指在较高级区域变质作用的基础上，由于地壳下沉或深部热流的继续升高，使原来的变质岩发生部分重熔（溶）而转化为岩浆的一种作用。由于这种作用的结果，出现了部分重熔（溶）岩浆，其性质超过了一般变质作用的范围，因此称为超变质作用。在国外，有人把超变质作用与区域混合岩化作用通用。

【深流作用】 rheomorphism 指混合岩化过程中，在地壳深部，由于温度升高，使岩石发生部分熔（溶）融，而具有可塑性和流动性的一种作用。深流作用的进一步发展可以产生重熔（溶）岩浆。

【重熔作用】 anatexis 又称“深熔作用”。当区域变质作用进一步发展，温度升高到700℃左右，不需要外来物质的参与，使固态岩石发生选择性重熔（溶），其中具有低共熔点的长石和石英首先开始熔（溶）化，成为液相，这种作用称为重熔作用。由这种作用产生的岩浆，称为重熔（溶）岩浆。

【再生作用】 palingenesis 在混合岩化过程中，由地壳深部上升的富含钾、钠、硅和水等具有高度化学活动性和渗透能力的热液（或岩汁），通过渗透交代作用，与原来的变质岩发生反应，并使其中的某些物质进入熔（溶）化状态，产生了新的熔（溶）浆，这种作用称为再生作用。这种由深部热液与原岩发生交代反应而产生的岩浆，称为再生岩浆。在国外，再生作用和重熔作用这两个词有时可以通用。

【花岗岩化作用】 granitization 一般是指混合岩化作用最强烈时，形成花岗岩或花岗质岩石的一种作用，而不考虑它们的形成方式。但有人认为，花岗岩化作用仅指原来的变质岩不经过熔融阶段，而在固体状态下，经过交代作用直接转变成花岗质岩石的一种作用。从后一种意义上说，混合花岗岩可以是由花岗岩化作用形成，也可是混合岩化作用最强烈时的产物。

【长石化作用】 feldspathization 是交代作用的一种表现形式。由于碱性交代作用的结果，形成了大量的碱性长石（包括微斜长石、正长石、钠长石、奥长石等），它们多呈交代斑晶出现，这种作用称为长石化作用。

【注入作用】 injection 是指混合岩化作用过程中，外来物质沿变质岩的片理或裂隙注入的一种作用。其特征是，以长石、石英为主的新生成的物质沿原来变质岩的片理或裂隙呈眼球状、条带状、树枝状等分布，二者之间的界限比较清楚，没有明显的交代作用。

【基体】 substratum 在混合岩化程度较弱的岩石中，通常可分为原来变质岩的“基体”和新生成的“脉体”二个部分。基体部分基本上代表原来变质岩的成分，一般暗色矿物较多，有时由于受交代作用的影响，可有一定程度的变化，如粒度变粗、长英质增多、角闪石发生黑云母化等。随着混合岩化程度的增强，基体与脉体之间的界线逐渐消失。

【脉体】 又称“脉状体”或“岩脉物质”。指混合岩化过程中，由于注入，交代或重熔作用的结果而新生成的物质。主要由浅色的长石和石英组成，可含有少量的暗色矿物。结构变化较大，可为细晶状、花岗状或伟晶状，有时可具有片麻状构造。在混合岩化作用较弱时，常在原来变质岩的基体中呈树枝状、条带状、眼球状或交代斑晶出现，脉体与基体之间的界线比较明显。随着混合岩化作用的增强，二者之间的界线可逐渐消失。脉体物质的成因比较复杂，它可以是由于外来物质的注入作用形成；也可以是原来变质岩中的长英质组分由于选择性重熔而相对集中的结果；还可以是外来物质与基体中的物质发生混合交代作用的产物。实际上这三种情况都存在，但在不同类型的混合岩中往往以某一种成因为主。

【混合岩化变质岩】 migmatization metamorphic rock 指遭受很轻微混合岩化作用的变质岩。其特征是，在变质岩中有零星分布的长英质、伟晶质、花岗质等的细脉或长石交代斑晶。例如，含长英质细脉混合岩化斜长角闪岩、含钾长石交代斑晶混合岩化黑云母片麻岩等。

【混合岩】 migmatite 由混合岩化作用所形成的各种岩石。它们是由原来的变质岩经受注入、交代、重熔（□）等作用后所形成的岩石。其主要特点是岩石中的矿物成分和结构构造很不均匀，在交代作用较弱的岩石中，可分辨出原来变质岩的基体和新生成的脉体二部分。随着交代作用的增强，基体与脉体之间的界线逐渐消失，最后可形成类似花岗质岩石的混合岩。根据混合岩化作用的方式和强度以及岩石的构造特征等，混合岩可分为不同的类型，如眼球状混合岩、条带状混合岩、混合片麻岩、混合花岗岩等。

【注入混合岩】 injection migmatite 主要由注入作用形成的各种混合岩的通称。其特征是，岩石中以原来变质岩的基体为主，长石质或长英质等脉体的含量占次要地位。脉体与基体之间的界线一般比较明显，除接触线附近外，基体中矿物所受的交代作用不显著。这类混合岩一般代表混合岩化作用的开始。根据构造特征可分为不同的岩石类型，如分枝混合岩、角砾状混合岩、眼球状混合岩等。

【分枝混合岩】 ramification migmatite 具有树枝状构造的一种混合岩。其特征是，在野外露头上，可见长英质等脉体呈树枝状分布于基体中，基体多为片理不好的块状变质岩。脉体与基体之间的界线一般比较明显，主要由注入—交代作用所形成。若脉体含量增多，在基体中呈网脉状分布时，则称为“网状混合岩”。

【网状混合岩】 diktyonite 见“分枝混合岩”。

【角砾状混合岩】 agmatite 具有特征的类似角砾状构造的一种混合岩。岩石中的基体呈大小不等的“角砾”，它们通常为片理不好，且富含暗色矿物的块状变质岩，常见的为斜长角闪岩、闪岩、辉岩等。长英质等脉体在“角砾”之间呈“胶结物”状态出现，二者之间的界线一般比较明显，主要由注入—交代作用所形成；这种混合岩的出现有时与构造作用有一定关系。

【眼球状混合岩】 augen migmatite 具有典型的眼球状构造的一种混合岩。基体通常为片理较好的片岩、片麻岩及变粒岩等。脉体物质呈大小不定的“眼球状”，通常为钾微斜长石晶体或长石和石英的集合体，它们大致平行变质岩的片理分布，与变质岩基体之间的界线比较清楚，主要由注入—交代，作用所形成。若脉体物质为半自形或自形的钾微斜长石，则形成交代斑状结构。有时基体中的眼球状脉体增多，形成“串珠状”，可逐渐过渡为条带状混合岩。

【条带状混合岩】 striped migmatire 具有特征的条带状构造的一种混合岩。基体通常为片理较好的片岩、片麻岩等。脉体多为粉红色或灰白色的花岗质，基本上平行片理分布，与暗色矿物较多的基体呈条带状互层，条带的宽窄变化较大，可有分枝及尖灭现象。基体与脉体的相对含量变化不定，二者之间的界线有时比较明显，有时则不明显，呈渐变过渡关系，这主要与交代作用的强弱有关。若条带的宽度变化较大，延长不远即尖灭，呈断续分布时，则称为“条痕状混合岩”。这种混合岩可以是脉体物质沿变质岩的片理注入一交代所形成，也可以是由于变质岩本身的物质成分发生选择性重熔，使暗色矿物和浅色矿物相对集中所形成。

【条痕状混合岩】 streak migmatite 见“条带状混合岩”。

【顺层混合岩】 epibolite 又称“层混合岩”，是条带状混合岩的一种类型。其特征是，脉体与基体呈较薄的互层，脉体的宽度比较均匀，且延伸较远。

【肠状混合岩】 ptygmatic migmatite 具肠状脉体的一种混合岩。是长英质等脉体呈复杂的肠状褶皱，一般与变质岩基体中片理的褶皱完全一致。脉体可单独，或成组出现，形态变化多端，脉体与基体之间的界线一般比较明显。这种混合岩可以是变质岩在塑性变形的过程中，由于脉体物质沿片理注入—交代形成；也可以是由于变质岩本身的物质成分在塑性变形的过程中发生选择性重熔，使暗色矿物和浅色矿物相对集中所形成。

【混合片麻岩】 migmatitic gneiss 主要由渗透交代作用形成的具有明显片麻状构造的一种混合岩。其特征是，由于交代作用比较普遍和强烈 在岩石中一般已不能区分原来变质岩的基体与新生成的脉体物质，但能见到暗色矿物分布不均匀和局部比较集中的现象，常见有较多的变质岩残留体，在显微镜下可见到明显的交代现象。有人所称的“渗透混合岩”大致与混合片麻岩相当。

【渗透混合岩】 permeation migmatite 见“混合片麻岩”。

【花岗质混合片麻岩】 granitic migmatitic gneiss 主要由较强烈的渗透交代作用形成的，成分与花岗岩相似，且具有片麻状构造的一种混合岩。其特征是，由于交代作用的普遍进行，岩性比较均匀，在岩石中已不能区分原来变质岩的基体和新生成的脉体物质，但岩石的结构变化较大，矿物分布不均匀，可见到黑云母、角闪石等暗色矿物局部比较集中的现象，有时可见形状和大小不定的变质岩残留体，其片理产状与混合岩的片麻理一致，在显微镜下可见到明显的交代结构。过去不少文献中描述的组成结晶基底的花岗片麻岩，有相当一部分应为花岗质混合片麻岩。

【花岗片麻岩】 granite—gneiss 泛指矿物成分与花岗岩相似，具有明显的片麻状构造的岩石。这是一个广义的名称，实际上从成因方面看，它包括了三种不同的类型：①区域变质作用形成的碱性长石片麻岩；②混合者化作用形成的花岗质混合片麻岩；③与造山运动同时在强应力作用下，由压结晶作用形成的片麻状花岗岩（同构造期花岗岩）。

【均质混合岩】　homogenic migmatite　岩性比较均匀的一种混合岩。其特征是，矿物成分与花岗岩相似，但长石含量较多。一般具有不明显的片麻状构造及厚层状构造，矿物成分变化较大，常见有黑云母、角闪石等暗色矿物比较集中，呈不规则的小集结体。它是交代作用较强烈时的产物，大致与花岗质混合片麻岩相当。

【阴影混合岩】　nebulite　又称“雾迷岩”、“云雾岩”或“星云状混合岩”。为具有明显的残留阴影构造的一种混合岩。其特征是，由于交代作用比较强烈，在岩石中已不能区分原来变质岩的基体与新生成的脉体，但可见黑云母、角闪石等暗色矿物分布不均匀，有时比较集中，呈不明显的条带状，团块状或斑点状，远看呈阴影状或云雾状，有时可隐约辨认出原来基体的轮廓。这种混合岩是交代作用较强烈时的产物。

【混合花岗岩】　migmatitic granite　由强烈混合岩化作用形成的外表类似花岗岩的一种混合岩。其特征是，岩性比较均匀，与岩浆成因的花岗岩很相似，块状节理比较发育，但局部仍可见残留阴影构造和不明显的片麻状构造（或线形构造），有时可见有原来变质岩的残留体，其片理产状与混合花岗岩的片麻理及围岩的产状基本一致。在野外可见混合花岗岩与其他类型混合岩呈渐变过渡关系。在显微镜下可见有各种交代结构。它是混合岩化作用最强烈时的产物，可以是由渗透交代作用形成，也可以是由重熔（溶）交代作用所形成。

【原地花岩岗】　autochthonous granite　指由原来的变质岩就地形成的一种混合花岗岩。一种看法认为，原地花岗岩是由再生作用或重熔作用形成的花岗质岩浆（溶浆），就地固结所形成。另一种看法则认为，原地花岗岩主要是原来的变质岩，由于受到地壳深部热液（或岩汁）的渗透交代作用，可就地转变为花岗质岩石，在这一过程中并不出现大量的混合岩浆（溶浆）。

【半原地花岗岩】　hypautochthonous granite　指由重熔作用或再生作用所形成的具有一定活动性的花岗质岩浆（溶浆），受到动力影响而有所移动，在离原地不远的地方形成的一种混合花岗岩。

【紫苏花岗岩】　charnockite　含有紫苏辉石的花岗岩。外表上与某些花岗岩或花岗片麻岩相似，一般颜色较深，矿物成分为钾长石（微斜长石为主）、条纹长石或反条纹长石、斜长石、石英、紫苏辉石、黑云母、角闪石、石榴子石及其他副矿物等，常具有花岗结构和片麻状构造，有时岩性表现不均匀。岩石的成因问题比较复杂，由于它常与麻粒岩相的变质岩相伴生，二者之间往往呈渐变过渡关系，故认为它是在麻粒岩相的基础上发生混合岩化作用所形成。但是它也可以是由于其他原因所形成。

【混合岩带】　migmatite zone　在混合岩发育的地区内，各种混合岩常成为有规律的组合，并在空间上呈带状分布，称为混合岩带。它在某些方面与递增变质带相似。不同混合岩带的分布情况代表这一地区不同的混合岩化程度。在有的混合岩地区可根据混

合岩化程度和交代作用的特点划分为几个不同的混合岩带。目前关于混合岩带的划分方案尚不一致，有的采用四分法：注入混合岩带、混合片麻岩带、花岗质混合片麻岩带和混合花岗岩带。有的则采用三分法：部分混合岩化带、混合岩带和混合花岗岩带。

【混合杂岩】 migmatitic complex 指混合岩化作用全过程中所形成的各种岩石和矿石的组合。它包含了主期形成的各种混合岩，也包含了中—晚期形成的各种注入脉体、蚀变岩石及矿床。混合杂岩的分布主要受这一地区的热流变化的影响和区域地质构造的控制。根据现有的资料，大致可分为三种类型：①中心型混合杂岩；②带状（层状）型混合杂岩；③型混合杂岩。

【混合岩化矿床】 ore deposit of migmatization 指混合岩化作用形成的矿床。包括在混合岩化过程中，由于各种交代作用，使原岩中的某些组分发生迁移、富集而形成的矿床，或使原有矿床的矿石品位增高而形成的新矿床。混合岩化形成的矿床与一般花岗岩浆形成的矿床存在着明显的差异，主要区别在于：①混合岩化矿床的成矿物质主要来自邻近的含矿变质建造；②矿床类型受混合岩化作用所支配；③成矿阶段以混合岩化作用的交代过程来划分。混合岩化矿床可分为三种类型：①主期形成的原地交代型矿床；②主期形成的伟晶岩型（花岗岩型）矿床；③中一晚期形成的热液型矿床。

地球化学

【地球化学】 geochemistry 是研究地球各部分（地壳、地幔、水圈、大气圈及生物圈等）中化学元素及其同位素的分布、存在形式、共生组合、集中分散及迁移循环规律的科学。由于地球与太阳、行星、陨石等都是宇宙天体的组成部分，因此，地球化学与以天体为研究对象的宇宙化学的关系十分密切。近年来，地球化学的研究范围日益扩大，包括了诸如新元素的探索、化学元素的起源和衰亡史、地球及其物质的起源和演化、地球热源的产生和变化、生命的起源以及地球化学过程的机理和模拟实验等。地球化学现在有许多分支，主要如：地球化学探矿、矿床地球化学、元素地球化学、生物地球化学、有机地球化学、环境地球化学、同位素地球化学、实验地球化学等。

地球化学是介于地质学与化学、物理之间的边缘学科。它对解决岩石、矿物、矿床的成因可提供理论依据，对勘探矿产资源、矿产综合利用、环境保护也有重大的实际意义。

【元素地球化学】 geochemistry of elements 指着重研究地壳中各种元素的地球化学活动历史的学科。内容包括：元素的地球化学性质，元素在地壳及各类岩石、矿物中的含量，存在形式及在各种地质作用中迁移、富集的规律，并进而研究元素的工业综合利用及环境保护与改善等问题。

【生物地球化学】 biogeochemistry 指研究由于生物活动而引起地壳中元素迁移、富集、分散、循环，以及由此引起生物繁殖、变异、衰减等规律的学科。这对阐明生物成因的岩石和矿产，以及对找矿、选矿和农业土壤改良、环境自然净化等方面都有重要意义。

【有机地球化学】 organic geochemistry 是研究地质体内有机质的组成、结构、性质及其在地质历史中的分布，各种有机质在温度、压力和时间等因素作用下的演化途径以及作为地质营力对元素分散和富集产生影响的一门学科。目前，有机地球化学研究的内容，主要集中于可燃性有机矿产和沉积矿产、海洋沉积物、生命起源、控制有机化合物污染环境等方面。有机质的作用和演化直接影响到大气圈、水圈、岩石圈（特别是沉积圈）的地球化学演化。它特别影响元素在表生作用下的分散与富集。有机质不仅本身可以形成石油、煤、油页岩等矿产，而且对沉积矿产（U、V、Mo、Cu、Co、Ni等）的形成起着重要作用。由于分析技术的改进，地质体、月球和陨石中极微量的有机质的组成、结构、性质的研究取得了很大进展。地质体内已鉴定出500多种有机化合物，主要有：氨基化合物、碳水化合物、类脂物、杂环化合物、酚、醌、烃类等。

【实验地球化学】 experimental geochemistry 指用实验方法来模拟地质作用中地球化学过程的一门科学。因为我们不仅要研究地质体（岩石、矿物、矿床等）的相对静止状态、而且要研究它们的运动过程。但人们很难直接看到自然界所进行的地质作用，所以在实验室中模拟自然界各种物理化学和动力学条件进行实验，以便更深刻地揭示地球化学过程。

【景观地球化学】 landscopic geochemistry 景观是指地球表面任一地区的气候、地质、地貌、土壤、水文、动植物等自然地理条件的综合情况。景观地球化学就是研究化学元素在景观中的分布、迁移和富集规律。

【元素地球化学分类】 geochemicai classification of elements 指在元素周期系基础上，对地球化学性质近似的元素进行的分类。它反映了元素在地质作用中的活动规律及与其他元素组合的情况。由于各分类依据的重点不同，元素的地球化学分类较多。最常用的分类是根据元素的原子结构及其在自然界的一般存在形态，将元素分为：亲气元素、亲石元素、亲铜元素、亲铁元素和亲生物元素等。必须指出，上述分类并不是绝对的，因同一元素可能属于几类。例如，铁在很大程度上既具亲石性、亲铜性，又有亲铁性，但考虑到亲铁之素的很多性质为铁所固有，所以铁就被列为亲铁元素；又如砷，当

成为阳离子（如 As_2S_3、AsS）时具亲铜性，而当成为阴离子（如 $PtAs_2$、$CoAs_2$）时，则具亲铁性。

【原子容积】 atomic volume 指元素的原子量与其密度的比值。实际上指 1 克原子元素所占的空间（AV）。这可用固态或液态元素的原子量（AW）除以密度（D）而求得，即：$AV = AW/D$。

原子容积的大小影响元素在地球中的分布。例如，原子容积小的元素，如铁族元素主要富集在地球中心，而原子容积大的元素，如亲石元素多富集在地球上部。

【亲气元素】 atmophile element 指主要分布在大气圈中呈气体状态的元素，包括惰性气体（氦、氖、氩、氪、氙、氡）及氮、氢等八种元素。它们的最外电子层具有 2 或 8 个电子，原子容积最大，具逆磁性和挥发性，易形成挥发性化合物。亲气元素一般呈单原子分子（Ar，He）或双原子分子（N_2，H_2）存在。

【亲石元素】 lithophile element 又称亲氧元素。主要集中在岩石圈，是构成地壳岩石的主要元素。包括 Li、Be、B、C、O、F、Na、Mg、Al、Si、P、、C1、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Br、Rb、Sr、Y、Zr、Nb、Ta、I、Cs、Ba、TR（15 种镧系元素）、Hf、W、At、Fr、Ra、Ac、Th、Pa、U 等 53 种元素。它们的离子最外电子层多具有 8 个电子，呈惰性气体型的稳定结构，位于原子容积曲线的下降部分。与氧、氟、氯的亲和力强，主要形成含氧盐，其次形成氧化物，少数成卤化物。

【亲铜元素】 chalcophile element 又称“亲硫元素”。包括 S、Cu、Zn、Ga、Ge、As、Se、As、Cd、In、Sn、Sb、Te、Au、Hg、T1、Pb、Bi、Po 等。其离子最外电子层有 18 个电子。位于原子容积曲线的上升部分，逆磁性，与硫的亲和力较强，多成硫化物，部分成硒化物和碲化物形式出现。地质作用中，它们多形成于岩浆作用晚期阶段和热液作用阶段，有人认为在细菌作用下，还可形成生物成因的硫化物矿床。此外，一部分亲铜元素以自然元素状态产出，如 Au、As、S、Cu、Hg、Bi 等。

【亲铁元素】 siderophile element 指与 Fe 有较强亲和力的 Fe、Co、Ni、Mo、Ru、Rh、Pd、Re、Os、Ir、Pt 等元素。其离子外电子层未充满电子（电子数介于 8—18 之间）。具磁性。位于离子容积曲线的最下部。这些元素的矿物，主要形成于岩浆作用阶段和热液作用阶段，也有一部分成自然元素产出。

【亲生物元素】 biophile element 分布在生物围，多集中于生物体内的元素，包括碳、氧、磷、氮、钙、镁、钾、钠等。它们以不同的含量分布于生物体的不同部位，对生命过程的生态平衡起着重要的维持作用。

【惰性气体】　inert gas　指原子的最外电子层具有两个或八个电子的元素。即元素周期表中的零族元素：氦、氖、氩、氪、氙、氡。呈气体状态存在。它们都是单原子分子。一般不与其他元素进行化学反应，但在超高温条件下能形成化合物。惰性气体多是核蜕变的产物。据此，可利用氡的异常作为放射性元素矿床的找矿标志。在地震工作中，也常根据地下水中氡含量的变化预报地震。惰性气体（如氦）是很重要的资源，它广泛应用于国防、科研及民用工业中。主要的氦矿床是与天然气及石油有关。含氦最高的矿物有方钍石、独居石、铌钇矿、褐钇铌矿等。

【过渡元素】　transitional element　一般指长周期表中 IIIB－IIB 族的所有元素，包括原子序数 21—30（钪到锌）、39—48（钇到镉）、57—80（澜到汞）以及从 89（锕）以后的所有已知元素。这些元素的特点是都具有未充满的 d 电子层。当原子序数增加时，最外层电子暂停充填，而次外层电子数目从 8 逐步增至 18 或 32。这些元素不仅能够利用最外层的电子而且还可利用次外层的电子同其他元素进行键合，所以具有多种价态。它们全部是金属，但在同一周期内，随着原子序数增加，金属性逐渐减弱，故称之为过渡元素。

【碱金属】　alkali metal　元素周期表中的第Ⅰ族的主族元素：锂、钠、钾、铷、铯、钫。因能与水激烈反应而生成强碱，故称碱金属。例如钠与水的反应：$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2 \uparrow$。氢氧化钠就是强碱，即平常说的烧碱。

【碱土金属】　alkali earth metal　指元素周期表中的第Ⅱ族的主族元素：铍、镁、钙、锶、钡、镭等。它们的氢氧化物皆具有碱性，其氧化物溶解度很小，溶点高，与氧化铝（Al_2O_3）的性质相似，而氧化铝（Al_2O_3）在以前通常称为“铝土”，故将上述元素称为碱土金属。

【稀有元素】　rare element　一般指在自然界含量很少，或提炼困难，过去很少被利用的那些元素，如 Ii、Be、Nb、Ta、Zr、Hf、Rb、Cs 等。有时将分散元素包括在内，统称稀散元素。实际上这个概念是相对的。因地区不同和随着科学技术发展而有所改变。例如钙、钼，在一些国家认为是稀有元素，但在我国储量丰富，就不称为稀有元素。再如锆，在地壳中含量比铜、铅、锌高得多（$Zr = 0.02\%$；$Cu = 0.01\%$，$Pb = 1.6 \times 10^{-3}\%$，$Zn = 5 \times 10^{-2}\%$），但从矿石中提取锆却比提取铜、铅、锌困难，因此，一般认为锆是稀有元素。稀有元素具有许多特殊性能，因此在国防、冶金、化工、无线电及科学研究中都有重要应用。在盐湖、伟晶岩、花岗岩、碱性岩、碳酸盐岩和砂矿中常形成稀有元素矿床。

【稀散元素】　见“稀有元素”。

【分散元素】　dispersed element　在自然界不易形成自己的独立矿物而分散在其他矿物或介质中的元素，如铟、镓、锗、铷、硒、铊、铼、铪。

【稀碱金属】 rare alkaline metal 指自然界中含量稀少的碱金属：锂、铷、铯。稀碱金属有很重要的用途。如在原子能、冶金、无线电工业、医药、化工等方面都是很重要的原料。锂的主要矿物是锂辉石、锂云母。铯的主要矿物是铯榴石。目前没有发现铷的独立矿物，它主要分散在含钾的矿物中。在盐湖、岩盐及伟晶岩、花岗岩中，常形成稀碱金属的工业矿床。近年来，常以稀碱金属的含量或它与某些元素的比值作为地质体的地球化学特征或成矿作用的标志。

【稀土元素】 rare earth element 指元素周期表中的镧系元素：镧（La）、铈（Ce）、镨（Pr）、钕（Nd）、钷（Pm）、钐（Sm）、铕（Eu）、钆（Gd）、铽（Tb）、镝（Dy）、钬（Ho）、铒（Er）、铥（Tm）、镱（Yb）、镥（Lu），加上化学性质与镧系元素相近的两个元素钪（So）、钇（Y），共十七种元素。一般把不和水起作用的无金属光泽的氧化物叫做“土”。而上述元素的氧化物多呈土状，不溶于水，同时，这些元素在地壳中含量较少，或分散难以提取，所以称它们为稀土元素。稀土元素又可分为轻稀土，即铈族稀土（从镧到铕），及重稀土，即钇族稀土（从钇到镥）。地壳中含稀土元素的矿物有250多种，但稀土元素的主要工业矿物只有独居石、氟碳铈镧矿、磷钇矿、硅铍钇矿、黑稀金矿、褐钇铌矿、易解石等。它们主要产于沉积变质岩、碳酸盐岩、碱性岩、花岗岩风化壳及砂矿中。

【稀土配分】 指岩石或矿物中稀土元素含量之间的比例关系。即以岩石或矿物中稀土元素总含量作为一百，各稀土元素在其中所占的比例。一般以稀土元素或其氧化物百分数表示。在矿物中，根据配分情况又可分为两种类型：完全配分型和选择配分型。前者指铈族和钇族稀土含量接近，或既可以选择铈族，也可以选择钇族，即其配分不定的类型。如硅铍钇矿就属完全配分型。后者是指各稀土元素含量差别悬殊，其配分总以某一种（或一组）稀土元素配分值最高，而其他稀土元素（或一组）配分值很小的配分型。如独居石属铈族选择配分型，磷钇矿属钇族选择配分型。岩石或矿物中的稀土配分，对矿床成因及其物质来源的研究是很有意义的。

【放射性元素】 radioactive element 指原子核不稳定，能自行蜕变放射出α、β、γ射线的元素，如铀（U）、钍（Th）、镭（Ra）以及超铀元素（原子序数大于92的元素）等。α射线是带两个正电荷的氦原子核流；β射线是带有负电荷的电子流；γ射线是不带任何电荷、波长特别短的电磁波，它具有强大的穿透能力。放射性元素包括三个天然放射性系列，即铀系、钍系和锕系。放射性元素是原子能工业及国防工业的重要原料，目前主要应用的是铀，其次是钍。铀的主要工业矿物是沥青铀矿、晶质铀矿等。在自然界中，铀主要产于古砾岩、砂岩及中低温热液矿床中。

【铂族元素】 platinum lamily element 指性质与铂（Pt）相似的一组元素。包括钌（Ru）、铑（Rh）、钯（Pd）、锇（Os）、铱（Ir）、铂（Pt）六个元素；其中前三个

元素比重约为12，称为轻铂元素，后三个元素比重约为22，称为重铂元素。这六个元素与Ag、Au一起又称为贵金属元素。铂族金属及其各种化合物具有耐高温、耐腐蚀、耐氧化、耐磨、高温下强度好、延展性好、膨胀系数低等特性，因此广泛应用在石油化工，航空、电子、原子能、实验器皿、医学等方面。铂族元素具亲铁性，其中Pd、Rh、Ru又有亲硫的倾向（以Pd为甚）。它们在自然界呈自然元素、金属互化物及硫化物、砷化物、铋化物、碲化物、硒化物等形式出现。主要富集于与基性－超基性岩有关的铜－镍矿床、铬铁矿矿床及砂矿内。近年来在多金属矿床、黑色页岩及古砾岩内也发现有铂族元素的富集，这对综合利用、扩大铂族金属资源有重要的意义。

【标型元素】　typochemical element　指能反映地质体形成条件的一些元素。如硼（B）、铷（Rb）、钍（Th）、铟（In）、锗（Ge）等。通常认为富含硼和铷的沉积岩多为海相沉积；富含钍的铀矿物多为高温热液产物，含钍很少的铀矿物则为低温热液产物。富含铟的闪锌矿多为高温成因，而含锗的闪锌矿则多为低温成因。

【偶数规则】　是人们根据分析的实际数据，进行经验归纳而得出的元素和同位素在地壳中的分布规则之一。其内容是：周期表中相邻的二元素，原子序数为偶数的，其在地壳中的含量常大于奇数元素的含量。对于同一元素而言，质量数为偶数的同位素，在地壳中的平均含量大于相邻奇数同位素的平均含量。

【壳层规则】　shell rule　地壳中化学元素和同位素的分布规律之一。主要阐述元素和同位素的分布量与原子核的关系。原子核结构理论之一——核的壳层模型理论认为：原子核的结构与核外电子层相似，由不同能级的壳层构成，每层只能容纳一定数目的核子（质子和中子）。当质子数等于幻数2、8、20、28、50、82、114时，或中子数等于幻数2、8、20、26、50、82、126、184时，壳层为核子所填满，原子核就特别稳定。如$_2He^4$（2n，2p）、$_8O^{16}$（8n，8p）、$_{20}Ca^{40}$（20n，20p）、$_82p_b^{208}$（126n，82^p）为具有双重幻数的核（质子和中子数均为幻数），因而这些元素广泛分布于自然界。

【差六规则】　是人们根据分析的实际数据，进行经验归纳而得出元素在地壳中的分布规则之一。本规则的内容是：元素周期表中从氧（O）起，原子序数相差六或六的倍数的元素，在地壳中的平均含量都比较高。如氧（O_8）、硅（Si_{14}）、钙（Ca_{20}）、铁（Fe_{26}）、锶（Sr_{38}）钡（Ba_{56}）等。

【四倍规则】　将元素的原子量除以4，根据所得的数值把元素划分为四种类型；4q型、4q＋1型、4q＋2型、4q＋3型（q代表整数1、2、3、4……）。四倍规则即指4q型元素在地壳中平均含量高，例如O_{16}、Si_{28}、Mg_{24}、K^{40}等，4q＋3、4q＋2型次之，4q＋1型最低。

【元素的存在形式】 即“元素的赋存状态”。是指元素在地质体中以什么形式存在。常见的形式有：化合物（包括氧化物、硫化物、硅酸盐、碳酸盐、有机金属化合物，金属互化物等）、类质同象、机械混入物、包裹体及吸附等。研究元素特别是分散元素的存在形式，有助于了解元素的迁移形式和沉淀的物理化学条件以及元素的共生组合，并为合理设计提取有用元素方案和拟定环境保护中防治污染方案提供重要依据。

【元素的迁移】 又称“元素的运移”。指元素因其性质不同，在自然界的各种外界条件影响下不断结合、分离、集合、分散的运动。元素在某种条件下必以一定的形式进行迁移，所以，要了解元素分散、富集的规律，就必须研究元素的迁移形式。例如，在锡矿床中，锡石（SnO_2）常与萤石（CaF_2）共生，这在很大程度上与锡以各种含氟－氢氧根络合物（Me_2〔Sn（OH，F〕$_6$，Me 为 K，Na）形式进行迁移有关。

【元素的集中和分散】 是以克拉克值为比较标准的相对概念。当一元素的浓度克拉克值大于 1 时，则称该元素集中，其浓度克拉克值小于 1 时，则称该元素分散。元素的集中和分散是元素迁移的结果。但是，在实际应用中并不完全套用上述概念，而一般是用来讨论元素在岩石或矿石中的赋存状态。例如，某元素在岩石或矿石中形成其独立矿物，称为该元素集中；而以分散状态（如类质同象）存在于其他矿物中，称为该元素分散。

【元素的平衡】 eguilibrium of elements 某元素在组成岩石（或矿石）的矿物中的含量和分配，叫元素的平衡。进行元素平衡计算，可以进一步了解元素的存在形式，深入研究元素的地球化学性状，并对综合利用提供定量的依据。根据某元素在岩石（或矿石）中的含量、在组成这种岩石（或矿石）的矿物中的含量及这些矿物的重量百分含量，可以进行元素平衡的计算。以 LiO_2 为例计算如下：

	白云母	钠长石	石英	锂辉石	绿柱石	合计
岩石中 LiO_2 含量（重量%）	1. 72					
矿物含量（重量%）*	10. 86	23. 14	42. 67	23. 00	0. 33	100
矿物中 LiO_2 含量（重量%）	0. 42	0. 03	0. 015	7. 21	0. 94	
LiO_2 含量（＝2×3）（重量%）	0. 045612	0. 006942	0. 006400	1. 658300	0. 003102	1. 720356
LiO_2 在各矿物中的分配（%）	2. 65	0. 41	0. 37	96. 39	0. 18	100

＊注：可以直接测定，亦可根据矿物比重和目测矿物体积百分含量计算而得。

由计算可知：岩石中 LiO_2 含量的计算值（1. 720356）与化学分析值（1. 72）相差无几；岩石中 96. 39% 的 LiO_2 集中形成可供工业利用的锂的独立矿物——锂辉石，其余 3. 61% LiO_2 则呈分散状态存在于其他矿物中。

【元素的共生组合】 指在地球化学过程中，有成因联系而且性质相近的元素同时赋存于某一地质体中的现象。如热液硫化矿石中的铜、铅、锌；超基性岩中的铂、铱、锇等。研究元素的共生组合有助于了解地质体的成因条件，并可为综合找矿，矿石加工工艺提出依据。

【元素的丰度】 abundance of elements 指元素在各种宇宙体或地质体（太阳、行星陨石、地球、地壳等）中的平均含量。元素在太阳系的平均含量称为元素的宇宙丰度，在整个地球的平均含量称为元素的地球丰度（或地球的元素丰度），在地壳中的平均含量称为元素的地壳丰度（或地壳的元素丰度）。

【克拉克值】 clarke 指元素在地壳运动中的平均含量。克拉克（F. W. Clarke）是美国分析化学家，他对地壳的岩石、天然水、矿物、土壤中的元素含量进行了大量的分析工作。故将元素在地壳中的平均含量称为克拉克值。对于常量元素的克拉克值多用重量百分数表示，对于微量元素则用克/吨，或百万分之一表示（10^{-6}，γ 或 ppm 等）。

【原子克拉克值】 指以硅（Si）原子总数为基准（多用 Si 原子 $=1\times10^6$）时所表示的某一元素的丰度。单位以原子数/10^6Si 原子表示。计算公式：

$$Aen=\frac{28.086\times10^6}{Wen（Si）}\times\frac{Wem}{A}$$

式中 Aen—原子克拉克值；Wem（Si）——硅的重量百分数；Wem——一元素的重量百分数；A－该元素的原子量。选择硅（Si）作基准，是由于硅是广泛分布的较稳定的元素，便于与其他元素对比。这样，当某一元素的克拉克值需作修改时，就不致于影响其他元素的克拉克值。

【浓集克拉克值】 clarke of concentration 有称浓度克拉克值者，此名词不太妥当。指某一元素在某一地区或某一地质体（矿物、岩石或矿床）内的平均含量（f）与该元素在地壳中的克拉克值（F）的比值（C），即 $C=\frac{f}{F}$为了更详细地反映元素分布的区域特征，通常需要计算多级的浓度克拉克值。例如，设某元素在我国领域内的平均含量为 f_1，规 $C_1=\frac{f_1}{F}$；又设该元素在华南地区的平均含量为 f_2，则 $C_2=\frac{f_2}{f_1}=\frac{f_2}{F\times C_1}$；再设该元素在华南某一矿区（或矿体）中的平均含量为 f_3，则 $C_3=\frac{f_3}{f_2}=\frac{f_3}{F\times C_1\times C_2}$。$C_1$ 表示以地壳克拉克值为背景值的一级浓度克拉克值，C_2、C_3 表示以特定区域的元素含量为背景值的二级、三级浓度克拉克值，依此类推。

【浓集系数】 concentration coefficient 将矿石中某金属的最低可采品位除以它的克拉克值所得的比值。用以表示此金属在地壳中相对集中的程度。例如，铜的克拉克值为 $5.5\times10^{-3}\%$，最低可采品位为 0.3%，则铜的浓集系数为 50。

【地球化学旋回】 geochemical cycle 又称“地球化学循环”。指化学元素及同位素在岩浆作用—热液作用—风化作用和沉积作用—变质作用或深熔作用这一旋回中的演化。在地球发展史中，各地球化学旋回都有自己的特点，不是简单的机械重复。而且旋回中的某一阶段可能延长或缩短，甚至缺失。化学元素在旋回的某一阶段可能集中在某种类型的矿床中，或者在整个旋回中一直处于分散状态。研究地球化学旋回，对于了解元素的地球化学史具有重要的意义。

【原子价】 atomicity，atomic valency 又称“化合价”。指在化学反应中，元素的一个原子得到或失去的电子数。在离子化合物中，原子价是指原子形成离子时得到或失去的电子数，称为电价。失去电子的为正电价，得到电子的为负电价。例如，赤铁矿（Fe_2O_3）中，铁的电价为正三价，氧为负二价。在共价化合物中，一个原子与其他原子共用的电子对数就是它的原子价，称为共价。例如，金刚石（C）中，碳的共价为正四价；在甲烷（CH_4）分子中，碳原子与氢原子之间以极性共价键结合，电子对略偏向碳原子一方，因而它们的共价亦有正负之分，氢的共价为正一价，碳则为负四价。

【电价】 electrovalence 见“原子价”。

【氧化态】 oxidation state 指元素的离子或原子所带电荷的正负和多少。其数值称为氧化数或氧化值。例如，硫在方铅矿（PbS）、自然硫分子（S_8）和重晶石（$BaSO_4$）中的氧化数分别为 -2、0 和 +6。

【氧化数】 oxidation number 又称氧化价。见“氧化态”。

【电离势】 ionization potential 元素呈气态时，从它的一个原子或阳离子中将一个电子移至无穷远处时所需作的功，称为该元素的电离势，单位为电子伏特 eV。当原子失去第一个电子成为一价阳离子时，所需的能量为元素的第一电离势；当一价阳离子再失去一个电子成为二价阳离子时所需的能量为第二电离势，余类推。第二电离势高于第一电离势，第三电离势又高于第二电离势，如此等等。通常所称的电离势一般都是指第一电离势。电离势愈小，表示愈易失去电子。金属元素的电离势比非金属元素电离势小。

【电负性】 electron egativity 在地质上常称为负电性。指一个原子在分子内吸引电子的能力。各元素的相对电负性的数值是以锂的电负性定为 1 或氟的电负性定为 4 而比较得出的。电负性大，表示吸引电子的能力强；电负性小，表示不易接受电子。电负性相差较大的元素化合时，易形成离子键，化合物的极性较强。电负性相差较小的元素化合时，易形成共价键，化合物的极性较弱。

【负电性】 electronegativity 即“电负性”。

【离子电位】 ionic potential 是衡量离子电场强度的一个参数，它表示离子吸引或排斥对方电荷的能力。离子电位与离子本身的电价（W）成正比，与离子半径（Ri）成反比，即离子电位 $=\frac{W}{Ri}$。根据离子电位的大小，可以衡量离子的极化能力和元素羟化物的酸碱性。离子电位高，意味着离子的电价高而半径小，极化能力强，在水溶液中它易使水分子发生极化，水解作用增强，从而促使羟化物的碱性降低，易显酸性。同时，

极化能力强，还可促使离子本身形成坚固的络阴离子，如〔CO_3〕$^{2-}$、〔SO_4〕$^{2-}$、〔NO_3〕$^{-}$、〔SiO_4〕$^{4-}$等。相反，离子电位越小，则其羟化物的碱性就越强，且离子本身不易形成络阴离子。

【离子半径】 ionic radius 在晶格中，每个离子各自都有一定的电磁场作用范围，这个作用范围一般是呈球形的，其半径即为离子半径（单位埃 Å）。如果不考虑周围环境的影响，单纯根据原子结构计算出来的离子半径，称为离子的绝对半径；但在晶格中，实际上每个离子与周围的离子都要相互影响，在此情况下所表现出的离子半径，称为离子的有效半径。有效半径除决定于原子结构外，还决定于周围离子的性质、数目、配置形式、极化性能以及温度、压力条件等。

【离子的极化】 ioni polarization 指在外电场的作用下，离子改变其形状大小的现象。在晶体结构中；每个离子都处在周围离子所产生的电场的作用之下，因此，离子的正电荷要向外电场的阴极方向偏移，而负电荷则向阳极方向偏移，此时离子的形状、大小便有所改变。从极化现象来看，每个离子一方面极化周围的离子，另一方面自身被极化。一般来说，阳离子体积小，有的电荷高，因而极化能力强，而被极化性能弱。阴离子则相反，电价低，体积大，被极化现象显著，极化能力弱。离子的极化性能是影响配位数和晶体结构键性的因素之一。

【偶极矩】 dipole moment 一个分子中，由于原子或离子间的相互作用，使整个分子的正电荷中心和负电荷中心不能重合在一起而发生了分离，其分离的长度称为偶极长（1），偶极长与单位电荷（e）的乘积则称为偶极矩（μ），即 $\mu = e \times 1$。偶极矩的大小，反映了化合物分子极性的强弱，μ 值越大，分子的极性越强。如 $\mu = 0$，则该化合物分子为非极性分子。

【球体最紧密堆积原理】 princi ple of close – packed structures 晶格中原子或离子的排列，可视为球体的堆积。这种堆积应遵循内能最小，使晶体处于最稳定状态的原则，因而要求球体尽可能地相互靠近，占据最小的体积，具有最小的位能，这就是球体最紧密堆积原理。等大球体的最紧密堆积主要有六方和立方两种基本型式。研究等大球体的最紧密堆积，对了解金属晶格和离子晶格的晶体结构有很大帮助，因为前者可以看成是等大球体的最紧密堆积，在后者中，一般阴离子远大于阳离子，可看成是阴离子呈某种形式的紧密堆积，阳离子则充填在其空隙中。

【六方最紧密堆积】 hexagonal closest packing 等大球体成最紧密堆积的两种基本型式之一。其圆球的配位数为 12，空间利用率为 74．05%，密置层按两层重复，即 ABAB…的方式重复堆积，即第三层的球心位置与第一层的重复，第四层与第二层重复，其余依此类推。由于在这种堆积中可以划出六方晶胞，故称为六方最紧密堆积。镁、锌等的晶体结构即属此种堆积。

【立方最紧密堆积】 cubic closest packing 等大球体最紧密堆积的两种基本型式之一。其圆球的配位数为 12，空间利用率为 74.05%，紧密排列层按三层重复，即 ABC，ABC，…的方式重复堆积，即第四层的球心位置与第一层重复，第五层与第二层重复，依此类推。由于在这种堆积中可以划分出立方晶胞，故称为立方最紧密堆积。金、银和铜等的晶体结构即属此种堆积。

【八面体空隙】 octahedral void 在等大球体的最紧密堆积中，由六个球体所围成的空隙。因其周围六个球体中心的联线连接成八面体形状，故称。在 n 个等大球体所作的最紧密堆积中，共有 n 个八面体空隙存在。

【四面体空隙】 tetrahedral void 在等大球体的最紧密堆积中，由四个球体所围成的空隙。因其周围四个球体中心的联线连接成四面体形状，故称。在 n 个等大球体所作的最紧密堆积中，共有 2n 个四面体空隙存在。

【配位数】 co－ordination numbet 在晶格中，一个原子周围的最紧邻的原子个数称为该原子的配位数；一个离子周围的最紧邻的全部异号离子的个数称为该离子的配位数。符号 C. N.。例如在氯化钠晶格中，每个钠离子（Na^+）周围有 6 个氯离子（Cl^-）相邻接触，同样，每个氯离子（Cl^-）周围也有 6 个钠离子（Na^+）相邻接触，因此 Na^+ 和 Cl^- 在氯化钠晶格中的配位数都是 6，或者说它们均为六次配位。配位数主要取决于键性、阴阳离子半径比值的大小、离子的极化性能及外界条件等。

【配位多面体】 co－ordination polyhedra 晶体结构中，联接与某一原子或离子成配位关系的各个原子或异号离子（即与某一原子相邻结合的各个原子或与某一离子相邻结合的全部异号离子）的中心所构成的几何多面体，称为该原子或离子的配位多面体。大多数情况下具有意义的是阳离子的配位多面体。最常见的如配位八面体、配位四面体等。

【硅氧四面体】 silicon－oxygen tetrahedron 是硅酸盐晶体结构中的基本构造单元。它是由位于中心的一个硅原子与围绕它的四个氧原子所构成的络阴离子〔SiO_4〕$^{4-}$，因周围的四个氧原子分布成配位四面体的形式。在晶体结构中，各硅氧四面体可以各自孤立地存在，也可以通过公用四面体角顶上的一个、两个、三个以至全部四个氧原子，相互联接，而形成多种不同形式的络阴离子，从而形成不同结构类型的硅酸盐晶体，如岛状结构的橄榄石、绿帘石，环状结构的绿柱石，链状结构的辉石、角闪石，层状结构的云母，架状结构的长石等等。

【晶体化学第一定律】 first law of crystallochemistry V. M. 戈尔德施密特于 1927 年提出："晶体结构取决于晶体中基本质点（如离子、原子）的数目、大小（半径）和极化性质"。这个概括称为戈尔德施密特晶体化学定律，通常称为晶体化学第一定律。这个定律可用公式表示如下：

$$S = f(\sum n, R_K, R_A, \alpha)$$

S－晶体结构，$\sum n$－质点的数目，R_K－阳离子半径，R_A－阴离子半径，α—极化率。影响晶体结构的因素比较复杂，晶体化学第一定律只是一般的概括，并不完全反映晶体结构形成的整个情况。

【化学键】　chemical bond　分子中原子间的化学结合力。化学键主要有（1）离子键；(2) 共价键；(3) 金属键。

【离子键】　ionic　bond　又称电价键或异极键。指带正负电荷的阴阳离子由于静电吸引形成离子化合物时，阳离子和阴离子之间的结合力。

【共价键】　covalent bond 又称原子键或同极键（homopolar bond）。指原子形成分子或分子化合物时，由于共用电子对而形成的原子之间的结合力。这些电子对为相互结合的两个原子所共有，即它们既在一个原子的电子层中，同时也在另一个原子的电子层中。例如，当两个氯原子（Cl）形成氯分子（Cl_2）时，每个氯原子各自提供一个电子成为它们的共用电子对，$:\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot + \cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}: \rightarrow$

$:\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}:\ :\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}:$ ·又如两个氮原子（N）形成氮分子（N_2）时，有三对共用电子对，

$:\underset{\cdot}{\overset{\cdot}{N}}\cdot + \cdot\underset{\cdot}{\overset{\cdot}{N}}: \rightarrow :N:\ :\ :\ N:$ 。这里的共用电子对与两个原子的距离相等，称为非极性共价键。但是如果形成分子的原子不是同种原子时，对电子的吸引力有不同，结果将使共用电子对距一个原子较近，而距另一个原子较远，例如氧（H）和氯（Cl）结合形成氯化氢 HCl 时，共用电子对距 Cl 近些，$H\cdot + \cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}: \rightarrow H^{+}\ [:\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}:]$ 因此 Cl 部分地带负电，H 部分地带正电。在这种情况下，共价键称为极性共价键。

【原子键】　atomic pond 即共价键。

【非极性共价键】　non－polar covalent bond　见共价键。

【极性共价键】　polar covalent bond　见共价键。

【配位键】　co－ordinate bond　又称配价键，是一种特殊类型的共价键。两个不同种的原子形成化合物时，其间的共用电子对不是由两个原子平均提供，而是由其中一方单独给出一对电子来共用，另一方只接受共用电子对。配位键虽是由共用电子对构成，但由于共用电子对来自一方，有一定的极性，所以配位键可视为离子键与共价键之间的一种过渡类型。配位化合物（络合物）中即是以配位键相结合的。

【金属键】　metallic bond　指金属和合金中金属原子间的结合力。金属原子很易于脱落它们外层的电子而形成阳离子，脱落下来的电子可在晶格空隙中自由流动，时而围绕这一阳离子旋转，时而又围绕另一阳离子旋转，这种流动着的自由电子便体现了金属阳离子之间的结合力。

【分子键】　molecular bond　又称范德华键（van der waals bond）。指气体、液体或分子型晶体中分子之间的结合力。分子键力导源于分子或原子的偶极矩，远较化学键为弱。

【氢键】 hydrogen bond　化合物分子中，与电负性较大的原子相结合的氢原子，还可再与同一分子或另一分子内的另一电负性较大而半径较小的原子（如氟、氧、氮等）相结合，由此形成的键称为氢键。在一些氢氧化合物中，由于一个（OH）$^-$中的 H 还可与另一（OH）$^-$中的 O 以氢键相结合，形成两个（OH）$^-$之间的键合，故氢键也称为氢氧键。（hydroxy bond）氢键是具有饱和性与定向性的一种分子键，其键力较一般的分子键为高，但仍远小于化学键。在水、冰、一些氢氧化合物和含水化合物以及许多有机化合物中，都有氢键存存。

【离子晶格】 ionic crystal lattice　晶体结构中质点间的结合以离子键占主导地位的晶格。组成离子晶格的质点是离子（包括络离子），阳离子大多具有中等数值（6 左右）的配位数。离子晶格晶体一般表现为透明或半透明，具非金属光泽，硬度和熔点一般较高，是电的不良导体，但熔融或熔解后能导电。

【原子晶格】 atomic crystal lattice　晶体结构中质点间的结合以共价键占主导地位的晶格。组成原子晶格的质点是原子，配位数均较低一般小于 4。原子晶格晶体一般表现为透明，具非金属光泽，硬度高、熔点高，是电的绝缘体，熔融时也不导电。

【金属晶格】 metallic crystal lattice　晶体结构中质点间的结合以金属键占主导地位的晶格。组成金属晶格的质点是沉浸于电子云中的阴离子，它们通常具有最高（12）或较高的配位数。金属晶格晶体一般表现为不透明，具金属光泽，硬度通常较低，具良好的延展性，熔点有高有低，是电和热的良导体。

【分子晶格】 molecular crystal lattice　晶体结构中质点间的结合以分子键占主导地位的晶格。在分子晶格中存在着真实的分子，分子间以分子键结合，分子内部的质点则以离子键或共价键结合。分子晶格晶体一般表现为硬度低，熔点低，易升华，是电的绝缘体。

【晶体场理论】 crystal field theory　一种化学成键的模式。应用于有关过渡元素离子的一系列晶体化学问题上。晶体场理论是一种纯粹静电的环境效应的理论，它的基点是：过渡元素离子一般均具有未充满的 d 电子层或 f 电子层，当它处于晶格中的配位位置上时，周围带负电荷的配位体——阴离子或负极朝向中心阳离子的偶极分子（它们被作为处于晶格点上的负点电荷来处理），将与过渡元素离子的 d 层电子或 f 层电子发生相互作用，结果使得原来能量相等的五个 d 轨道或七个 f 轨道发生能量上的分裂，称为晶体场分裂，导致过渡元素离子的总静电能发生相应的改变，改变的程度决定于周围配位体的类型、位置和对称性；同时，配位体本身的空间配置也将发生某种变化。应用晶体场理论可以解释过渡金属化合物的许多物理化学和晶体化学特性，它们广泛地涉及到矿物学和地球化学的许多方面问题。如过渡元素离子半径的变化，类质同象置换关系，矿物的磁性、颜色、多色性，过渡元素的地球化学行为等等。但目前这方面的现有资料主要都是有关铁镁硅酸盐矿物的探讨。

【配位场理论】　ligand fieldtheory　**一种化学成键的模式。它是在晶体场理论的基础上发展起来的。晶体场理论是一种纯粹的静电理论，而配位场理论除了考虑到过渡元素离子与配位体之间的纯粹静电的效应以外，还考虑到它们之间可能有的共价成键的效应；它汲取了分子轨道理论的优点，适当考虑了这种共价结合，特别有 π 键结合，同时基本上仍采用晶体场理论的计算方法。例如过渡金属硫化物，其内部质点间的结合明显地由离子键向共价键过渡，因而就难以应用晶体场理论而需采用配位场理论。**

【晶体场分裂】　crystal field splitting　**指过渡元素离子中原来是能量相等的五个 d 轨道或七个 f 轨道，在晶体场中所发生的能量上的分裂。参见“晶体场理论”。**

【晶体场稳定能】　crystal field stabilization energy　**一个过渡元素离子，当它进入到晶格中的某个配位位置中时，由于周围带负电荷的配位体—阴离子或负极朝向中心阳离子的偶极分子与过渡元素离子的 d 层或 f 层电子相互作用的结果，过渡元素离子的总静电能将发生改变。与处于球形对称静电场中时相比，这一能量改变的负值称为该离子在此种配位情况下的晶体场稳定能。符号为 CFSE，它代表被配位的离子与处于球形场中时相比，在能量上的降低，即晶场所给予离子的一种额外的稳定作用。**

【八面体位置优先能】　octahedral site preference energy　**任一给定的过渡元素离子，在八面体场中的晶体场稳定能总是大于在四面体场中的晶体场稳定能。这两者的差值称为该离子的八面体位置优先能。符号为 OSPE。它代表离子在八面体场中比在四面体场中能量降低，即稳定程度增加。因此，八面体位置优先能大的过渡元素离子将优先进入八面体配位位置。**

【畸变效应】　distortion effect　**又称扬－特勒效应。在晶格中成六次配位的过渡元素离子，对于其中 d 层电子数为** d^9 **以及高自旋的** d^4 **和低自旋的** d^7 **离子而言，它们的 d 壳层电子云的分布偏离正八面体的对称最远，因此，它们在正八面体配位位置中是不稳定的。这将导致这些离子的 d 轨道在能量上发生进一步的分裂，并使配位位置发生某种偏离正八面体对称的变形，以便使离子稳定。这一现象即称为畸变效应。**

【扬－特勒效应】　Jahn－Teller effect　**即“畸变效应”。**

【高自旋状态】　high－spin state　**指在一定的晶体场中，氧化态相同的同种过渡元素离子，在其电子构型中，自旋方向一致的不成对电子数为最多时所处的状态。反之，自旋方向一致的不成对电子数为最少时所处的状态，则称为低自旋状态。例如八面体场中的** Co^{2+} **离子，其 d 亚层的电子排布，高自旋状态为** |↓|↑ ↓|↑|↑|↑| **，低自旋状态则为** |↑ ↓|↑ ↓|↑ ↓|↑| **。高自旋状态意味着此时离子所处的晶体场为一弱场，低自旋状态则意味着为一强场。**

【低自旋状态】 lowspin state 见“高自旋状态”。

【晶格能】 lattice energy 指一克分子物质中的质点（离子或原子、分子），从彼此相距无穷远的气态结合成一克分子晶体时所释放能量的总和。换句话说，晶格能也就是把一克分子晶体分解成为组成它的单位质点，并把后者排斥至彼此相距无限远时所需消耗的能量。晶格能可由实验方法或理论计算公式求得。对于二元离子化合物，晶格能 U 的计算公式为：

$U = 287.2 \frac{\sum nW_1W_2}{R_o}\left(1 - \frac{0.345}{R_o} + 0.087R_o\right)$（千卡/克分子）式中 $\sum n$ 为组成一个分子的阴阳离子数之和，W_1W_2 分别为阴阳离子的电价，R_0 为阴阳离子半径之和（单位埃）对于多元离子化合物，可由以下的经验公式求得晶格能的近似值：

$U = 256.1（n_1 \cdot EK_1 + n_2 \cdot EK_2 + n_3 \cdot EK_3 + \cdots\cdots）$

$n_1\ n_2\ n_3$……为分子式中各种离子（或络离子）的数目，EK_1、EK_2、EK_3……为各种离子（或络离子）的能量系数（千卡/克分子）。晶格能对于阐明晶体的稳固性和某些物理性质（硬度、熔点等），矿物的结晶顺序和共生组合关系以及元素在地壳中的迁移等方面有一定的意义。

【能量系数】 energy coefficient 指由相距无穷远的离子或络离子结合成离子化合物晶格时，各个离子或络离子本身所释放的那部分能量。利用能量系数可简化对晶格能的计算。

【同质多象】 polymorphism 又称“同质异象”或“多形”。指化学成分相同的物质，在不同的物理化学条件下结晶成具有不同结构晶体的性质。成分相同而结构不同的晶体，称为同质多象变体。根据变体数目的不同，则有同质二象 dimcrphus、同质三象 trimorphus 等区分。例如金刚石和石墨就是碳的同质二象变体；α·石英和 β·石英则是 SiO_2 的十多种同质多象变体中的两种。不同的变体，虽然成分相同，但因晶体结构不同，因而在晶形和物理性质上都有明显的差异。并且各有一定的稳定范围，当环境的物理化学条件（温度、压力、介质的性质和浓度等）改变到一定程度时，即要发生同质多象转变。例如，在 1 大气压下，当温度降到 573℃ 以下时，β－石英即转变为 α－石英。

【同质异象】 即“同质多象”。

【多形】 即“同质多象”。

【多型性】 polytypism 指一维的同质多象。是同质多象的一种特殊类型。即化学成分相同的物质，能够结晶成两种或多种仅仅在层的堆积顺序上有所不同的层状晶体结构的性质。这样一些不同结构的晶体，称为某种物质的多型（polytype）。在一种物质的各多型变体之间，层本身的结构都是相同的，因而在层内两个方向上的晶胞棱长，各变体相互间也都是一致的，或有一定对应关系；而在垂直于层的方向上的晶胞高度，则随堆积顺序的不同而异，但均为某一公因数（相当于单独一层的厚度）的整数倍。不过，各变体的空间格子型式和空间群以致晶系则有可能不同。

与一般的同质多象不同的是：同种物质的各个多型，均具有极为相似的晶形和物理性质。经常可以看到在同一晶块中有几种多型变体共存，看来它们都是在相同的热力学条件下形成的，它们不遵守吉布斯相律。

所以，多型性与一般的同质多象，在几何意义和物理意义上都是彼此不同的。但是，目前有些作者仍用同质多象这一术语来指示多型现象。

【有序结构】　order structure　能够占据晶格中同种构造位置的两种原子或离子、分子、离子团 A 和 B，如果相互间的分布是有规则的，即 A 只占据这些构造位置中的某些特定位置，B 则占据另一些特定位置，这样的晶体结构称为有序结构，又称超结构或超点阵；反之，如果 A 和 B 相互间是无规则地随机分布的，相应的晶体结构则称为无序结构。晶体的有序—无序结构，是同质多象的一种类型。一般是高温下形成无序结构，低温下形成有序结构，而在一定的温度上则将发生结构的有序—无序转变。至于多型中的有序—无序现象，则是指其结构层的堆积顺序是否有一定的重复规律。此外，在完全的有序结构与完全的无序结构之间，还存在着部分有序的过渡类型。参见“长程有序”“短程有序”及“有序度”。

【无序结构】　disordevred struc - ture　见“有序结构”。

【长程有序】　long - range order　指整体性的有序现象。即在一个单晶体的范围内，质点的有序分布延伸到整个晶格的全部，亦即从整个晶体范围来看，质点的分布都是有序的。长程有序结构也就是完全的有序结构。

【短程有序】　short - range order　指区段性的有序现象。即在一个单晶体的范围中，在其晶格的一个个局部区段内，质点均呈有序分布，形成许多局限于一个个小区段内的有序结构，但在区段与区段之间，亦即从整个晶体范围来看，质点的分布是无序的或只是部分有序的。

【有序度】　degree of order　有长程有序度与短程有序度之分。一般所称的有序度通常都是指长程有序度。它是衡量晶体结构有序程度的参数。如果认为质点在完全的有序结构中所占有的位置为正确位置，那么，在部分有序的结构中，只有一部分质点占有正确位置，其余质点则占据不正确位置。其有序度 S 可表示为：

$$S = \frac{p - m_A}{1 - m_A}$$

式中 p 为在正确位置上找到 A 质点的几率；m_A 为 A 质点个数的百分数，亦即假设能够占据晶格中同种构造位置的两种质点 A 和 B 的个数分别为 n_A 和 m_B，则 $m_A = n_A/(n_A + n_B)$。当完全有序时，$p = 1$，因此 $S = 1$；当完全无序时，$p = m_A$，于是 $S = o$。如果以 B 质点为准来考虑时，所得结果将完全相同。参见“有序结构”。

【有序化】　ordering　指晶格由无序结构向有序结构转变的过程。有序化需在低于一定的临界温度下才能发生，这一无序—有序转变的临界温度在金属学中称为居里点。在地质作用中，有序化过程常经历很长的地质年代。一般是首先经过部分有序的阶段，逐渐增大长程有序度而最终转变为完全的有序结构。

【类质同象】　isomorphism 又称同形。指物质结晶时，其晶体结构中本应由某种离子或原子占有的位置，一部分被介质中性质相似的他种离子或原子所取代，共同结晶成均匀的单一相的混合晶体（简称混晶 mixcrystal，即替位式固溶体），但并不引起键性和晶体结构型式发生质变的特性。例如，镁橄榄石 Mg_2〔SiO_4〕晶格中，Mg^{2+} 的一部分配位八面体位置可被介质中的 Fe^{2+} 所占有，从而结晶成橄榄石（Mg，Fe）$_2$〔SiO_4〕。构成类质同象置换关系的两种组份，必须要有能力以不同的含量比形成一系列成分上连续变化的混晶，从而组成一个类质同象系列。同一类质同象系列中的一系列混晶，它们的晶胞参数和物理性质参数（如比重、折射率等）均随两种组份含量比的连续改变而作线性变化。类质同象混晶的化学式的表达是，把可以相互置换的离子或原子写在圆括弧内，彼此间用逗号分开，含量高者在前。影响元素间类质同象置换能力的因素主要有：离子类型及键性的异同，离子或原子半径差值的大小，原子价的相等与否及其差值的大小，置换时的能量效应，结晶时温度的高低等。

【同形】　即“类质同象”。

【完全类质同象系列】　complete isomorphous series　又称“连续的类质同象系列”。相当于溶解度无限的固溶体。即构成类质同象置换关系的两种组份，能在 0～100% 的整个范围内相互取代，以任意比例组成混晶而构成的类质同象系列；这两种组份称为该系列的两个端员；基本上由一种端员组份组成的矿物称为端员矿物。例如 Mg_2〔SiO_4〕与 Fe_2〔SiO_4〕组成一个完全类质同象系列（橄榄石系列），Mg_2〔SiO_4〕与 Fe_2〔SiO_4〕就是两个端员组份，相应的端员矿物为镁橄榄石与铁橄榄石。而橄榄石、贵橄榄石等则是该系列的中间成员。

【不完全类质同象系列】　incomplete isomorphous series　又称“不连续的类质同象系列”。相当于溶解度有限的固溶体。即构成类质同象置换关系的两种组份，只能在某个确定的有限范围内混溶而构成的类质同象系列；由主要组份构成的晶体称为寄主晶体（相当于固溶体中的溶剂），次要组份称为类质同象混入物（相当于固溶体中的溶质）。例如闪锌矿 ZnS－铁闪锌矿（Zn，Fe）S 系列便是一个不完全类质同象系列，Fe 作为类质同象混入物，它在闪锌矿中的含量不能超过 26%。此外，许多分散元素一般都不能形成自己的独立矿物，而是以类质同象混入物的形式赋存于其他矿物中，例如锆石 Zr〔SiO_4〕中的 Hf，辉钼矿 MoS_2 中的 Re 等。此种情况有时特别称之为内潜同晶。

【等价类质同象】　isovalent isomorphism　由原子价相等的元素进行置换时所形成的类质同象。例如橄榄石（Mg，Fe）$_2$〔SiO_4〕中相互置换的镁和铁均为 2^+ 价阳离子，磷灰石 Ca_5〔PO_4〕$_3$（F，Cl）中的氟和氯均为 －1 价阴离子，它们都属于等价类质同象。

【异价类质同象】 heterovalent isomorphism 由原子价不等的元素进行置换时所形成的类质同象。在异价类质同象置换中，必须保持晶格的静电平衡，为此，在置换时需以一定方式进行电荷的补偿，例如：在斜长石（Na，Ca）〔Al（Si，Al）Si_2O_8〕中为 $Na^+ + Si^{4+} \rightleftharpoons Ca^{2+} + Al^{3+}$；在霞石（$Na_2$，Ca）〔$Al_2Si_2O_8$〕中为 $Ca^{2+} \longrightarrow 2Na^+$，同时在晶格中出现一些空位；在绿柱石（Be，Li，Cs）$_3$A1_2（Si_6O_{18}）中为 $Li^+ Cs^+ \longrightarrow Be^{2+}$，其额外增加的阳离子充填于晶格的空隙中。

【极性类质同象】 polar isomor－phism 指在形成类质同象混晶时，元素间的置换具有一定方向性的现象，即在一定条件下，由于元素的类质同象置换能力不同，有一些元素是置换元素，而另一些元素则是被置换元素。例如 Ba 可置换钾长石 K〔$AlSi_3O_8$〕中的 K，而 K 不能置换重晶石 Ba〔SO_4〕中的 Ba。

【补偿类质同象】 compensative isomorphism 指形成矿物时，当介质中形成矿物的某种元素浓度不足，由介质中性质近似的其他元素以类质同象置换方式进入晶格来补偿的现象。例如，形成磷灰石 Ca_5〔PO_4〕$_3$〔F，Cl〕时，若溶液或熔融体中的钙 Ca^{2+} 的比例不足时，则经常由铈 Ce^3 和钠 Na_2^+ 来补偿（$2Ca^{3+} - Ce^{3+} + Na^+$），形成富含稀土的磷灰石（$Ca_2$，CeNa）$_5$〔$PO_4$〕$_6$（F，Cl）$_2$。

【固溶体】 solid solution 又称“固体溶液”。是由两种或两种以上物质（称为组元）的原子或分子均匀混溶，呈单一结晶相的固态混合物。即可以把主要组元看成为溶剂，其余组元则作为溶质均匀地溶解于溶剂晶格中而组成的固体溶液。固溶体有两种主要类型：（1）填隙式固溶体：由溶质的质点充填于溶剂晶格中质点间的空隙而构成，例如碳钢；（2）替位式固溶体：由溶质的质点取代溶剂晶格中的部分质点位置而构成。类质同象混晶，包括大多数合金，都是替位式固溶体。此外，根据溶质组元在溶剂晶格中的溶解度还可分为溶解度无限的和有限的两类固溶体。在溶解度以内，固溶体的晶胞参数及物理性质参数均随组元含量比的连续变化作线性变化。

【离溶】 exsolution 又称“出溶”和“解溶”。指原来是均匀的固溶体离解为彼此不同的两个或两个以上结晶相的过程。在此过程中，应无物质的带入和带出，亦即总体的化学成分应无变化。一般情况下，离溶是由于温度下降，使固溶体的溶解度减小，达到过饱和而发生的。例如高温下结晶的钾钠长石固溶体，在低温下即发生离溶，形成由正长石（或微斜长石）与钠长石两种结晶相的规则嵌生，成为条纹长石。由离溶所形成的规则嵌生的结构称为离溶结构；相应的矿物共生现象则称为离溶共生。

【溶线】 solvus 指在二元系固溶体相图中，或三元系固溶体相图的某一切面上；区分均匀混溶区与不混溶区的界线。溶线一般为一曲线。溶线一侧的区域为均匀混溶区，即固溶体区，在本区内物质结晶成单一相的均匀固溶体；溶线另一侧的区域则为不混溶区，亦即为两相或多相共存的区域。在此区内，原已形成的固溶体将分解成为彼此不同且互不混溶的两个或几个结晶相，同时共存。所以，溶线实质上也就是固溶体发生溶解的曲线。

【等结构】 isostructural 又称“等构造”。指不同晶体具有相同的结晶构造型式的现象。例如锆石（Zr〔SiO_4〕）与磷钇矿（Y〔PO_4〕）之间，萤石（CaF_2）与晶质铀矿（UO_2）之间，方解石（Ca〔CO_3〕）与菱镁矿（Mg〔CO_3〕）、菱锰矿（Mn〔CO_3〕）、菱铁矿（Fe〔CO_3〕）之间，都是等结构的。等结构的各种晶体，应具有相同的空间群和原子坐标，以及相似的化学式和轴率；但是，它们的化学组成和离子的电价、半径、键性以及晶胞的大小等，则既可以是相同或近似的，也可以是完全不同的。对于所有这些因素都是相同或近似的等结构现象，特别称为同型（isotyptc），例如上述的方解石、菱镁矿、菱锰矿、菱铁矿之间即是。

【同型】 isotypic 见“等结构”。

【络合物】 complex 由一个简单正离子和几个中性分子或负离子结合而成并能独立存在于溶液中的复杂离子叫络离子，含络离子的化合物叫做络合物。

络合物可以分为配位络合物、内络合物（螯合物）、多酸型络合物等几种类型。按照配位学说理论认为，在任何络合物的分子中，有一个带络离子形成体的带正电荷的离子占据着中心位置，通常叫中心离子，在直接靠近它的周围配置着一些配位粒子的负电离子或中性分子，这些配位粒子和中心离子形成络合物的内配位层或称“内界”。在配位化合物的“外界”还有若干离子距离中心离子较远，联系得比较松弛，使整个配位化合物呈电中和性。在写络合物的化学式时，把络离子形成体和配位粒子一起写在方括号内，以表示络离子。络合物是成矿作用中元素迁移的一种重要形式。由于许多元素的络合物都是易溶的，而且在水溶液中是比较稳定的，从而大大增大了其迁移能力；当外界条件改变，引起络合物分解，乃可导致元素的沉淀富集。

【pH 值】 pH value 通常用〔H^+〕的负对数来比较溶液的酸碱性，这个〔H^+〕的负对数值称为 pH 值。它的算法如下：

$$pH = -\log(H^+) = \log\frac{1}{[H^+]}$$

溶液的酸碱性和 pH 值的关系为：中性溶液 pH = 7，酸性溶液 pH < 7（pH 值越小，酸性越强），碱性溶液 pH > 7（pH 值越大，碱性越强），pH 值是影响元素迁移和沉淀的重要因素之一。

【氧化还原电位 Eh】 oxidation reduction potential 当变价元素的离子相遇时，由于各种离子对电子吸引的能力强弱不同，因而彼此之间出现电位差，电子自动由电位低的一方向电位高的一方转移，这一电位差称为氧化还原电位（Eh 或 E），简称氧化电位（反应方向相反则称还原电位）。其单位为伏特。Eh 愈高，愈难氧化，即失去电子愈难。如为还原电位就愈难还原，即不易得到电子。计算氧化电位可用下列公式：

$Eh = Eh_0 + \frac{RT}{nF}\lg\frac{C\ 氧化态}{C\ 还原态}$ Eh_0 – 标准条件下的氧化电位，R – 气体常数，T – 绝对温

度，n－参加反应的电子数，F－法拉第常数，C－离子浓度。在一个大气压，25℃的条件下，上式可改写为：

$Eh = Eh_0 + \frac{0.059}{n} \log \frac{C_{氧化态}}{C_{还原态}}$地球化学研究中，除了利用变价元素不同价态离子的比值定性地判断环境的氧化还原条件外，还常用pH—Eh相图定量地判断各种矿物或离子及化合物的稳定条件。

【水合离子】 hydrated ion 在地壳中水是普遍存在的介质，它对于元素的内生和表生迁移都起重要作用。水分子是偶极分子。水分子的偶极性使水分子在溶液中的离子周围呈有规律的排布，引起离子的水合作用，结果使离子为水分子包围而形成为水合离子，一般情况下，电价低的较大阳离子（碱金属和碱土金属），在水中同H^+争夺对氧（O^{2-}）的能力弱，容易同OH^-离子脱落，在水中常常成为水合离子的形式存在。

【体系】 system 从宇宙天体或地球中任意划定，或者在实验室加以选定的物质区域称为体系或系统。其目的是借以在这个区域的边界范围内独立地研究其中物质和能量的转换。一个体系可以是实验室中盛于容器中的水；可以是自然界的含成矿元素的热水溶液或某种成分的岩浆体：甚至可以着眼于整个星球。体系边界之外并与体系密切联系的部分称为环境。

【封闭体系】 closed system 与外部环境只有能量交换，而无物质交换的体系，称为封闭体系。与环境既有能量交换又有物质交换的体系称为开放体系。理论研究上还假设有一种封隔体系，它与环境既无物质的交换，又无能量的交换。

实验室研究多数是封闭体系的相平衡状态关系，可以用热源提供热能，但不能任意加入或取出物质。地球化学作用有些属于封闭体系的范畴，例如受热接触变质作用的角岩；有些则属于开放体系，例如各种交代岩和交代成因的矿石所反映的物质体系等。

【开放体系】 open ststem 见封闭体系。

【共结系】 eutectic system 由二元以上组分构成的物系，既不形成固溶体，又不生成中间化合物，各组分的固相能够在某确定的温度下从某一特定成分的液体同时共同结晶。这样的体系叫做共结系，根据组元数目，又分为二元共结系、三元共结系和多元共结系等。同时结晶的各固相的混合产物称为共结物。共结物一般构成细粒晶体的基质，各物相交织镶嵌在一起。许多盐－H_2O体系和硅酸盐体系属于共结系。例如$CaMgSi_2O_6$（透辉石）－$CaAl_2Si_2O_8$（钙长石）二元系等。这类体系在盐湖沉积和基性岩浆岩研究中应用普遍。

【共结点】 eutectic point 共结系相图中标志各固相共同结晶时液体成分和体系温度的点称为共结点。在共结点液相与全部固相处于平衡，共存的物相数目最多，体系的自由度等于零，所以这是一个无变量点，组分、温度和压力等变量都只有固定值，不能变动，否则平衡破坏导致物相的减少。共结点是体系液相能够存在的最低温度。由于共结系中各组元彼此起着杂质的作用，根据拉乌尔定律互相使凝固点降低。共结点即为各组元凝固点下降曲线的交点。因此，共结点温度显著低于各单相和其他混合物的凝结温度。在地球化学研究中，共结点的概念经常用来探讨岩浆最后冷凝的下限温度和成分，或探讨火成岩最低的初熔温度。

【共结物】 见共结点。

【近结系】 anchieutectic system 具有分解熔融化合物形成的体系叫近结系。一个分解熔融化合物受到加温不直接熔化为原成分的液体，而在到达其“熔点”以前的某一温度分解为一个组元固相和成分更富于另一组元的液体。即，设组元为 A 及 B 的近结系，形成分解熔融化合物 A_2B。加热 A_2B 并不熔化为原成分的液体，而却在某一温度发生下列分解反应：A_2B（固相）$\rightleftharpoons$ A（固相）+液相（富于 B）。例如 Mg_2SiO_4（镁橄榄石）$-SiO_2$（石英）为近结系。形成分解熔融化合物 $MgSiO_3$（顽火辉石）。加热顽火辉石到 1557℃ 发生分解反应：顽火辉石$\rightleftharpoons$ 镁橄揽石+液体（比 $MgSi_3$ 更富于 SiO_2）。

地质上常用近结系的反应关系来解释相应矿物组合的反应结构和生成顺序。例如阐明某些橄揽岩中橄揽石和斜方辉石之间包晶结构的原因等。

【近结点】 anchieutectic point 近结系相图中表示中间化合物发生分解熔融时液体成分和体系温度的点称为近结点。在近结点两个固相（分解熔融化合物和组元之一）与一个液相处于平衡，共存的物相数最多，体系自由度等于零。所以近结点也是无变量点，温度和液体成分都固定不变。但是与共结点不同，在近结点以下温度仍可有液相存在。

【液相曲线】 liquidus 在二元以上体系的相图上表示出固相与液相处于平衡时液体成分和温度随着体系成分改变而连续变化的曲线称为液相曲线。这是一条单变量曲线。在液相曲线上的温度物质将发生全熔，所以是物系的熔化曲线。

【固相曲线】 solidus 在二元固溶系相图上表示与液相处于平衡的固相，其成分随着液体成分和温度的改变而连续变化的曲线称为固相曲线。在其他类型体系中，固相成分是确定的，固相线为一条通过共结点的水平直线。固相线以下的温度区域，液相凝固完毕不再残留，标志着液相存在的最低温度。在加热过程中，于固相线温度物质开始熔化，所以固相曲线也是初熔曲线。

【热容】 heat capacity 某一物质的温度升高一度所需要的热量称为热容。物质的量为一克时称为比热。物质的量为一克分子时，称为克分子热容。热容常用符号为 C，单位卡/克分子·度。C 值与加热时的条件有关。加热时压力保持不变称为等压热容，用 C_p 表示，加热时体积不变，称为等容热容，用 C_v 表示。热容是温度的函数。

与地球化学计算有关的手册中，一般给出的都是 Cp 函数。利用 Cp 可以把标准生成热换算到任何其它所需要状态的生成热。

【生成热】　heat of formation　某一物质的生成热是由稳定单质合成一克分子该物质时的化学反应热。常用符号 ΔH_f 表示。标准生成热即在标准状态下的生成热，常用符号 ΔH_f° 表示，单位是卡/克分子或千卡/克分子。标准状态规定为 25℃ 和一个大气压。在标准状态下，稳定单质元素的生成热规定为零。

利用生成热的概念可以计算地球化学过程中各种化学反应的反应热。同时，也用生成热的概念研究矿物的稳定性和类质同象等问题。

【生成自由能】　free energy of formation　某一物质的生成自由能是由稳定单质合成一克分子该物质时自由能的变化。通常指的是吉布斯自由能，常用符号 ΔG_f，单位同生成热一样。标准状态下的生成自由能叫标准生成自由能，用符号 ΔG_f° 表示。稳定单质元素在标准状态下生成自由能规定为零。

【活度】　activity　经典热力学解决的是封闭体系的平衡态问题。但实际上遇到的都不是理想体系，因此引出活度和逸度的概念，将实际体系中的浓度和压力加以校正，使经典热力学的公式适用于实际体系。

溶液中某一物质的活度即是经过校正的浓度，用公式 $\alpha = \gamma m$ 表示。α 为活度，m 为浓度，γ 为活度系数。α 的单位通常和浓度是一样的。

某一气体的逸度即是经过校正的该气体的分压，用公式 $f = \gamma p$ 表示。f 为逸度，p 为压力，γ 为逸度系数。f 的单位与 p 相同，通常用大气压表示。当压力近于和小于一个大气压时，一般说来 f 与 p 相近，其差异在地球化学计算中可忽略不计，这时逸度就等于分压。但在内生地球化学作用中，常处于高温高压状态，所以必须考虑各种挥发组分的逸度。

【逸度】　fugacity　见“活度”。

同位素地质学

【同位素地质学】　isotope geology　利用放射性同位素的衰变规律，稳定同位素的丰度变化，来研究地壳发展和地质体形成的历史，以及在不同地质作用下地球物质的迁移过程的这一学科，称为同位素地质学。

【同位素地球化学】 isotope geochemistry 即“同位素地质学”。

【核地质学】 nuclear geology 研究地球中原子核形成、分布、演化的一门学科。它的主要内容是：利用放射性同位素的衰变测定矿物和岩石等的地质年龄，并进而研究地质事件的年代和历史；研究地壳中的放射性衰变；研究稳定同位素和放射性同位素组成的变化和演化；研究在铀自发裂变产生的热中子作用下，地壳、地球表面和大气圈中的核反应以及在宇宙射线中子和其他核粒子作用下元素的转变等。

【放射地质学】 radiogeology 利用放射性元素天然和人工的核转变规律（放射性衰变定律）来研究地壳发展和地质作用历史的科学。

【稳定同位素地球化学】 stable isotope geochemistry 又称稳定同位素地质学。它是研究稳定同位素在地质体中的分布及在各种地质条件下的运动规律，并运用这些规律研究岩石和成矿物质的来源和成因等地质问题的一门科学。目前研究得较多的有氢、氧、硫、碳及铅、锶等元素的同位素。

【同位素地质年代学】 isotopic geochronology 研究同位素地质记时方法并用以研究各种地质体的形成时间和演化历史的一门地质学科。

【同位素】 isotope 核内质子数相同（即核电荷相同），而中子数不同（即原子量不同）的原子。它们在周期表上居同一位置。同一元素各同位素的物理化学性质略有差别。同位素分为稳定同位素和放射性同位素。已知自然界中有近300种稳定同位素，约50种天然放射性同位素和1000多种人工放射性同位素。

【同位素丰度】 isotope abundance 某同位素在该元素中所占的原子百分比，如S^{32}在陨石硫中的丰度为95.018%。

【同位素比值】 isotope ratio 某元素中各同位素丰度之比，如C^{12}/C^{13}、O^{16}/O^{18}、S^{32}/S^{34}等。

【同位素组成】 isotopic composition 以重量或原子百分比表示的某元素中各同位素所占的比例。自然界中，大部分元素具有稳定的同位素组成。同位素组成可变的元素主要是有放射成因同位素不断累积的元素（如铅、锶、等）以及某些轻元素（如氢、氧、碳、硫、硼、硅等）。

【同位素标准】 isotope standard 在稳定同位素地质研究中，一样品的同位素比值常用与一个选作“基准”样品的同位素比值相比较的方法来表示。这一被选作“基准”的样品叫同位素标准。同位素标准一般要具备几方面的条件：①化学成分均一，②同位素组成恒定，且大致为此同位素天然变化范围的中间值，③数量大，④制样和测定方便。为了便于数据对比，已建立的世界通用性同位素标准有；氢—标准平均洋水（SMOW），氧—标准平均洋水（SMOW），碳-美国南卡罗莱纳州白垩系皮狄组中的拟箭石壳（PDB），硫-美国亚利桑那州凯嫩迪亚勃洛铁陨石中的陨硫铁（CD）。

【放射性同位素】 radioisotope 不稳定，能自行衰变，转变为另一种元素的同位素。如 Ra^{226}放射出一个 α 粒子变为 Rn^{222}，Rb^{87}放射出一个 β 声粒子变为 Sr^{87}等。Ra^{226}、Rb^{87}称为放射性同位素。

【稳定同位素】 stable isotope 就目前检测技术来说，尚未发现能自行衰变的同位素，如 C^{12}、C^{13}、O^{16}、O^{18}等。

【放射成因的同位素】 radiogenic isotope 由放射性同位素衰变产生的同位素。它们可以具放射性，也可以是稳定的，前者如 Rn^{222}，后者如 Ar^{40}、Sr^{87}、Pb^{206}等。

【宇宙成因的同位素】 cocmogenic isotope 在宇宙射线作用下，自然物体中产生的稳定同位素和放射性同位素。

【轻同位素】 light isotope 某一元素中质量较小的同位素，相对于质量较大的同位素而言，称为轻同位素。在元素周期表的前半部，质量数较小，相对于后半部质量较大的而言，也称轻同位素。

【重同位素】 heavy isotope 某一元素中质量较大的同位素，相对于质量较小的同位素而言，称为重同位素。在周期表的后半部，质量数较大，相对于前半部质量数较小的而言，也称为重同位素。

【母同位素】 parent 放射性衰变系列中的起始同位素。如铀系中的 U^{238}，锕铀系中的 U^{235}钍系中的 Th^{232}。

【子同位素】 daughter 放射性衰变系列中由母同位素衰变产生的同位素。如铀系中的 Th^{234}，锕铀系中的 Th^{231}，钍系中的 Ra^{228}等。

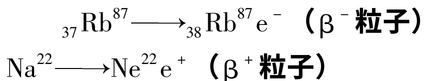
【最终产物】 end product 放射性衰变系列中最终的稳定同位素。如铀系中的 Pb^{206}，锕铀系中的 pb^{207}，钍系中的 pb^{208}。

【放射性】 radioactivity 某些同位素能自行衰变，释放出某种粒子或射线，同时释放出能量，转变为另一种同位素的特性。

【放射性衰变】 radioactive decay 某些同位素自发地释放出射线并转变为另一种同位素的过程。放射性衰变可分为单衰变和系列衰变。母体同位素经过一次衰变形成稳定的子体同位素称为单衰变。例如，K^{40}经过一次 β^-衰变形成稳定的同位素 Ca^{40}，或者经过 K 层电子捕获形成 Ar^{40}。位于元素周期表后部的某些重元素的放射性同位素要经过一连串的衰变才能形成稳定的同位素称为系列衰变。例如，U^{238}，经过八次 α 衰变和一系列 β、γ 衰变最终形成稳定同位素 Pb^{206}。自然界常见的放射性衰变形式是 α、β、γ 辐射和 K 层电子捕获。

【α－衰变】 alpha decay 放射性同位素从原子核内放射出一个 α 粒子，变成另一种同位素的过程。α 粒子为氦的原子核（$2He^4$），由两个质子和两个中子组成。因此，放射性同位素经过一次 α 衰变后，质量数减少四个单位，而原子序数（即质即数）减少两个单位，在周期表中向左移两格。例如，镭（$88Ra^{226}$）放射出一个 α 粒子后变成氡（$86Rn^{222}$），即：$88Ra^{226} \longrightarrow {}_8 6Rn^{222} + {}_2He^4$（α 粒子）。在元素周期表中，原子序数 Z≥83 的放射性同位素，大多数能发生 α 衰变。

【β－衰变】　beta decay　放射性同位素由原子核内放射出一个 β 粒子变成另一种同位素的过程。β^- 粒子为带负电荷的电子（e^-），β^+ 粒子为带正电荷的电子（e^+），其质量仅为氢原子质量的 1/1840，所以经过 β 衰变后形成的另一种同位素，其质量几乎保持不变。但因放射出一个 β^- 粒子（或 β^+ 粒子），使核内的一个中子（或质子）转化为质子（或中子），核电荷增加（或减少）一个单位，故在周期表中向右（或向左）移一格。例如，铷（$_{37}Rb^{87}$）放射出一个 β 粒子后变成 $_{38}Rb^{87}$，即：



$_{37}Rb^{87} \longrightarrow {}_{38}Rb^{87} e^-$（$\beta^-$ 粒子）

$Na^{22} \longrightarrow Ne^{22} e^+$（$\beta^+$ 粒子）

在元素周期表中，原子序数 $Z \leqslant 83$ 的放射性同位素，大多数能发生 β 衰变。

【γ－衰变】　gamma decay　原子核放出 γ 射线的过程。γ 射线是一种波长很短的电磁波，具有很强的穿透力。γ 衰变不是一种独立的核衰变过程，只有当 α · β 衰变后处于激发态的原子核转化为稳定态时才放出 γ 射线。

【K 层电子捕获】　K－electron capture　原子核从 K 电子层（离核最近的轨道电子层）夺取一个电子并与一个质子结合成中子的过程。经过 K 层电子捕获后，形成的另一同位素，其原子序数（或质子数）减少一个单位，而质量保持不变，在周期表中向左移一格。例如，$_{19K}{}^{40}$，经过 K 层电子捕获后变成 $_{18}Ar^{40}$，即：$_{19}K^{40} + e^- \longrightarrow {}_{18}Ar^{40}$。目前仅知钾（$_{19}K^{40}$）镧（$57La^{138}$）和镥（$_{71}LU^{176}$）等数种天然放射性同位素有 K 层电子捕获现象。

【自发裂变】　spontaneous fission　质量数较大的原子核，由于其内部不稳定，在无外力的作用下，自发分裂成两个中等质量数的原子核，同时放射出中子和其他射线的过程。例如铀核的自发裂变。

【裂变径迹】　fission track　在矿物或天然玻璃中，U^{238} 自发裂变产生核碎片，由这种核碎片造成的辐射损伤的痕迹，叫做裂变径迹。

【放射性衰变常数】　decay constant　当有大量放射性同位素原子存在时，每一瞬间（df）发生衰变的原子数（dN）正比于那一瞬间尚未衰变的原子数（N），即 $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$，式中 λ 称为放射性衰变常数，表示单位时向内有多少放射性同位素的原子已衰变。每种放射性同位素都具有特定的 λ 值，它表示放射性核衰变的速度。过去，人们认为每种放射性核衰变的速度是不变的，不受任何外界因素（温度、压力、电磁场等）的影响，但是近年来这一概念已被打破，只是变化很微小，不影响地质年龄的测定。

【半衰期】　half life　放射性同位素衰变到其原始量的一半所需之时间，通常以 T 表示。例如，一克镭（Ra^{226}）经过 1622 年之后，剩下 $\frac{1}{2}$ 克，又经过 1622 年，剩下 $\frac{1}{4}$ 克，再经过 1622 年之后，仅剩 $\frac{1}{8}$ 克，因此，镭的半衰期为 1622 年。放射性同位素的半衰期相差悬殊，短者小于 10^{-6} 秒（即百万分之一秒），长者大于 10^{10} 年（即一百亿年）。

【放射性衰变定律】 radioactive decay law 放射性同位数的原子数随时间作负指数函数而衰减的规律，即：$N = NOe^{-\lambda t}$，式中：N 为任一时间 t 时尚未衰变的原子数，N_0 为 t =0 时存在的总原子数，λ 为衰变常数，e 为自然对数之底。假定在某一封闭系统中，母体同位素衰变后生成的子体同位素不再继续衰变，随着时间的增长，母体逐渐减少，子体逐渐增加，衰变定律可以写为：N 现有母体 = （N 现有母体 + N 现有子体）e⁻λt 或 N 现有子体 = N 现有母体（$e^{\lambda t}$ –1）。已知现有母体和现有子体的原子数以及衰变常数，即可求出衰变的时间 t。上式就是同位素地质年龄测定的基本公式。

【放射系列】 radioactive series 由一系列放射性同位素构成，其中任何一个同位素经过放射性衰变转变为下一个同位素，直到出现稳定同位素为止。例如，U^{238} 经过八次 α 衰变和一系列 β、γ 衰变最终形成稳定同位素 pb^{206}。目前，自然界中已知的放射系列有：铀系、锕铀系和钍系。

【铀系】 uranium series 以 U^{238} 为母体同位素开始的放射系列，其最终产物为 Pb^{206}。

【钍系】 thorium series 以 U^{235} 为母体同位素开始的放射系列，其最终产物为 Pb^{208}。

【锕铀系】 actinium – uranium series 以 U^{235} 为母体同位素开始的放射系列，其最终产物为 Pb^{207}。

【放射性平衡】 radioactive equilibrium 在放射性衰变过程中，母体同位素的衰变速率与每一个中间子体同位素的衰变速率相同时所处的状态。当达到放射性平衡时，中间子体同位素的浓度稳定不变。

【绝对年龄】 absolute geologi – calage 以“年”为单位表示的化石、岩石、矿物、地质事件的地质年龄。是“同位素年龄”的同义语。现在我国已普遍使用“同位素年龄”一词，但其他国家仍有沿用“绝对年龄”的。另外，根据树木的年轮、纹泥等测定的年龄也叫“绝对年龄”。

【同位素年龄】 isotopic age 根据放射性同位素衰变定律测定的，以“年”为单位的地质体或地质事件的年龄。

【同位素地质年龄测定】 isotopic age determination 根据放射性同位素的衰变定律对地质年龄进行的测定。

【原岩年龄】 protolith age 也称真实年龄。指在岩浆岩、沉积岩和变质岩形成以后，始终保持同位素化学封闭体系的条件下所测得的年龄。

【同位素地质年代表】 isotopic geochronological scale 根据放射性同位素衰变定律测定的、以“年”为单位的划分地球发展历史阶段的地质年代表。现将国际地质年代学委员会推荐的同位素地质年代表列如下；

单位：百万年

代	纪	世	国际地质年代学委员会（1967）界限年龄	国际地质年代学委员会（1967）时间间距	中国地质图（1:400万）
新生代	第四纪		1.5±0.5	1—2	1
	第三纪	上新世	9±3	6—11	
		中新世	25±2	11—20	
		渐新世	37±2	12—15	
		始新世	58±4	20	
		古新世	67±3	10—15	30—80
中生代	白垩纪		137±5	65—75	140
	侏罗纪		195±5	45—58	195
	三迭纪		230±10	40—45	230
古生代	二迭纪		285±10	45—55	270
	石炭纪		350±10	50—80	320
	泥盆纪		405±10	50—80	375
	志留纪		440±10	20—40	440
	奥陶纪		500±15	60—65	550
	寒武纪		570±15	70—110	600
元古代					1700
太古代					>2400

【变质年龄】 metamorphic age 在变质作用时形成的岩石或矿物，没有捕获介质中的氩或继承原来矿物中的氩，同时始终保持同位素化学封闭体系，所测得的年龄为变质年龄。

【表观年龄】 apparent age 也称表面年龄、视年龄，直接由岩石或矿物测定的年龄。由于矿物或岩石的成分、结构和构造不同，它们在后期地质作用的影响下对放射性同位素的母体或子体同位素的保存程度不同，故所测得的表观年龄值也不同。如在同一变质作用条件下有些矿物物性稳定，测定的表观年龄即代表原岩年龄（或直实年龄）。有的矿物不稳定，形成了新生矿物，那么，所测定的表观年龄则代表变质作用的年龄；有的矿物只是丢失了部分的子体同位素，所获得的年龄介于原岩年龄和变质年龄之间，只表示矿物或岩石对放射性子体或母体的保存程度，这种视年龄也称保存年龄，其确切地质意义常常难以判定。

【物理年代】 physical time 用物理现象或物理作用（如放射性衰变）测定的年代。

【放射钟】 radioactive clock 又称“原子钟”。由放射性同位素，如 K^{40}、Rb^{87}、C^{14}等构成的一种地质年代计。由于这些放射性同位素的衰变速度不受温度、压力、化学反应等外界条件的影响，故能正确地计量岩石、矿物的地质年龄。有人还用某专门元素来命名，为把测定地质年龄的 C^{14}，叫做碳钟。放射钟是同位素地质年龄测定的基础。

【钾-氩法】 potassium-argon age method 根据岩石、矿物中 K^{40}经 K 层电子捕获形成 Ar^{40}的衰变定律以测定地质年龄的方法。年龄计算公式为：

$$T=\frac{1}{\lambda}\ln\left[1+\frac{(1+R)}{R}\frac{Ar^{40}}{K^{40}}\right],$$

式中：λ 为 $\lambda_K+\lambda_\beta$，R 为 λ_K/λ_β，λ_K、λ_β 分别代表 K^{40}做乙种衰变和 K 层电子捕获的衰变常数，Ar^{40}、K^{40}代表二者的原子数。为了得到可靠的地质年龄值，矿物、岩石从形成时起必须是一封闭系统，没有 K、Ar 的混入和丢失。年龄值被歪曲的主要原因是放射成因氩的丢失，从而使年龄值偏低。最适于钾-氩法年龄测定的矿物有云母、角闪石、海绿石等。钾-氩法可测定从地壳最古老的年龄到第四纪。

【氩法】 argon dating 即“钾-氩法”。

【铷-锶法】 rubidium-strontium age method 根据矿物、岩石中 R_b^{87}经 β-衰变产生 Sr^{87}的衰变定律测定地质年龄的一种方法。年龄计算公式为：

$T=\frac{1}{\lambda}\ln\left(H\frac{Sr^{87*}}{Rb^{87}}\right)$，式中：$Sr^{87*}$为放射成因 Sr^{87}的原子数，Rb^{87}为现今矿物、岩石中 Rb^{87}的原子数，λ 为 Rb^{87}的衰变系数。铷-锶法测定年龄的对象随着测试技术的发展而日益广泛。除常用的云母、长石类矿物外，几乎所有的酸性、中性、基性岩浆岩以及变质岩的全岩和含钾矿物都可用铷-锶法测定年龄。对于沉积岩及含钾的同生矿物，也作过一些测定。近年，采用铷-锶等时线法可以分别得出地质体形成年龄及其后变动的地质年龄。

【铀－钍－铅法】 uranium－thorium－leadage method 简称“铀－铅法”。通过测定矿物或岩石中的铀、钍和铅的同位素含量，根据放射性衰变定律来计算地质体形成年龄的方法。这种方法可以同时根据四组比值（Pb^{206}/U^{238}、Pb^{207}/U^{235}、Pb^{208}/Th^{232}、Pb^{207}/Pb^{206}）计算年龄，达到相互检验的目的。但自然界经常发生铀、钍、铅同位素的带出或带入，由四组比值计算的年龄往往不一致，因而通常要参考地质和地球化学资料选用最合适的年龄值。此外，还可以对同一地质体测定若干样品，用等时线法或各种模式图解法来获得地质体的年龄。铀－钍－铅法测定年龄的常用矿物有晶质铀矿、沥青铀矿、锆石、独居石等。

【铀－铅法】 uranium－lead age method 铀－钍－铅法的简称。

【普通铅法】 common－lead method 根据普通铅的同位素组成测定地质年龄的方法。已知在普通铅的四种同位素中，Pb^{206}、Pb^{206}、Pb^{207}、Pb^{208}不断得到U^{238}、U^{235}和Th^{232}衰变产物的补充，其绝对丰度值随时间而增加，而Pb^{204}在地球中的绝对丰度不变。因此Pb^{206}/Pb^{204}、Pb^{207}/Pb^{204}和Pb^{208}/pb^{204}比值是地质时间的函数。根据这个原理，可以通过一定的公式计算出含铅矿物的年龄。这个方法只能给出近似的年龄值。

【全铅法】 又称“粗铅法”。根据矿物中铅含量与铀、钍含量之和的比值（Ph/U＋Th）测定地质年龄 的方法。当在放射性矿物铅中混有质量数为204的非放射成因的铅同位素时，此法不宜使用。

【粗铅法】 即“全铅法”。

【RaD法】 根据矿物中放射性同位素Pb^{201}（RaD）的比放射性强度测定地质年龄的方法。计算公式为；

$\frac{RaD}{Pb^{206}}=\frac{\lambda U^{238}}{\lambda RaD\ (e^{\lambda}U^{238t}-1)}$，式中：RaD为$Pb^{210}$，λ为放射性同位素的衰变常数，e为自然对数的底，t为矿物的年龄。此法未被广泛使用，因为它未考虑矿物中普通铅的混入，从而使得到的年龄值往往偏高。

【α－铅法】 lead－alpha age method 铀（钍）－铅法的一种，又称拉森（Larson）法。主要是根据矿物中铅的总量和总α放射性强度之比以测定地质年龄。此法快速而简便，其样品选择有两个主要要求，即矿物具有足够的化学稳定性及矿物在形成过程中和形成以后只有很少量的外来铅混入。实验证明，锆石（其次是磷钇矿、独居石等）是用此法测定年龄的理想矿物。由于被测矿物常有大量普通铅的混入，因此，这种方法未能广泛使用。

【拉森法】 Larsen methcd 即“α－铅法”。

【铀系法】 uranium－series age methods 根据U^{238}、U^{235}衰变的中间产物如U^{234}、Th^{230}、Pa^{231}和Ra^{226}等，在沉积物中与其母体或直接母体之间的放射平衡来测定沉积物的年龄和海泥的沉积速率的方法。主要测定对象有：①海洋沉积物：铁锰结核、海底软泥、碳酸盐及海洋生物为珊瑚、软体动物的化石或壳体；②大陆沉积物为钟乳石、化石骨骼、泥炭等；③现代火山岩；④天然水体中的水、为内陆海、湖、河等。

【不平衡铀法】 uranium－238to uranium－234disequilibrium method 又称“铀－234法”。是根据U^{234}/U^{238}比值测定地质年代的比较成熟的方法。鉴于U^{234}的半衰期为2.45×10^6年，此法测定地质年代的范围为几千年到近百万年。在年轻的地质建造中，铀同位素U^{234}/U^{238}的比值经常偏离平衡值。这提供了测定年龄的可能性。利用U^{234}/U^{238}值中U^{234}的过剩，首次在骨头化石和海洋珊瑚中获得了一批数据，此后，用该法测定过内陆湖的年龄，并应用铀同位素比值探讨过内陆湖的成因。应用不平衡铀法测定年龄，必须了解初始U^{231}/U^{238}的比值。地球化学某些作用能够迁移放射性同位素，破坏了铀同位素的原始组成。因而必须保持被研究对象在整个形成过程中有同一同位素组成，在这个前提下才能测得U^{234}/U^{238}的初始比值。在自然条件下，同位素迁移之大，致使不少第四纪样品不宜于测定年龄。这使该法的应用受到一定的限制。值得注意的是，目前不平衡铀法的定义尚未统一。一些作者认为，除U^{234}/U^{238}比值外，还应包括Io（Th^{230}）、Pa^{231}及Ra同位素，甚至包括Th的同位素。也有称上述方法为铀系法的。

【铀－234法】 uranium－234 age method 即“不平衡铀法”。

【Th^{230}－Pa^{231}亏损法】 thorium230toprotactinium－231deficiency method 根据Th^{230}/U^{234}和Pa^{231}/U^{235}随时间变化以测定珊瑚化石或壳体年龄的方法。此法测得的年龄范围近1万－25万年。

【镤－锾法】 protactinium－ionium age method 根据Pa^{231}/Io比值与时间保持函数关系以测定沉积物年龄的方法。由于Pa^{231}和Io（Th^{230}）的化学性质相似，可以同时从海水进入海底沉积物，所以海底沉积物的起始Pa^{231}/Io（Th^{230}）比值可认为是恒定的。而后，海底沉积物中的Pa^{231}和Io各按其半衰期进行衰变。此法可测定近20万年内形成的海洋沉积物。

【锾－钍法】 ionium－thorium age method 根据Th^{230}/Th^{232}比值与时间之间的函数关系以测定沉积物的年龄和沉积速度的方法。此法适宜测定近30万年内形成的深海沉积物。现代火山岩中Th^{230}常常不足，选用同一时期的相同的Th^{230}/Th^{232}作为起始比值，根据Th^{230}/Th^{232}的增长也可计算年龄。

【锾法】 ionium age method 利用与母体同位素铀处于不平衡状态的锾以测定第四纪地质年龄的一种方法。在自然界中，锾在海洋沉积物中过剩，根据它的衰减可计算沉积物的年龄和估计沉积速度。在现代火山岩中，锾处于亏损状态，根据它随时间的积累，可测定现代火山岩的年龄。另外，利用锾与某些同位素的比值以计算年龄的方法也称锾法。应用较普遍的有：Th^{230}/Th^{232}，Th^{230}/U^{234}，Th^{230}/Pa^{231}，Th^{230}/U^{238}和Ra^{226}/Th^{230}等。

【锾亏损法】 ionium－deficiency method 根据处于亏损状态的锾（Th^{230}）随时间而增长以测定珊瑚、软体动物化石或壳体的地质年龄的方法。此法测定的年龄范围为1－25万年。

【锾过剩法】 ionium－excess method 利用过剩锾的含量随时间逐渐减少的关系以测定深海沉积物的年龄和沉积速度的方法。此法测定年龄范围为近30万年。

【放射性碳法】 radiocarbon dating 又称“碳－14法”。同位素地质年龄测定方法之一。自然界放射性同位素C^{14}是高空大气中的N^{14}在宇宙射线作用下形成的，同时又以半衰期为5568±30年的速度衰变为N^{14}（β衰变）；自然界C^{14}的含量实际上处于动态平衡。C^{14}与氧结合成CO_2，通过大气的对流、生物的吸收以及溶解于水中的CO_2与大气CO_2不断进行同位素交换的结果，使得C^{14}均匀地分布于大气圈、水圈和生物圈。当生物死亡或水溶液中CO_2沉淀为碳酸盐之后，上述同位素交换过程即行终止，此后，生物遗体及碳酸盐中的C^{14}因衰变而减少。生物死亡后时间愈久，遗体中C^{14}含量愈低。通过测定埋藏在地下的生物遗体或碳酸盐中的C^{14}的放射性强度，并以现代同类生物中C^{14}的放射性强度作为原始强度，根据放射性衰变方程计算样品的年龄。目前放射性碳法能精确测出五万年以内的生物遗迹。放射性碳法适用于考古学和第四纪地质研究。常用样品为木炭、泥炭、木材、贝壳、骨骼、纸张、皮革、衣服以及某些沉积碳酸盐等。

【氚法】 tritium dating，tritium age method 测量某物质（一般是水）中氢的放射性同位素一氚的含量以计算地质年龄的一种方法。可测得的极限年龄值约为30年。此方法可以帮助追索水的地下活动，并估计它的运动速度。

【铍法】 beryllium age method 根据海洋沉积物中Be^{10}（半衰期为2.5×10^6年）的分布而建立的一种测定地质年龄和沉积速度的方法。Be^{10}是在大气圈上层由宇宙射线轰击氮核形成的。它分布在对流层中，随雨水降到地球表面，大部分降到海洋中。在这种测定中，必须假设，在几百万年期间，Be^{10}到达海底的速度和沉积物的堆积速度都是稳定的，并且在沉积物中没在Be^{10}的迁移。这种方法应用的可能性尚待研究。

【硅法】 silicon age method 利用海洋沉积物中Si^{32}的放射性衰变以测定地质年龄的方法。Si^{32}是大气圈上层宇宙射线轰击氩核时产生的。Si^{32}产生后，随着雨水落到地球表面，进入沉积物中。Si^{32}的半衰期为710年。此法测定的年龄范围为三千到四千年。

【氙法】 xenon method 根据铀矿物中铀自发裂变产生的氙同位素的积累，以测定地质年龄的方法。其年龄计算公式为：

$$T=\frac{1}{\lambda L}\cdot 2.3\lg\left[\frac{N_2}{KN_1\cdot\frac{\lambda_f}{\lambda_\alpha}}+1\right]$$

式中λ_f和λ_α为铀自发裂变和α－衰变的常数；N_1和N_2为铀和氙的原子数；K为常数0.19。此法使用不广。

【铼－锇法】 利用放射性同位素 Re^{187} 衰变成 Os^{187} 以测定地质年龄的一种方法。铼的半衰期约为 8×10^{1}。年。年龄计算公式为：$T=\frac{\lambda O_5{}^{187}}{Re^{187}}$式中：λ 为衰变常数；$Os^{187}$ 和 Re^{187} 为矿物中 Os^{187} 和 Re^{187} 的原子数。此法只用于测定含 Re 的古老矿物，如辉钼矿、硅铍钇矿等。

【镥－铪法】 lutetium－hafnium age method 利用 Lu^{176}（半衰期约为 2．2×10^{10} 年）衰变为 Hf^{176} 的衰变速率以测定地质年龄的一种方法。此法适用于含稀土元素的矿物。

【裂变径迹法】 fission－track dating 根据原子核裂变碎片在非导体，如天然硅酸盐矿物和天然玻璃中留下的损伤痕迹及对这些痕迹密度和形态等的测量来测定地质年龄的一种方法。所测得的地质年龄代表样品受最近一次热作用以来的时间。此法简单易行，用样量少，测定对象广泛，是一种有发展前途的方法。此法能测定的地质年龄范围为几百年到几亿年。可以进行人类史前的历史研究，以及洋中脊及周围地域的近代构造活动和陨石时代的研究等。适于这个方法的矿物、岩石有：云母、磷灰石、角闪石、锆石、榍石、褐帘石、绿柱石、沥青铀矿、火山玻璃、黑曜岩（雷公墨）等。

【钾－钙法】 potassium－calcium age method 根据含钾矿物中 K^{40} 经 β－衰变产生 Ca^{40} 的原理测定矿物、岩石地质年龄的方法。由于含钾矿物中存在着大量的普通钙，目前这个方法几乎不用。

【氦法】 heliuim dating 根据含 U、Th 矿物中氦的积累以测定地质年龄的一种方法。年龄值按矿物中 He/U＋Th 比值计算。已经证明，氦很容易从结晶格架中丢失，从而使年龄值偏低，故此法已很少使用。

【氩^{39}－氩^{40}法】 $Ar^{39}-Ar^{40}$ method 是钾—氩法年龄测定的一种衍生方法。利用中子活化法使样品中的 K^{39} 经过 K^{39}（n、p）Ar^{39} 反应转化为 Ar^{39}，然后用质谱计测定其 Ar^{40}/Ar^{39} 的比值，代替通常在钾—氩法中的 Ar^{40}/K^{40} 比值，计算岩石或矿物的地质年龄。

【等时线法】 isochron method 对于一组（一般不少于 5 个样品）同源的，同时期形成的，形成以后又保持封闭体系地质体的样品，按它们不同的同位素组成的比值，投影在直角座标系中，用 $T=\frac{1}{\lambda}\ln(tg\theta+1)$ 公式，求得直线斜率，并作图。在符合相关系数要求的条件下，在一定转度的范围内，这条直线称为等时线，按其斜率计算出的年龄称为等时线年龄，一般视这个年龄为地质体的形成年龄。该直线在纵座标上的截距，是地质体同位素组成的初始比值。等时线法在铷—锶法，铀—铅法和钾—氩法年龄数据处理中都得到了应用。

【初始氩】 initial argon 矿物结晶时捕获的氩。其同位素组成可近似等于现代大气氮，也可能其 Ar^{40} 或 Ar^{36} 的丰度高于大气氩中的丰度。

【放射成因氩】 radiogenic argon 岩石和矿物中由 K^{40} 经 K 层电子捕获而产生的 Ar^{40}。在同位素地质年龄测定中，放射成因氩是钾 – 氩法的主要研究对象。

【继承氩】 inherited argon 变质矿物在变质前含有的，变质后又保存在该矿物中的 Ar^{40}。在岩体固化前形成的捕虏体中包含的放射成因的 Ar^{40}，也叫继承氩。

【过剩氩】 excess argon 主要指岩石，矿物中超过由 K^{40} 衰变可能积累的那一部分 Ar^{40}。它是在矿物结晶时从介质中捕获的。目前，在绿柱石、堇青石、钙霞石、电气石、方钠石等矿物中发现有过剩的 Ar^{40}。这一部分 Ar^{10} 的存在导致视年龄偏高。为了了解样品中是否有过剩氩，近年来，普遍采用等时线法；这种方法能消除过剩氩对年龄测定的影响，得出更接近真实的年龄值，此外，还发现有 Ar^{36} 过剩的现象。Ar^{36} 的过剩造成视年龄偏低。

【大气氩】 atmospheric argon 地球大气圈中所含的氩。其体积占大气圈总体积的 0.933%。由三种稳定同位素 Ar^{40}、Ar^{38}、Ar^{36} 组成，其丰度分别为 99.6%、0.063% 和 0.337%。在同位素地质年龄测定中，必须扣除由于大气氩的混入而增多的那一部分 Ar^{40}，才能得出正确的年龄值。

【吸附氩】 adsorbed argon 岩石、矿物等固体表面吸附的氩。这种氩经常是大气氩。因此，有人把吸附氩也叫大气氩。

【普通锶】 common strontium 矿物或岩石形成时从介质中捕获的锶。它是地球形成时就存在的原始锶与其后由放射性生成的锶的混合物。对具体的矿物或岩石而言，它就是该矿物或岩石的“初始锶”。

【放射成因锶】 radiogenic strontium 岩石和矿物中的 Rb^{87}，经 β – 衰变产生的 Sr^{87}。在同位素地质年龄测定中，放射成因的 Sr^{87} 是铷 – 锶法的主要研究对象。

【原生铅】 primeval lead 指地球物质形成前，在宇宙原子核合成过程中，与其他元素同时形成的铅。其特点是同位素组成中 Pb^{204} 含量高。它的准确同位素组成目前还不清楚。

【原始铅】 inital lead 地球形成的最初时刻所存在的铅。其同位素组成相当于原生铅同位素加上自元素形成到地球形成的初期这段时间内所积累的放射性成因 Pb。人们通常把铁陨石中铅的同位素组成作为原始铅的同位素组成。达爱勃洛峡谷（Canyon Diablo）铁陨石的铅同位素组成为：$Pb^{206}/Pb\ 204 = 9.307$，$pb\ 207/Pb^{204} = 10.294$，$Pb^{208}/Pb^{204} = 29.49$。

【普通铅】 common lead，ordinary lead 原生铅与不同比例的放射成因铅相混合的铅叫普通铅。通常是指 u/Pb、Th/Pb 比值很低的体系中的铅。自该体系形成以后没有放射成因铅的明显的增长。如方铅矿、黄铁矿、钾长石，新生代岩石中的铅。普通铅可以是正常铅电可以是异常铅。

【初始铅】 initial lead　在矿物、岩石结晶时进入的普通铅。

【放射成因铅】 radiogenic lead　岩石、矿物中，由铀、锕铀、钍放射性衰变产生的 Pb^{206}、P^{207}和 P^{208}。在同位素地质年龄测定中，它们是铀－钍－铅法的主要研究对象。

【矿铅】　铅矿石和铅矿物中所含的铅。其同位素组成取决于从母岩体中分离出来的时间。

【异常铅】 anomalous lead　是一种异常的矿铅，其同位素组成与相应地质时代的铅同位素组成不一致，比较富集放射成因的铅同位素。

【现代铅】 modern lead　相当于太平洋现代软泥中锰结核和红粘土的铅同位素组成的铅，其同位素组成为：$pb^{206}/Pb^{204}=18.93$，$Pb^{207}/Pb^{204}=15.72$，$Pb^{208}/Pb^{204}=38.80$。

【铀铅】 uranium lead　质量数为 206 的铅。常用 Pb^{206}或 RaG 表示。它是铀系母体同位素 U^{238}衰变的最终产物。

【锕铀铅】 actino－uranium lead　质量数为 207 的铅。常用 Pb^{207}或 AcD 表示。它是锕铀系母体同位素 U^{235}衰变的最终产物。

【钍铅】 thorium lead　质量数为 208 的铅。常用 Pb^{208}或 ThD 表示。它是钍系母体同位素 Th^{232}衰变的最终产物。

【放射性碳】 radiocarbon　即 C^{14}。它是大气圈上层，由宇宙射线的慢中子轰击 N^{14}而产生的一种放射性同位素。具 β 放射性，半衰期为 5568 年。

【普通铅校正】 common lead correction　矿物或岩石形成时常从介质中捕获不等量的普通铅。在年龄测定中需要将其扣除，才能得到正确的年龄结果。普通铅的校正常采用：①直接校正法：根据与被测矿物同一岩体（层）中的非放射性矿物如方铅矿、黄铁矿等正常的普通铅同位素组成扣除；②在没有上述条件的情况下根据试样的粗算年龄的普通铅的理论值扣除；③通过计算方法进行校正。对于测定过程中由分析试剂所代入的普通铅亦应进行校正。

【普通锶校正】 common strontium correction　在铷－锶法年龄测定中测得的 Sr^{87}含量，实际上是包括了当矿物或岩石结晶时混入的普通锶，在年龄计算时，必须给予扣除。通常是假定普通锶的 Sr^{87}/Sr^{86}比值为 0.712 来进行校正。也可以通过测定同岩层中不含放射性成因锶的矿物，测定其 Sr^{87}/Sr^{86}比值，来对样品的普通锶进行校正。

【大气氩校正】 atmospheric argon correction　在钾－氩法年龄测定中，需要对岩石或矿物在形成时捕获的大气氩和在测定过程中由器壁解吸或渗入的大气氩进行扣除，才能获得正确的年龄。在试样不含过剩氩的情况下，可以根据样品 Ar^{36}的含量按大气氩中 Ar^{40}/Ar^{36}的正常比值进行校正。在试样含有过剩氩的情况下，需要应用等时线方法进行处理。

【标准平均洋水】 standard mean ocean water　在稳定同位素地质研究中，需要测定样品之间同位素比值的微小差别。对这种测定最常用的方法是把待测样品与一种选作“标准”的样品的同位素比值相比较，从而得到待测样品的同位素比值。标准平均洋水就是供研究自然体的 H、O 同位素使用的“标准”，它的 H、O 同位素比值稳定，D/H =1.050、O^{18}/O^{16} =1.008。标准平均洋水的英文缩写名称为 SMOW。

【δ值】 delta value　与一个选作“标准”的同位素比值相比较，以千分偏差形式表示的同位素比值。其代表式为：

$$\delta‰=\frac{（重同位素/轻同位素）样品-（重同位素/轻同位素）标准}{（重同位素/轻同位素）标准}\times 1000‰$$

或：$=\left[\frac{（重同位素/轻同位素）样品}{（重同位素/轻同位素）标准}-1\right]\times 1000‰$，δ值表示某一样品与“标准”相比，重同位素的富集程度；δ值为正值时，样品比“标准”富集重同位素，为负值时，富集轻同位素。

【同位素效应】 isotope ef fects　同位素的质量差异在同位素或同位素化合物的物理-化学性质上引起的微小变化，如同位素反应速度、扩散速度和同位素平衡状态的变化等。在地质作用中引起同位素分馏的最主要的同位素效应是热力学和动力学同位素效应。

【动力学同位素效应】 kinetoisotope effect　在化学反应过程中，由于不同同位素的反应能力不同，引起反应速度不同，从而使反应产物中的同位素组成与反应物的同位素组成不同。这种现象称为动力学同位素效应。一般说，在常温下由轻同位素组成的分子多半比由重同位素组成的分子反应快。因此，如果由不同同位素组成的分子之混合物参加了反应，那么首先形成的那一部分产物必然富集轻同位素，残余物则相应富集重同位素。比如，在硫酸盐的化学还原作用里，在25°—30℃的条件下形成的硫化氢比残余硫酸盐富集同位素 S^{32} 达2.2%。

【热力学同位素效应】 thermodynamic isotope effect　在同位素交换反应中，引起反应物发生同位素交换的原因是各同位素在化学性质上的差异。这种差异与含不同同位素的物质的热力学参数（自由能、热力势、熵等）有关。所以在同位素交换反应中，由同位素化学性质上的这种差异引起的同位素分馏就称热力学同位素效应。

【同位素分馏】 isotope fractionation　在一系统中，某元素的同位素以不同比值分配到两种物质或物相中的现象。一种元素的各同位素由于质量差异引起物理—化学性质的不同，因此，在物理、化学和生物化学过程中，常使某种物质富集较轻的同位素，另种物质富集较重的同位素。例如，在高温下在 H_2S 和 SO_2 共存的封闭系统中，由于同位素交换反应：$H_2S^{34}+S^{32}O_2 \rightleftharpoons H_2S^{32}+S^{34}O_2$，结果使 SO_2 富集了重同位素 S^{34}、H_2S 富集了轻同位素 S^{32}。造成同位素分馏的主要原因是：①同位素交换反应，②动力学同位素效应，⑧其他物理—化学效应，为蒸发和凝聚、结晶和熔融、吸附和解吸、扩散和热扩散等。同位素地质学通过研究地质体的同位素分馏现象，来探讨地质作用的过程和

地质体的成因。

【同位素分馏系数】 isotope fractionation factor 同位素分馏过程中，一个馏分物质的同位素比值与另一个馏分物质同位素比值之比。它表示同位素分馏的程度，通常以 α 表示。在同位素交换反应中，它与同位素交换平衡常数 K 的关系为 $\alpha = K^{1/n}$，式中 n 为参加交换的同位素原子数。对于那些每种反应物分子中只有一个同位素原子参加交换的简单反应来说，$n=1$，$\alpha = K$。α 随温度而变化，温度愈高，α 愈趋近于 1，即分馏程度愈低。例如：$S^{32}O_4{}^{-2} + H_2S^{34} \rightleftharpoons S^{34}O_4{}^{-2} + H_2S^{32}$

T（℃）	α
O	1.091
25	1.073
100	1.050
250	1.027

【生物同位素分馏】 isotope fractionation in biological processes 生物化学过程引起的同位素分馏。动物、植物及微生物在其生活过程中经常与周围介质发生大规模的物质交换，如动、植物的呼吸，光合作用，细菌的新陈代谢等。一般说来，轻同位素组分比重组分容易被吸收和参加新陈代谢。例如，植物在光合作用时主要吸收 C^{12}，并与之化合，因此，有机岩中 C^{12} 的丰度一般较高。生物同位素分馏是一个很复杂的过程，其分馏程度一般与新陈代谢的速度成反比。由于这一速度是可变的，因此，由生物分馏造成的同位素组成的变化范围通常较大。

【同位素交换反应】 isotope exchange reaction 在不发生一般的化学变化（即反应前后的化学组分及其浓度完全相同）和物理变化的情况下，使不同化合物或不同相的分子间发生同位素分布变化的反应。$aA_1 + bB_2 \rightleftharpoons aA_2 + bB_1$ 及 $mAX_n + nBX_m{}^* \rightleftharpoons mAX_n{}^* + nBX_m$ 就是同位素变换反应的两种常用的表示形式。在第一个反应式里，A 和 B 代表某一元素作为公共组分的两种分子，1 和 2 分别表示分子只含轻同位素或重同位素，a 和 b 代表参加反应的分子数目。在第二个反应式里，AX_n 和 BX_m 代表以 X 元素作为公共组分的两种分子，X 和 X^* 分别表示轻同位素和重同位素，m 和 n 代表参加反应的分子数目。同位素交换反应是造成同位素分馏的主要原因之一。

【同位素交换反应平衡】 isotope exchange equilibrium 同位素交换反应是一种可逆反应。在 $mAX_n + nBX_m{}^* \rightleftharpoons mAX_n{}^* + nBX_m$ 反应中，正向反应速度 $V_1 = K_1〔AX_n〕^m〔BX_m{}^*〕^n$，逆向反应速度 $V_2 = K_2〔AX_n{}^*〕^m〔BX_m〕^n$（$K_1$，$K_2$ 分别指正逆两向反应之速度常数）。反应开始时，因反应物同位素浓度积远远大于产物同位素浓度积，所以正向反应速度远比逆向反应—速度大。随反应之进行，正向反应速度愈来愈小，逆向反应速度愈来愈大。当正、逆两向反应速度恰好相等时，反应就达到动态平衡，此种平衡称

同位素交换反应平衡。

【同位素交换反应平衡常数】 equilibrium constant 当同位素交换反应 $mAX_n + nBX_m^* \rightleftharpoons mAX_n^* + nBX_m$ 达到平衡时，$\frac{[AX_n^*]^m\ [BX_m^*]^n}{[AX_n]^m\ [BX_m^*]^n} = [\frac{AX_n^*}{AX_n}]^m\ [\frac{BX_n^*}{BX_m}]^n = \frac{K_1}{K_2} = K$，K 称同位素交换反应平衡常数。它随温度而变化，温度愈高，愈趋近于 1。对于那些每种反应物分子中只有一个同位素原子参加交换的简单反应来说，即上述反应式中的 m 和 n 均为 1 时，平衡常数 K 就等于分馏系数 α。

【放射生成热】 radiogenic heat 放射性同位素衰变时放出的热能。例如，当一克 U^{238} 与它的子体同位素处于平衡时，一年内释放出 0.71 卡的热量。按地壳的平均含量：铀为 $2.\ 6\times10^{-6}$ 克/克，钍为 1.3×10^{-6} 克/克，钾为 2.5×10^{-2} 克/克计算，一克岩石每年释放出 $5.\ 0\times10$ 卡的热量。

【同位素古温度测定】 isotopic paleothermometry 主要是利用海生动物碳酸盐骨骼和壳体的氧同位素组成以确定古海洋的温度。古海洋中进行着海水与碳酸盐间的氧同位素交换反应：$H_2O^{18} + HCO_3{}^{16} \rightleftharpoons H_2O^{16} + HCO_3{}^{18}$，当交换反应达到平衡时，其平衡常数与温度有确定的关系。因此，可利用碳酸盐的 O^{18} 含量确定当时的温度，温度愈低，碳酸盐中 O^{18} 含量愈高。使用同位素测定古温度必须满足下列条件：①碳酸盐与水之间达到同位素交换平衡；②从沉积时起，碳酸盐和水的氧同位素组成都必须是稳定的；③碳酸盐的固体扩散、白云岩化、溶解和再沉积以及变质作用都会改变氧同位素组成，影响测定的精度，因此不要选取有这样现象的样品。对古温度测定最适合的是腕足类、头足类和多数有孔虫，珊瑚和棘皮动物不适合。呼吸空气中氧气的动物的碳酸盐骨骼也不适合，因为空气氧的同位素组成不同于水。这种方法适合测定从侏罗纪到现代的水盆地的温度。此外，最近还发现利用闪锌矿—方铅矿，黄铁矿—磁黄铁矿，硫酸盐—硫化物等矿物对的硫同位素交换反应平衡常数与温度的确定关系测定成矿温度。

【同位素组成频率分布图】 frequency distribution diagram of isotope composition 以 δ 值为横坐标，出现的频率（样品数或样品百分数）为纵坐标，用来表示地质体中同位素组成分布特点的图。不同类型矿床的频率分布图有所不同。例如非平衡过程（生物作用，地表风化等）形成的产物往往是杂乱的分布，展布范围很广。而平衡过程（岩浆、热液、化学沉积）所形成的产物，往往有一个峰值，展布范围窄小。因此，频率分布图可以作为研究地质作用的一种图解方法。

【同位素组成等值线图】 plot of isotope composition contours 将 δ 值相等的点连成线，以表示同位素组成变化规律的图。这种图可以用地形或地质图为背景，表示同位素组成的空间变化。它也可以用某两种物理化学条件为坐标绘制（如 $pH-T$，$pH-fO_2$，fO_2-fS_2）表示这些条件对同位素组成的影响。

【和谐图】 concordia plot 在铀－铅法单个年龄测定中，常常由于后期地质作用以及放射性同位素衰变过程中放射成因铅或中间产物的部分丢失，因而不能获得矿物的生成年龄（或真实年龄）。和谐图就是通过图解和计算的方法，求得一组铀铅矿物的生成年龄和变质年龄的一方法。首先根据 $N_{Pb}{}^{206}=Nu^{238}$ （$e^{\lambda u238t}-1$）

$N_{Pb}{}^{207}=Nu^{235}$ （$e^{\lambda u235t}-1$）的关系，当没有发生同位素子体丢失的情况下，在 $Pb^{206}/U^{238}-pb^{207}/U^{235}$ 的直角坐标系中可绘制一条理论演化曲线，也就是和谐曲线（一致曲线）然后将同时形成的同一地质体中若干铀铅单矿物实验测定同位素比值，投影到和谐曲线图上，在相反的情况下将不同程度地偏离理论曲线的样品，按等时线处理方法，可以求得一条直线。如果，按阿仑斯－韦瑟里尔法（Ahrens. L. H. —Wetherill. G. W.）作图（扣除了普通铅），直线上端与理论曲线的交点为这组矿的真实年龄，下端交点则为变质年龄；如果按乌尔里克（Ulrych T. J.）两阶段模式作图（不扣除普通铅），直线的上交点为地球形成年龄，下交点为矿物的形成年龄。

【同位素地质温度计】 isotope geothermometer 在同位素交换反应达到平衡时，两种化合物的同位素分馏与温度的一般关系式为；

$$1000\ln\alpha=x/T^2+y$$

T 为绝对温度，x 和 y 为实验确定的参数，它们随化合物对的不同而变化。因此，可以根据化合物对的同位素分馏测定其平衡时的温度。目前已应用共生矿物对的同位素分馏作为地质温度计。现在常用的有方解石—海水、石英—磁铁矿等氧同位素温度计和硫酸盐—硫化物、方铅矿—闪锌矿等硫同位素温度计。

【中子活化分析】 neutron activation analysis 定量分析的一种方法。利用中子照射使待测组份活化，测量其放射性强度，借以确定待测组份的含量。此法广泛用于同位素分析，例如：用通量 $F=3\times10^{11}$ （n/cm^2）的热中子流照射样品，使 Ar^{40} 转变成半衰期为 1. 8 小时的 Ar^{41}。用计数器测定 Ar^{41} 放射性强度（I）。已知 Ar^{40} 的热中子俘获截面 $\sigma=0.6\cdot10^{-24}cm^2$，则 Ar^{40} 原子数目 N 就可按下式计算：$I=N\sigma F$。用中子活化分析可以测定含钾极少的矿物及岩石的年龄。

【同位素质谱稀释法】 isotope dilution method 同位素质谱分析的一种常用方法。在待测样品中加入一定数量的已知同位素组成的稀释剂，均匀地与待测样品混合，测定混合物的同位素组成，按一定公式就可以计算出待测样品的同位素的含量。例如，要测定样品中 Rb^{87} 的含量，先把已知 Rb^{87}/Rb^{85} 比值的一定量的 Rb^{85} 与待测样品中的铷均匀

混合，在质谱计上测定混合后的 Rb^{87}/Rb^{85} 比值，然后按下式计算样品中 Rb^{87} 的含量：$Rb^{87}=Rbs^{87}\frac{(Rb^{87}/Rb^{85})\ s-(Rb^{87}/Rb^{85})\ m}{(Rb^{87}/Rb^{85})\ m\ (Rb^{85}/Rb^{87})\ c^{-1}}$，式中：s、m、c 分别代表稀释剂、混合物和普通铷。

【同位素质谱分析】 mass - spectrometric analysis forisotope 利用同位素之间质量的差异以测定同位素组成的方法。质谱分析大致过程是：将制备好的样品装入质谱仪，使分析的物质转变为离子，经聚焦和加速后，进入分析管道。在磁场的作用下，离子流按一定的荷质比（$\frac{m}{e}$］）发生偏转。由于各种同位素的质量（m）不同，离子流偏转的程度也不一样。每种同位素的离子束按自己的轨道到达离子接收器，经放大后记录每种同位素的离子流强度，测出同位素比值。质谱分析需制备纯净的化合物或单一组份，如测量硫同位素时，要事先制备成纯净的 SO_2 或 SF_6；测量氧同位素时可制备成 CO_2 或 O_2 等。

【质谱仪】 mass spectrometer 用电磁学方法测定物质质量的装置。由离子源、质量分析器和离子检测器等主件组成。在同位素地质学中主要用来测定元素的同位素组成。

【封闭的化学体系】 closed chemical system 在矿物或岩石中放射性母体同位素衰变为子体同位素时，按照衰变定律，其同位素比值，是随着时间而变化的。如果矿物或岩石形成以后，没有发生母体和子体同位素的带入或丢失，就被认为是封闭的化学体系。此外，由于变质作用造成岩石中矿物的重结晶等，矿物全部或部分发生重新组合，同位素组成也随之发生新的组合。如果变质作用对于岩石整体而言，没有发生母体或子体同位素的丢失或加入，那么这样的岩石也是封闭的化学体系。

岩矿鉴定

【吹管分析】 blow - pipe ahal ysis 定性测定矿物中主要化学成分的一种方法。它是借助吹管吹动酒精灯的火焰，使火焰的温度升高至 1400℃ 左右，并使氧化焰和还原焰都分更加明显。然后灼烧太物，观察矿物在氧化或还原条件下的变化，以及矿物与不同试剂的化学反应，确定某种元素是否存在。吹管分析是比较古老的方法，目前已很少使用。

【火焰反应】　flame reaction　又称焰色反应。根据火焰的颜色不同以确定矿物中所含某种元素的一种定性方法。通常用吹管火焰进行。

【珠球反应】　bead reaction　利用吹管定性测定矿物化学成份的一种方法。将铂丝的一端弯成小圈，沾上硼砂或磷酸盐，灼烧成无色透明的珠球，然后使小球沾上微量矿物粉末，在吹管氧化焰或还原焰中灼烧，直到化学反应停止，观察珠球冷热时的颜色变化，以确定某种元素的存在。

【被膜反应】　利用吹管定性鉴定矿物化学成份的一种方法。含有易挥发元素的硫化物，放在木炭或石膏板上，用吹管火焰灼烧能形成挥发性的金属氧化物，附着在木炭或石膏板上，呈现出带色的被膜，并伴随有特殊的气味、烟雾和焰色等现象。据此确定某种元素的存在。

【硫酐反应】　定性鉴定含硫矿物的一种方法。将含硫矿物（硫化物和硫酸盐）与二倍的碳酸钠混合后，在木炭上用吹管还原焰灼烧，使之共熔。此时，矿物中的硫与碳酸钠中的钠结合，成为可溶于水的硫化钠（Na_2S）、一般称为硫酐；矿物中的重金属则转为金属球粒或碳酸盐。将熔融物放在银币上，加一滴水，则在银币上生成深褐色的硫化银（Ag_2S）斑点，以此证明矿物中含硫。

【斑点试验】　spot test　又称“点滴试验”，测定矿物化学成份的一种方法。将少许矿物粉末制成溶液，再将溶液滴在滤纸或瓷板上，加化学试剂，观察反应后产物的颜色，确定某种元素是否存在。斑点试验由于操作简便、迅速，对某些元素灵敏度较高，所以在鉴定工作中经常使用。

【研磨试验】　grinding test　定性鉴定矿物化学成分的一种方法。将矿物粉末与固体化学试剂混合，用玻璃棒研磨，使粉末与试剂的接触面不断增加，同时因研磨产生热能加速化学反应。根据反应所产生的颜色，确定某种元素的存在。

【印痕法】　contact printing　定性测定光片中矿物化学成分及分布特点的一种方法。用溶剂浸湿用定影液洗去银盐相纸或道林纸，然后将它紧贴在矿石磨光面上。必要时可接通直流电以促进反应，经过一定时间，将纸取下，再加适当试剂，纸上可显示出某种元素的有色痕迹，以此来测定矿物的成分。

【显微化学分析法】　microchemical analysis　简称“微化分析”。是定性测定矿物化学成分的一种方法。将矿物粉末置于载玻片上加溶剂溶解，然后加化学试剂后，用显微镜观察反应产物（结晶或沉淀物）的形态、颜色和光性等。以确定矿物中某种元素是否存在。此法简单、迅速，比较准确，而且需用的矿物样品和试剂量少，是鉴定矿物常用的方法。

【染色法】　staining test　鉴定某些矿物的一种方法。常用于薄片或磨光片，亦可用于重砂。用试剂与矿物相作用，使试剂中的离子交换矿物中的某种离子，或者有色试剂离子被矿物所吸附，致使矿物染成不同的颜色。根据颜色的不同来鉴定矿物。这种方法过去多用于鉴定碳酸盐和粘土矿物，目前已能鉴别百余种矿物，包括某些硅酸盐、钼酸盐、钨酸盐、氧化物和硫化物等。

【荧光灯】 fluorescent lamp 即紫外光灯。用以测定矿物在紫外线照射下发光性质的仪器。主要由紫外线光源（石英水银灯）和透紫外线滤光片（紫外线玻璃）构成。荧光灯设备简单，野外和室内都可采用。

【珠球荧光灯分析】 bead fluorescent analysis 鉴定铀矿物的重要方法。先用铂丝将矿粉和氟化钠（NaF）混合，在氧化焰中灼烧成珠球，使矿物中的四价铀变成六价铀（铀酰离子），放在荧光灯下照射，铀酰离子即被激发出荧光。根据荧光有无，确定是否含铀矿物。还可根据珠球荧光的强弱和颜色，同标准荧光珠球比较，对铀进行半定量测定，其灵敏度为$10^{-3}\%$。

【放射性照相法】 利用放射性元素产生的α、β、γ射线能使照相底片感光的原理，来确定放射性元素在矿石中分布规律和存在形式的一种方法。此法有普通放射性照相和显微放射性照相两种。普通放射性照相主要了解放射性元素在矿石中的分布，矿石的结构和构造特征以及近似的确定放射性元素在样品中的含量。常用的有矿块照相，粉末照相和颗粒照相三种。前一种为定性的，后二种为半定量的。这些都可以用X光照相底片或普通照相底片进行。显微放射性照相，又称核子乳胶显微照相，使用特制的核乳胶板进行，利用乳胶板上射线踪迹，对其长度、曲度和密度进行分析，以了解放射性元素种类、含量和存在形式。

【热分析】 thermal analysis 矿物加热过程中，发生脱水、分解、氧化、重结晶、结晶格架改变、熔化、升华等物理化学变化，并伴随有吸热和放热反应，有时还有重量的改变。测定矿物在加热过程中发生的这些变化的方法即矿物热分析。热分析方法有多种，以矿物加热后吸热和放热反应为依据进行的分析叫矿物差热分析，以矿物加热后重量变化为依据进行的分析叫矿物热重分析。矿物的成分及内部构造不同，其热效应的性质亦有差别。热分析不仅用于矿物分析，还可用岩石分析和研究各种相的平衡。

【差热分析】 differential thermal analysis 根据矿物在加热过程中吸热和放热特征研究矿物的成分和结构的方法。将矿物与中性体（标准物质）在同样条件下加热，矿物在加热过程中可发生脱水，分解等变化，即产生吸热反应，若矿物在加热过程中发生氧化，重结晶等变化，则产生放热反应。由于吸热和放热时使其邻近环境的温度变化，同无热反应的中性体所处的温度相比较，其温度的差别反映了矿物的热反应特征。每种矿物在加热过程中，吸热和放热反应各有其特定温度，且具有不同的强度。可用来鉴定和研究矿物。差热分析主要用地粘土矿物、氧化物矿物和盐类。

【差热分析仪】 用以记录矿物在加热过程中的物理、化学变化的仪器。主要由加热电炉、升温控制装置、热电偶、差热电偶及记录装置等组成。热电偶用以记录加热电炉温度。差热电偶由两个同种性质的热电偶反向串联构成，其一个接点置于中性体（标准物质）中，另一接点置于试样中。各种差热分析仪的主要差别有二：一是控制电

炉升温的装置不同，目前向自动速升方向发展；二是检测系统与记录装置不同，有微电计式检测温差变化自动照相记录装置，另一种是温差信号由直流放大器放大后接入自动电子位差计（记录仪）记录曲线。目前多采用后一类仪器。

【热重分析】 thermo - gravimetric analysis 研究矿物在加热过程中重量变化的方法。矿物加热时，由于脱水、分解和氧化等，可以引起重量的变化。侧重研究矿物脱水特征时，称为脱水分析；研究矿物重量损失时，称为失重分析。同一矿物中若含有不同形式水时，其脱水温度和脱水量不同；不同的矿物由于结构不同；在加热过程中发生脱水和分解时的温度不同，其脱水曲线亦不同。所以，应用热量分析可以鉴定矿物，并可分析其含水量和水的存在形式。热量分析用热天平进行。

【脱水分析】 dehydrated analysis 见“热重分析”。

【热天平】 thermal balance 矿物热重分析所用的仪器。由天平、温度控制装置和记录装置等组成。矿物在受热过程巾所发生的重量变化，由自动照相或电子放大笔记录下来的重量和温度的曲线，即为热重曲线。将热天平与差热分析仪组合在一起，可同时得出差热曲线和热量曲线。目前热天平在向微量（灵敏度为 10 微克）和微分失量分析方面发展。

【重砂分析】 panning 研究重砂矿物的方法。其内容包括：重砂矿物分离，重砂矿物鉴定和重砂矿物定量测定。一般工序是：首先将经过淘洗的天然砂样或人工重砂矿物，按照其主要物理性质分离成为几个部分。如磁性的，电磁性的，轻的和重的，或者采用介电分离等方法提纯某些单矿物，然后分别用双筒显微镜等进行矿物鉴定。对于有用矿物或有意义的矿物还要进行定量测定。重砂分析法在地质调查和矿产普查，以及在矿床成因和矿石物质成分及伴生元素赋存状态的研究工作中，都得到广泛应用。

【矿物分离】 mineral ceparation 利用机械、仪器或试剂，按矿物物理、化学性质的差异，将其分离为不同的部分或提纯某些矿物的方法。分离方法主要有：根据矿物磁性差异的磁力分选；根据矿物比重不同的重方分选、水淘洗、吹扬、重液分离、磁重分离、重熔体分离；按矿物电学性质不同而采用的静电分离、电化学分离和介电分离；按矿物司浮性不同而采用的浮选分离；按矿物化学性质不同而采用选择性化学溶解和薄膜反应分离、等等。

【磁力分离】 magnetic separation 重砂分析中，根据矿物磁性强弱不同进行矿物分离的一种方法，一般将矿物分为强磁性矿物（常用永久磁铁分离），弱磁性矿物（常用电磁仪分离）和无磁性矿物三大部分。

【电磁仪】 electro－magnet 分离弱磁性矿物的仪器。由整流器和电磁铁组成，输入的交流电，通过整流器变为直流电。连接电磁铁，使磁极产生磁场。利用电流的改变，控制磁场强度，从而使磁性矿物分为不同磁性的若干等级。目前生产的电磁仪有间断式和连续式两种。间断式电磁仪以电源开关控制电流的接通和中断。电流接通时产生磁场，中断后则磁场消失。连续式电磁仪在使用时电流不中断，而电磁铁的线圈之间的磁极可产生不均一磁场。矿物从分离槽中通过，在不均一磁场下进行分离。

【淘洗法】 根据矿物比重不同以使其分离的一种方法。将砂样置于盛水的淘砂盘中，反复振荡，搅拌和淘洗，重矿物留于盘底，轻矿物随水漂出，从而使轻重矿物分离。我国古代开采砂矿，主要是用淘洗法。现在则应用于各种重砂矿物的分离，成为地质调查和普查找矿的一种常用方法。此法一般分为粗淘和精淘两个工序，对于自然砂样，粗淘在野外取样就地淘洗，精淘是在粗淘基础上在室内进行。野外粗淘用淘砂盘（有的地方用葫芦瓢）。根据找矿的对象不同，一般将5至25公斤的砂样倒入盘中，浸水、搓洗泥土，除去杂石，经过搅拌和反复淘洗，直到盘内剩留为灰砂为止。然后晒干封袋，以备室内精淘。粗淘不宜淘纯，以免丢失有用矿物。室内精淘，一般是用铁制或铝制的碟子进行。将粗淘得到的灰砂样。在碟子中反复淘洗，使轻、重矿物分离。烘干后以备鉴定。淘洗法简单方便，易于进行，所以被广泛采用。精淘质量好时，可以代替重液分离。

【灰砂】在天然重砂矿物淘洗分离过程中，轻矿物如长石、石英等大部分分离出，而重矿物如磁铁矿、钛铁矿、绿帘石等在残余的砂中占1/2以上，由于重矿物一般颜色较深，使砂样呈灰色，故称为灰砂。

【重液分离】 heavy－fluid separation 按矿物比重的不同，在一定比重的重液中进行矿物分离的一种方法。通常用分液漏斗（或普通漏斗）进行，当矿物细小时可用离心机进行。将重液倒入分液漏斗（或带胶管的普通漏斗）中，放入砂样，反复搅拌。比重大的矿物下沉，小的则上浮。然后打开开关（或夹子），放下重矿物后关闭开关。移开重矿物，打开开关，将轻矿物放进另一容器中。轻、重矿物即分开。常用重液有三溴甲烷（$CHBr_3$，比重2.80—2.92）四溴乙炔（$C_2H_2Br_4$，比重2.85—2.97）、杜列液（$KI+HgI_2$，比重可达3.2）、二碘甲烷（CH_2I_2，比重3.2—3.32）克列里奇液（丙二酸铊$CH_2(COO)_2Tl_2$与甲酸铊HCOOTl的水溶液，比重最高达4.2）。这些重液都多少带有毒性，且价格昂贵。

【重熔体分离】 在比重较大的易熔盐熔融体中分离比重大的矿物的一种方法。将易熔盐放入试管或其他容器中，加热，使之熔化，再把矿样投入，加热，使轻矿物上浮，重矿物下沉。待冷却凝固后，打碎试管，便可获得重熔体的上下部分矿样，用适当的溶剂分别溶解，取出矿物。即可将轻、重矿物分开。常用的易熔盐如表：

易熔盐	化学成分	比重	熔点
四溴化碳	CBr_4	2.93	93℃
四溴化锡	$SnBr_4$	3.4	30℃
三溴化锑	$SbBr_3$	3.7	94℃
硝酸银	$AgNO_3$	4.1	193℃
硝酸低汞	$HgNO_3 \cdot H_2O$	4.3	70℃
硝酸银+碘化银	$2AgNO_3 + 3AgI$	4.1—6	70℃
氯化铅	$PbCl_2$	5.0	468℃
硝酸铊汞	$TlH_gN_2O_6$	5.3	75℃

重熔体分离因手续烦琐，操作不便，只在个别情况下采用，不适宜大量分离样品。

【静电分离】 electrostatic separation 根据矿物导电率不同以及通过电场时作用于矿物上的静电力的差别而进行矿物分离的一种方法。当矿粒与高压电极接触时，导电率高的矿粒瞬间就获得了同性电荷，因而被排斥，离开了原来的路径，导电率低的矿粒需要很长时间才能获得同性电荷，在接触的一瞬间还来不及获得同性电荷，而按原来的路径下落。这样，据运动的路径不同，便可将导电率不同的矿粒分离出。此法要求矿粒干燥，脱尘，粒度不超过2毫米，多半用于混合精矿的分选，如分离金红石精矿中的锆石，白钨矿精矿中的黑钨矿，黑钨矿精矿中的黄铁矿，等等。

【介电分离】 dielectric separation 根据矿物介电常数的差异而进行矿物分离的一种方法。将矿物破碎，过筛，置于适当的介电液中。插入分离电极，在电场作用下，矿物介电常数大于介电液时，矿物即被电极吸引，反之，矿物介电常数小于介电液时，则矿物被电极排斥。分离矿物时需配制介电常数介于两种矿物之间的介电液。介电液要求无色透明，化学性纯，能充分互溶。常用的介电液有四氯化碳、乙醇、蒸馏水等。电场可采用低频电场或高频电场。用高频介电分离仪，矿样中可以有导电矿物存在；而在低频介电分离中则不能有导电矿物存在；否则会引起短路。分离电极要用韧性强、导电性好、不易氧化的材料，如铂铑丝、银丝等制成。高频介电分离仪如输出功率过大，会使介电液温度升高，引起有机介电液着火，应予注意。

【单体解离度】 单体解离度（F）又称单体分离度指有用矿物解离成单体数量（f）及f加上同脉石矿物连生的有用矿物数量（$\sum fi$）之和的百分比，用下式表示：

$$F = \frac{f}{f + \sum fi} \times 100\%$$

测定步骤如下：（1）采取已破碎或磨矿产物的代表性试样；（2）过筛分级；（3）称重；（4）从每一粒级中缩分出一定量样品，根据需要磨制成光片、薄片、油浸薄片或者直

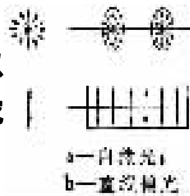
接在实体镜下测量；(5) 与显微镜下测定每种矿物单体颗粒和各种不同比率（如 1/2、1/4、1/6、1/8 等）的连生体颗粒数量。

【浮选法】 flotation 根据矿物表面物理、化学性质的差异从水的悬浮体（矿浆）中浮出固体矿物的选矿过程。目前普遍应用的是泡沫浮选。将矿石加水细磨成为一定粒度的矿浆，加入浮选药剂处理（扩大矿物间润湿性的差异），然后在浮选机中搅拌，导入空气，使之形成大量气泡。表面不易润湿的矿粒，被上升气泡粘附，形成泡沫浮起，将泡沫刮出并脱水，即可得精矿。表面易润湿的矿粒，残留于矿浆中，作尾矿排出。浮选在选矿工业中得到了广泛的应用，最适于分选品位低、颗粒细的浸染矿石。

【双目实体显微镜】 stereo-binocular microscope 简称"双目显微镜"或"实体显微镜"。一种应用广泛的光学仪器。主要由物镜、正象棱镜和目镜等组成。其特点是视野大，工作距离（物镜到物台的距离）长，一般能放大 4—100 倍，有的可达 320 倍，有显著的立体感。除了能观察斜射光照明的物体外，还可以用透射光观察。适用于重砂矿物鉴定、古生物鉴定、生物解剖以及仪表和细小精密零件的装配修理等。

【偏光】 polarized light 又称"偏振光"。可见光是一种横波，其振动方向垂直于传播方向。自然光的振动方向，在垂直传播方向的平面内是任意的；对于偏光，其振动方向在某一瞬间，被限定在特定方向上。偏光可分为三种，即直线偏光、椭圆偏光和圆偏光。一般所谓偏光指直线偏光。又称平面偏光，这种光波的振动沿一个特定方向固定不变，在空间的传播路线为正弦曲线，在垂直传播方向的平面上的投影——为直线。直线偏光振动方向与传播方向组成的平面叫做振动面，与振动方向垂直并包含传播方向的面叫偏振面。

使自然光通过偏光镜，可以获得直线偏光，在晶体光学研究中经常使用。


a—自然光
b—直线偏光

【椭圆偏光】 elliptical polarization 光在某一瞬间只在一特定方向上振动，而在不同瞬间，其振动方向和振幅逐渐改变者称为椭圆偏光；振动方向改变而振幅不变者称为圆偏光。椭圆偏光在空间传播的路线为椭圆形螺旋线，圆偏光则为圆形螺旋线。在垂直传播方向的平面上，椭圆偏光投影为一椭圆；圆偏光则为一圆。椭圆偏光可以是两条振动方向互相垂直，频率相同，振幅和周相不相等的直线偏光合成波。当两直线偏光振幅相等并互相垂直，周相差为 90° 时，合成波为圆偏光。椭圆偏光须用专门仪器进行测定。

【圆偏光】 circular polarization 见“椭圆偏光”。

【偏光棱镜】 polarizing prism 旧译称尼科尔棱镜或尼科尔。狭义指尼科尔（人名）于1828年用冰洲石制成的偏光镜。广义指任何类型的用冰洲石制的偏光镜。自然光透过偏光棱镜后，会变成纯粹的直线偏振光。尼科尔设计的偏光棱镜因缺点很多早已淘汰。使用较普遍的是格兰—汤姆生棱镜及阿仑斯棱镜。冰洲石制偏光棱镜由于原料少，制造困难，价格较昂贵。而且孔径小，抗震性差。故在六十年代以来已渐被偏光玻璃取代。

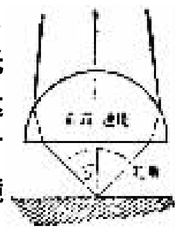
【偏光玻璃】 polaroid 用两层磨平的光学玻璃，中夹一层人造偏光薄膜粘合而成。偏光薄膜为含有细小赫拉柏斯石针状晶体的塑料膜，或是平行排列刷状结构分子的聚乙烯醇塑胶膜。自然光透过偏光玻璃后，会变成纯粹的直线偏光。六十年代以来，由于偏光玻璃质量已赶上尼科尔棱镜，而且制造方便、价格低廉，容易做得很大，抗震性好。因此新型的偏光显微镜上全部采用偏光玻璃制的偏光镜。偏光玻璃缺点是透射率较低，要求显微镜用较强烈的光源。

【偏光显微镜】 polarizing microscope 是装有偏光镜的显微镜。地质学中用于鉴定岩石和矿石。偏光镜分别装在显微镜物台下或垂直照明器中（前偏光镜或下偏光镜）及物镜与目镜间（分析镜或上偏光镜），用来观察偏光通过晶体时或从晶体表面反射时产生的各种光学现象。若单独使用下（前）偏光镜，简称单偏光。可观察矿物的晶形、解理、突起、吸收性、多色性、反射率、双反射等。若上、下偏光镜同时使用，并使二者振动面垂直，简称正交偏光。可观察晶体的消光、干涉色、偏光色及旋转性等。正交偏光时，若再加上聚光镜和勃氏镜，简称锥光。可在高倍物镜下观察晶体的干涉图或偏光图，用以测定其轴性、光性符号、光轴角和各种色散特征等。偏光显微镜的基本附件有，不同倍数的物镜、目镜、各种补色器及光源等，如附有垂直照明器及矿相专用物镜，则成为偏、反两用显微镜，详见矿相显微镜。

【球面象差】 spherical aberration 简称球差，由于透镜表面是球面而产生的象差。其现象是当平行光射入透镜时，不能聚焦成一个焦点。透镜边缘部分光线因折射较强烈焦距较短，透镜中心部分因折射较弱而且焦距较长。这样就使所形成的物体影象不清晰。在较高级的光学仪器中，其光学系统必须改正球差以得到清晰影象。用折射率不同的玻璃经过计算后，制成正、负透镜组合在一起，可以改正球差。

【色象差】 chromatism 简称色差，由于制造透镜的玻璃对于不同色光有不同的折射率而产生的一种象差。其现象是白光通过透镜后，不同色光不能聚焦于一点。蓝光波长最短折射最强烈，焦距最短，绿光焦距中等，红光焦距最长。这样会使物体的影象产生虹状的彩色边缘而不清晰。色差与球差的改正方法相同，通常与球差同时改正。改正了大部分球差和色差的透镜叫做消色差透镜。

【数值孔径】 numericalaperture 显微镜物镜及照相镜头的一项重要光学数值。它决定着物镜的分辨率，常用符号 N. A 表示，设 N_0 为物镜观察时前透镜与光、薄片之间介质（空气或浸没液）的折射率。数值孔径决定于下式：$N.A=N_0\sin\alpha$。α 为物镜的半孔径角（见图）。即物镜准焦时，最边缘折射光线与物镜光轴所成交角。干燥物镜的数值孔径值由 0.05 至 0.95，浸没物镜可达 1.40。照相镜头的数值孔径与它的光圈系数 f 及底片上的影象倍数 m 有下列关系：$N.A=m/2f(m+1)$。由此可知，当倍数 m 改变时，照相镜头的数值孔径是不固定的。



数值孔径图解

【分辨率】 resolving power 指光学仪器能够分开两个点（或两条平行线）之间的最短距离。显微镜物镜的分辨率 L 决定于它的数值孔径 N. A 及照明光线的波长 λ，有下列关系：$L=0.61\frac{\lambda}{N.A}=0.61\frac{\lambda}{N_0\sin\alpha}$显微镜物镜的分辨率根据数值孔径的不同，由十几微米至 0.20 微米。

【滤光器】 filter 光透过某种透明介质后，其光谱成分或光强会发生改变，这种透明介质叫做“滤光器”。按照制造工艺滤光器有以下几种：有色玻璃滤光器，其用途是获得宽谱单色光；干涉滤光器，用以获得窄谱纯净单色光；中性灰色滤光器，用以减弱光强但不改变光色；乳白玻璃和毛玻璃，用以使光线均匀并减弱光强；吸热玻璃，用以吸收红外线；液体滤光器，用以吸收红外线同时获得宽谱单色光。

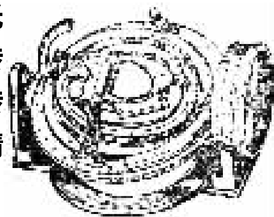
【干涉滤光器】 interference filter 利用光的干涉原理制造的一种单色滤光器。其构造为：将两片一面镀有半透明金属薄膜的玻片，装置得互相严格平行，中间夹一层透明电介质，其厚度约为规定的透射波长之半。干涉滤光器的优点是透射光的单色性极好，透射光谱带的半宽度根据制造可为 10 至 50 毫微米，甚至窄达 1 毫微米。同时又有很高的透射率，可达 10% 至 60%，比单色仪和有色玻璃滤光器的透射率高十几倍至几十倍。

【卤钨灯】 tungsten halogen lamp 一种新型的高亮度灯泡。在装有钨丝的石英玻壳内充入一定量的卤族元素或其化合物制成。一般为溴或碘化物。灯丝在燃点时，形成卤钨循环，使灯丝不至于因高温迅速蒸发而断裂，因此可以大大提高钨丝温度以增加发光效率。卤钨灯泡的优点是在瓦数相同时，亮度比普通白炽灯泡高得多，同时灯泡体积很小（100 瓦泡仅手指头般大），灯丝卷紧成点光源状，这就特别适用于仪器，例如显微镜的照明之用。卤钨灯泡的其它特点都和一般的低压钨丝白炽灯泡相同。

【双石英试板】 biquartz plate 测定矿物准确消光位的各种试板的总称。它们都是用两片厚度相等，但光性定向相反的石英晶体薄片拼在一起制成。可分为两类，一类利用石英的非均质性，另一类利用石英的旋光性。使用时试板插在穿孔目镜的焦平面上，使试板分界线重叠在被测矿物影象上，将矿物分为两半，当矿物处于准确消光位时，两半呈现同样的微弱明亮或相同颜色。矿物稍移离消光位，两半的亮度或颜色即显著不同。目前使用最多的是利用左、右旋石英制成的中村试板。

【机械台】 mechanical stage　显微镜物台上的附加仪器。由一个薄片夹，一组使薄（光）片前后移动，一组使薄（光）片左右移动的机械组成。机械台用途有两种：①在显微镜下测量被观察物体的大小和百分含量时使用；②寻找光、薄片中需用的现象，对于高倍观察及显微镜摄影很方便。

【旋转台】 universal stage　又称“费氏台”。是安装在偏光显微镜物台上的附加仪器（见附图）。由三个、四个或五个旋转轴组成，将薄片夹在旋转台的一对玻璃半球之间，借助于各旋转轴的转动，使晶体在空间倾斜转动，达到需要的方位，以便于精确测定晶体的光学常数和鉴定矿物。


旋转台

【旋转针】 spindle stage　一种类似一轴旋转台测定透明矿物光性的仪器。由一根能自由旋转360°的针、旋转刻度轮、浸油池和基板组成。使用时装在偏光显微镜物台上。将矿物碎屑粘在针尖上泡在油池浸油中，可以测定矿物各主轴的折射率及其它光性。

【显微镜热台】 heating stage　简称“热台”。根据不同用途，热台有多种型号。有可安装在偏光显微镜的载物台上的，有直接取代载物台的，一般用电阻丝作为加热元件，用热电偶测量样品加热温度。温度范围由室温至750℃，高者达2000℃左右，低者达－55℃，可用于测定矿物中各种包裹体的均匀化温度，以确定矿物或矿床形成时的温度和压力；用于双变油浸法中测定矿物的折射率；也可测定矿物脱水时的温度；测定矿物多形结构的转变温度；观察加热时矿物光性的变化等。

【晶体光学】 crystal optics　研究光对晶体作用时所引起的光学现象及其规律性的学科。在地质学中，晶体光学主要是研究可见光通过透明矿物晶体时所引起的折射、双折射、偏振、旋光、干涉、吸收、色散等现象及其规律性。上述光学性质在不同矿物中表现为不同的特点，因而，晶体光学成为研究和鉴定矿物（特别是透明矿物）的重要方法之一。

【光性矿物学】 optical mineralogy　运用晶体光学的原理和方法对矿物（主要是透明矿物）光学性质进行研究的一门学科，是矿物学的一个分支。主要研究矿物的晶体光学现象和测定矿物晶体的光性常数，用以鉴定和研究矿物。广泛应用于岩石和矿石中矿物成分及其成因的研究上。此外，也应用于工业、农业、医学等。

【薄片】 thin section　将岩石、或透明矿物的标本用切片机切下一适当厚度薄块、面积约为2×2平方厘米，在磨片机上磨平一面，用树胶等粘合剂粘于载玻璃上。然后将另一面磨平，达到厚度约为0.03毫米，再用树胶粘上盖玻璃，即成岩石薄片。用以在偏光显微镜下进行观察研究。

【光薄片】 polished thin section 不加盖玻片，并将其表面抛光的薄片。它比通常的薄片略厚一些，既可在透射光中观察透明矿物，又可在反射光中观察不透明矿物，尤其在研究透明矿物和不透明矿物之间的关系时适用。

【薄片鉴定法】 thin section method 在偏光显微镜下鉴定透明矿物和岩石的一种方法。将矿物或岩石标本磨制成薄片，在偏光显微镜下观察矿物的结晶特点，测定其光学性质，确定岩石的矿物成分，研究它的结构、构造，分析矿物的生成顺序，确定岩石类型及其成因特征，最后定出岩石的名称。薄片鉴定法是地质找矿工作中经常使用的重要方法，也应用于其他工业、农业及医学等方面。

【定向切片】 oriented section 按规定方向切制的岩矿薄片。分矿物定向切片和岩石定向切片两种。矿物定向切片，是将矿物的单晶体，按一定结晶方向（如垂直 C 轴；垂直双结晶结合面等），或一定的光学方向（如垂直光轴，垂直锐角等分线等）切制的薄片。可在偏光显微镜下准确鉴定矿物的结晶特征和测定光学常数。岩石定向切片，是根据岩石的野外产状，或根据呈方向性的结构、构造、按需要切制的薄片。用于岩组学研究。

【折射率】 refractive index 又称“折光率”。光在介质中的速度同在真空中的速度之比为一常数，称为该介质的绝对折射率。光在两种不同介质中的速度之比为相对折射率。通常所测定的某种介质的折射率，是指该介质与空气的相对折射率，因为空气的折射率近于 1，所以在空气中所测某种介质的折射率，也就相当于比介质绝对折射率。折射率可以用入射角和折射角正弦之比来确定。设光从空气射向介质的入射角为 α，在介质内的折射角为 β，则介质的折射率 N 为：$N=\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$折射率是矿物最基本的光学常数之一，大多数透明矿的折射率介于 1.3—2.4 之间。均质矿物只有一个折射率 N；非均质矿物的折射率随方向而变化；一轴晶矿物有两个主折射率 N_0 和 N_e；二轴晶矿物有三个主折射率 N_g、N_m 和 N_p。

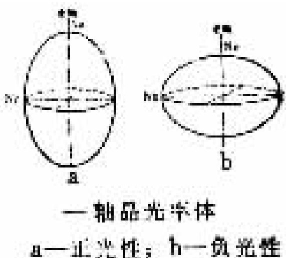
【均质体】 isotropic body 指光在各方向上传播速度相等的介质。一般的气体、液体、非结晶的固体（玻璃质）和等轴晶系的晶体都是光性均质体。

【非均质体】 anisotropic body 光的传播速度随光波振动方向不同而发生变化的介质。除等轴晶系外的其他晶系的晶体都是光性非均质体。光射入非均质体，除特殊方向（光轴）外，都发生双折射，产生互相垂直振动而折射率不等的两个偏光。透过具有相当厚度的透明非均质晶体（如冰洲石），可以见到双折射的双像。双折射率很大的非均质晶体切片在单偏光下，当旋转物台时常可见到晶体突起发生显著改变（称闪突起），某些有色晶体可呈现吸收性和多色性。在正交偏光下旋转物台，非均质体则呈现干涉色和四次消光现象。在锥光镜下，可见各种干涉图。这些是鉴定非均质体的重要特征。光性非均质体又可分为一轴晶和二轴晶两类。

【光率体】　indicatrix　表示介质的折射率在光波振动方向上变化的几何图形。在光波振动方向上，按折射率大小截取相应长度的线段，将其端点联成的封闭体即光率体。均质体的光率体是以折射率 N 为半径的球体；一轴晶的光率体是以 N_o 为圆半轴，以 N_e 为旋转轴的旋转椭球体。二轴晶的光率体是以三个不等值的主折射率（N_g、N_m 和 N_p）为主轴半轴长的三轴椭球体。

【光轴】　optic axis　光在非均质晶体中不发生双折射的特定方向。一轴晶中只有一个光轴方向；二轴晶中有两个光轴方向。在光率体中，垂直光轴的截面为圆，其切片在正交偏光下呈全消光。

【一轴晶】　uniaxial crystal　只有一个光轴的非均质体。正方、六方和三方晶系的晶体属之。其光轴平行结晶轴 c 轴。一轴晶有两个主折射率—常光（N_o）和非常光（N_g）。N_o 垂直光轴，N_e 平行光轴。$N_e > N_o$ 为正光性，$N_o > N_e$ 为负光性。在光率体上，垂直光轴的截面是以 N_o 为半径的圆，平行光轴的截面是以 N_o 和 N_e 为半轴的椭圆。一轴晶矿物晶体，可根据锥光镜下干涉图的形象特点来确定。

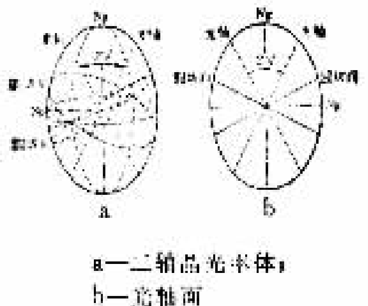


一轴晶光率体
a—正光性；b—负光性

【常光】　ordinary ray　光射入一轴晶中，发生双折射而产生两种互相垂直振动的偏光，其中之一，振动方向垂直光轴，折射率恒为定值，通常用 N_o 表示，此偏光叫做常光。

【非常光】　extraordinary ray　光射入一轴晶中，发生双折射而产生两种互相垂直振动的偏光，其一为常光，另一为非常光。非常光的振动方向垂直于常光振动方向，且与光轴的夹角不等于 90°。非常光的折射率值随着其振动方向与光轴的夹角而变化。当夹角为 0°时，折射率为特定值，用 N_e 表示，当夹角介于 0°到 90°之间时，为变化值，用 N_e' 表示，夹角为 90°时，$N_e = N_o$。夹角越小，N_e' 值越接近 N_e；夹角越大，N_e' 值越接近 N_o 值。二轴晶双折射后两条偏光都是非常光。

【二轴晶】　biaxial crystal　具有两根光轴的非均质体。包括斜方、单斜和三斜晶系晶体。二轴晶有三个主折射率，最大的为 N_g，中间的为 N_m，最小的为 N_p。三者在空间互相垂直。二轴晶光率体是以 N_g、N_m、N_p 为主轴的三轴椭球体。在二轴晶光率体中，平行 N_m 轴，同时又垂直 N_gN_p 面，可以切出以 N_m 为半径的两个圆截面。这两个圆截面的垂线即为两根光轴的方向，两根光轴都在 N_gN_p 面内、故 N_gN_p 面叫做光轴面。二轴晶矿物可根据晶体干涉图的形象特点来确定。



a—二轴晶光率体；
b—光轴面

【光轴面】 optic axial plane 见“二轴晶”。

【光轴角】 optic－axial angle 二轴晶的二根光轴之间的夹角，一个是锐角，另一个是钝角。通常把锐角称为光轴角，用2V表示。光轴角是二轴晶矿物的一项基本光学常数。根据垂直光轴或垂直锐角等分线切片的干涉图，可以估计或测定光轴角的数值。在旋转台上可以精确测定光轴负值。

【光学主轴】 principal optic axis 简称主轴，也称光学对称轴，即二轴晶光率体的三个相互垂直而不等长的轴。三个光学主轴的长度代表相应的三个主折射率，分别用N_g、N_m、N_p表示，也有用其他符号表示的，对照如下表：

主折射率	最大	中间	最小
符号	N_g Z γ	N_m Y β	N_p X α

【光性方位】 optic orientation 光率体主轴与晶体的晶轴之间的空间方位关系。一轴晶的光性方位的特点是光轴同晶体c轴一致。二轴晶的光性方位，即光学主轴N_g、N_m、N_p与晶轴a、b、c的关系因晶系而不同。斜方晶系晶体的光学主轴与晶轴方向一致；单斜晶系晶体有一个光学主轴同结晶轴b一致，而另两个光学主轴在（010）面内同a轴、c轴斜交；三斜晶系晶体的三个光学主轴同三个结晶轴都呈斜交关系。二轴晶矿物的光性方位都有它固有的特征。例如，某一光学主轴同某一结晶轴的方向一致，或斜交、斜交的夹角大小、在正交偏光下表现为消光类型和消光角。在定向切片中测定矿物的消光类型和消光角，也就是测定矿物的光性方位特征。

【解理面夹角】 angle of cleavage 矿物的解理面是沿着一定结晶方向发育的一组规则的平行裂开面，它的方向可代表晶面方向。若某矿物发育有二组解理面，则二者的夹角就是解理面夹角，也就是晶体中特定晶面的夹角，因此，可用来鉴别矿物。垂直解理面的薄片在显微镜下观察，解理面表现为一组平行的细直线，称为解理缝。若切片平面同时垂直于二组解理面，则二组解理缝的夹角即为解理面的夹角。在薄片鉴定中，测量解理面夹角可作为鉴定某些矿物的特征常数。

【突起】 relief 在显微镜下观察岩石薄片中的某一矿物颗粒时，由于它与周围介质（其它矿物或树胶）的折射率有差异，二者交界处透过的光发生折射，使得该矿物颗粒看起来凸出或凹入的现象称为突起。折射率大于周围介质的矿物具有凸出的感觉，称正突起；折射率小于周围介质的矿物看来是凹入的，称负突起；折射率同周围介质近于相等的矿物具有平坦的感觉，突起不明显。在显微镜下正、负突起可借助于光带（贝克线）或色散效应来区别。突起为显微镜下鉴定矿物的特征之一。

【糙面】 shagreen surface 在显微镜下观察薄片中的矿物时，可发现某些矿物表面平滑，而另一些矿物表面粗糙的现象。这是因为磨制薄片时，矿物表面经细砂研磨后，留下了微细的凹坑和沟痕。如果矿物与树胶的折射率不等，则透射光经过矿物与树胶的界面时，因为凹坑和沟痕发生不同方向的折射，使表面光亮不均匀分布，造成粗糙的形象。这就是糙面。矿物与树胶的折射率差值愈大，糙面现象愈明显。糙面和突起一样，可用于比较矿物与树胶折射率的相对大小。因为树胶的折射率为已知值（1.54 左右），所以在用树胶粘合的薄片中，某些矿物的糙面可作为鉴定特征。

【贝克线】 Becke line 在显微镜下适当缩小孔径光圈，用中倍或高倍物镜观察折射率不同的二相邻介质（例如矿物与树胶）的接触处，可见有一较明亮的细线。微微升降镜筒，亮线向分界线两侧往返移动。这种亮线即为光带。当提升镜筒时，光带向折射率大的介质一方移动；反之，下降镜筒时，光带向折射率较小的介质一方移动。利用光带移动的规律，可以比较二相邻介质折射率的相对大小。在岩石薄片（或油浸薄片）中，常用它来判别矿物的正负突起。

【贝克线色散】 dispersion of Becke line 在显微镜下用白光观察折射率比较接近的二相邻介质时，其接触的贝克线可变为彩色光带。这是由于白光中不同波长光波通过二介质边界时的折射角不同，发生色散而造成。彩色光带的分布和变化与相邻二介质色散系数的大小有关。这种现象即为色散效应。色散效应经常用于比较二介质折射率的相对大小。在岩石薄片中，矿物或树胶的色散系数通常与折射率成正比。所以天蓝色或绿色的光带在折射率较大的介质一侧，而黄色或橙黄色光带在折射率较小的介质一侧。在浸油薄片中，由于油浸的色散系数比矿物大，因此，天蓝色或绿色在浸油一侧，黄色或橙黄色在矿物一侧。若二者对于黄光的折射率恰好相等，则二种光带的亮度相当，微微提升显微镜镜筒，可见到天蓝色向油液移动，而黄色向矿物移动，移动的速度也大致相等。

【双折射率】 birefringence 又称“重屈折率”，即非均质矿物，两个折射率的差值。矿物的最大折射率 N_g 与最小折射率 N_p 之差为该矿物的最大双折射率，用 Δ 表示：

$$\Delta = N_g - N_p$$

最大双折射率是矿物的基本光学常数之一，通常简称为该矿物的双折射率。如果矿物的双折射率大，则它在单偏光下呈现明显的闪突起（如碳酸盐类矿物）；在正交偏光下，其干涉色的级序高；在锥光下，其干涉图的干涉色圈的数目多。

【折射率色散】 dispersion of refringence 介质折射率随光的波长而改变的性质。由于色散的存在，在精确测定矿物的折射率时，应使用单色光源，最常用者为钠光（波长 559 毫微米），测定值记为 N_D，晶体的折射率色散通常用蓝光（波长 486 毫微米）折射率 N_p 和红光、波长 654 毫微米）折射率 N_c 之差，即 $N_p - N_c$ 表示。折射率色散强度随介质而有所不同。一般液体的折射率色散比固体大，不同矿物的折射率色散强度亦有差别。

【双折射率色散】 dispersion of double refraction 在非均质晶体中，由于晶体的折射率色散，双折射率也随波长而变化的性质。用白光观察时，薄片中的强双折射率色散的矿物，常呈异常干涉色。

【闪突起】 pseudo - absorption 在单偏光下，旋转物台，矿物的突起时高时低的现象称闪突起。折射率低而双折射率大的矿物，闪突起现象最显著，所以，它是某些矿物（如碳酸盐类矿物）的鉴定特征。

【吸收性】 absorption 晶体对入射光波吸收的性能称为吸收性。具吸收性的非均质矿物薄片，在单偏光下，吸收性的强弱可能随方向而变化，故旋转物台时其颜色深浅可能改变：某一方向较浅，说明晶体对此方向的光波吸收较弱；另一方向较深，即晶体对这一方向的光波吸收较强。矿物的吸收性特点，可用吸收性公式表示。例如电气石，当 c 轴垂直下偏光时，色较深，即对常光吸收性强；c 轴平行下偏光时，色较浅，即对非常光吸收性较弱，其吸收性公式为 $N_o > N_e$，一轴晶矿物的吸收性公式或为 $N_o > N_e$，或为 $N_o < N_e$。二轴晶矿物的吸收性公式为 $N_g > N_m > N_p$ 或为 $N_g < N_m < N_g$。

【多色性】 pleochroism 某些非均质矿物，在单偏光下随着物台的转动，不仅颜色深浅，而且色调也发生变化。这种现象称为多色性。这是由于晶体不同方向对不同波长的色光具有选择性吸收的结果。矿物多色性特点，用多色性公式表示。例如，某种电气石的多色性公式为 N_o = 深绿色；N_e = 红紫色。又如，阳起石的多色性公式为，N_g = 深绿色，N_m = 绿黄色，N_p = 黄色。多色性和吸收性常常是同时表现的，它是许多矿物的重要鉴定特征。

【消光】 extinction 矿物在正交偏光下呈现黑暗现象。均质矿物在正交偏光下转动物台时，永呈消光现象不变。非均质矿物的垂直光轴切片，也消光不变。非均质矿物，不垂直光轴的切片，当它的两个主折射率方向与偏光镜的振动方向一致时，呈消光现象；转动物台则呈明亮。转物台一周，有四次黑暗，四次明亮，相间出现，叫做四次消光现象。

【干涉色】 interference colors 在正交偏光下用白光观察时，非均质晶体薄片呈现的各种颜色。光波在非均质体中因双折射而分解为两条互相垂直振动的直线偏光，二者有一定的光程差，它们在通过上偏光镜时发生干涉作用。结果使白光中一部分波长的光消失或减弱，另一部分波长的光加强。这些未消失波长的光混合起来呈现特殊的颜色，既干涉色。干涉色的颜色决定于双折射的两个光波的光程差 R，而光程差又取决于晶体薄片的厚度 d 和双折射率 Δ，其关系式为：

$$R = d \cdot \Delta$$

在标准厚度（0.03 毫米）的薄片中，矿物的干涉色可作为鉴定标志。

【干涉色级序】 order of interference colour　非均质体在正交偏光下，随着光程差R从零开始逐渐增大，其干涉色从黑、灰黑开始，依次出现各种干涉色的变化顺序。光程差大约每增加560毫微米，色序变化一个旋回，称为干涉色级。R＝0—560毫微米，依次出现黑、灰、灰白、黄、橙红、为第Ⅰ级；R＝560—1120毫微米，依次出现紫、青、蓝、绿、黄、橙、红为第Ⅱ级；R＝1120—1680毫微米，为第Ⅲ级。依次升高，为Ⅳ级、Ⅴ级。级序越高，色调越淡。当其呈现淡粉白色微微带有某种色调时，叫故高级白色。一定矿物在标准厚度薄片中，呈现一定级序的干涉色，可作为鉴定矿物的标志。

【异常干涉色】 abnormal interference color　某些具有强双折射率色散的晶体在正交偏光下呈现的特殊色彩，它不遵守光程差与干涉色之间的正常关系，故称为异常干涉色。当晶体的紫光双折射率大于红光双折射率，且双折射率值很小时，异常干涉色为似纯蓝墨水般的柏林蓝色，如黝帘石。当晶体红光双折射率大于紫光双折射率，且双折射率值不大时，呈现黄褐的异常干涉色，如某些绿泥石。

【补色原理】　又称消色法则。在正交偏光下，使两个非均质晶片重叠，当二者光率体同各轴平行（$N_{g1} \parallel N_{g2}$，$N_{p1} \parallel N_{p2}$）时，总的光程差为二晶片光程差之和，干涉色级序升高，反之，当二晶片同名轴正交（既异名轴平行）时，总光程差为二晶片光程差之差，干涉色的级序降低。这种同名轴重合，干涉色升高，异名轴重合，干涉色降低的法则，叫做补色原理。在显微镜鉴定中，常用已知晶片制或补色器，重叠到未知的矿物薄片上，根据补色原理观察干涉色的升高或降低，可以鉴定未知矿物的光率体轴名及其他光学性质。

【补色器】 compensator　又称“消色器”。将已知非均质晶体制成一定厚度的定向切片，标出其光程差R、N_g轴和N_p轴的方向，用以根据补色原现测定矿物某些光学常数和性质，这种切片既为补色器。常用固定光程差补色器有云母试板（R＝147毫微米）和石膏试板（R＝575毫微米）可变光程差的补色器常用的有石英楔和倾斜补色器（旧产品为贝瑞克补色器）。其光程差从零开始，遂渐增大，干涉色可达Ⅲ级、Ⅳ级或更高。在正交偏光下，将被测定的矿物从消光位转到45°位置，加上补色器，观察干涉色的变化（升高或降低）。

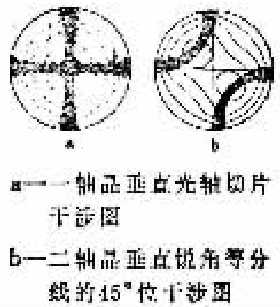
【消光位】 extinction direction　非均质矿物光，薄片在正交偏光下呈消光时的位置，也就是矿物两个主折射方向之一与偏光镜的振动方向一致时的位置。当消光时，矿物的双晶缝，解理缝切面延长方向等与矿物的N_p'或N_g'平行者，为平行消光；N_g'或N_p'平分两组解理缝的夹角时，为对称消光；解理缝等与N_p'或N_p'斜交者，为斜消光，斜交的角度为消光角。对于某些矿物，定向切片上的消光类型往往可以确定其晶系。

【消光角】 extinction angle　**见消光位**

【延长符号】 elongation sign　**非均质矿物晶体延长方向平行或近于平行，N_g 或 N_g' 时，叫做正延性；反之，如平行或近于平行 N_p 或 N_p' 时，叫做负延性。正、负延性统称之为延长符号。对于针锥状、针状、柱状矿物，延长符号是重要鉴定特征；对于某些叶片状矿物，在薄片中横切叶片的长形切面，有时也作为鉴定特点；对于粒状矿物及消光角近于 45° 的矿物、延长符号则无意义。**

【光性符号】 optical sign　**非均质体正、负光性的统称，一轴晶当 $N_e > N_0$。为正光性，反之为负光性。二轴晶当 $N_g - N_m > N_m - N_P$ 时，即 N_g 为二光轴的锐角等分线 Bxa 时，为正光性，反之，当 $N_g - N_m < N_m - N_p$ 时，即 N_P 为 Bxa 时，为负光性。光性符号是鉴别矿物的重要特征之一。通常利用干涉图测定矿物的光性符号。**

【干涉图】 interference figure　**非均质体在锥光下呈现的，由干涉条带组成的图案（见附图）。它是由干锥形入射偏光透过晶体和上偏光镜后产生干涉作用造成的综合结果，干涉图的形态因晶体的光性和切片方向而不同。可借以鉴别晶体的轴性，切片类型、光性符号等，并可进一步借以测定晶体的主折射率、双折射率、光轴角、消光角、吸收性和多色性公式、色散类型以及光性方位等特征。**



a—一轴晶垂直光轴切片干涉图

b—二轴晶垂直锐角等分线约45°位干涉图

【正光性】 positive character　**见“光性符号”。**

【负光性】 negative character　**见光性符号。**

【光轴角色散】 dispersion of optic angle　**二轴晶对于不同波长的光具有不同的光轴角数值的性质。同一晶体，当红光的光轴角大于紫光的光轴角时，记作 $r > V$，反之，记作 $r < V$。**

【光性异常】 optical anomaly　**每种矿物在正常条件下都具有一定的光学性质，但当某些条件、如应力、电磁场、温度等发生显著变化时，经常引起矿物内部结构相应的变化，导致矿物的光学性质也发生异常的改变，例如，均质体矿物呈现非均质性，一轴晶矿物变为二轴晶性质，或正光性的矿物变为负光性等。这些现象统称为光性异常，某些矿物容易出现光性异常现象。例如，石榴石为均质体，而在某些岩石中，常呈非均质性，这种情况常可作为鉴定这些矿物的辅助特征，并帮助了解岩石或矿床的形成过程。**

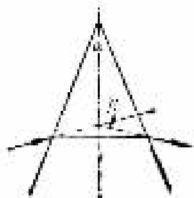
【油浸法】　immersion method　**将矿物碎屑浸没于已知折射率的浸油中在偏光显微镜下鉴定透明矿物和测定其折射率的一种简便而有效的方法。将矿物碎屑放在载玻璃片上，滴上少量浸油，盖上盖玻璃片，既成油浸薄片。将它置于偏光显微镜下，观察矿物的形态，解理，测定消光类型、轴性、光性符号等特征，通过更换折射率不同的浸油、借助光带和色散效应还可以测定矿物的折射率。用油浸法测定的矿物折射率的精确度，一般为** 0.003。

【浸油】　immersion oil　**油浸法中采用的已知折射率的油液。通常选用色浅透明，毒性小、粘度低、化学性质稳定、不易挥发并与矿物不起反应的液体。如用液体石蜡、溴代萘、二碘甲烷等作为原油，按不同比例混合配制，可得到折射率** 1.40—1.80 **左右的浸油。配制若干瓶，每瓶间隔约为** 0.003—0.005，**储藏备用。更高折射率的浸油，可用硫、磷、三溴化砷、胡椒碱等酿制。浸油的折射率值随温度和所用光源的波长而改变。温度改变** 1℃ **时，浸油折射率的变化值称为该浸油的温度系数，用光谱线** F（**波长** 654 **毫微米）和** C（**波长** 486 **毫微米）所测得的浸油折射率之差称为该浸油的色散系数，以** $N_F—N_C$ **表示。**

【单变油浸法】　simple variation method　**简称“单变法”。在油浸法中通过固定光源波长而变更浸油温度（温变法），或固定浸油温度而变更光源波长（色变法），以测定矿物折射率及折射率色散等的方法。**

【双变油浸法】　double variation method　**简称“双变法”。通过变更浸油温度。同时也调整光源波长以测定折射率及折射率色散的油浸法。方法的依据是，随着温度的改变，液体的折射率变化显著，而固体则几乎没有改变，同时液体的折射率色散较固体的大。将矿物碎屑放在装有变温盒的旋转台上。选择温度系数大。色散强的浸油浸没矿物。用水管连接恒温箱、变温盒和折射仪，以恒温箱调节，并控制温度。以单色仪或连续干涉滤光器调节光源波长。当使浸油和矿物的折射率达到相等时，用折射仪测出此时的浸油折射率，既为矿物的折射率。测定不同波长下的折射率，既可求得该矿物的折射率色散曲线或色散系数。此法所测结果精度较高，但仪器设备复杂，操作较繁。**

【棱柱法】　prism method　**又称“最小偏差角法”。利用光线通过棱镜产生折射的原理，准确地测定透明物质折射率的一种方法。将晶体磨制成一个三角棱柱（见附图），并将组成顶角** α **的两柱面抛光，装在单圈测角仪的掣晶台上，使其棱平行于直立转轴。入射线从一个柱面射入晶体，经过折射从另一柱面射出。入射线与射出线的夹角为偏差角。当入射线和射出线分别同二个柱面的交角相等时，则偏差角** β **最小。测出柱面角** α **和最小折射角的** β，**可按下式算出晶体的折射率：**



棱柱法测定折射率原理

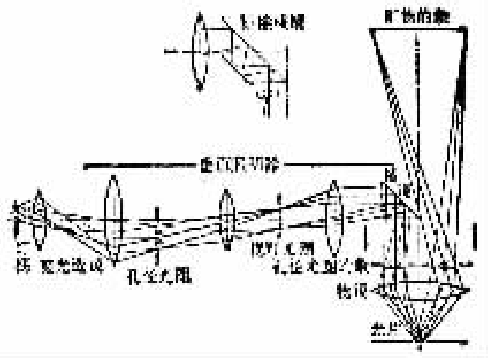
$$N = \sin\left(\frac{a+\beta}{2}\right) / \sin\frac{\alpha}{2}$$

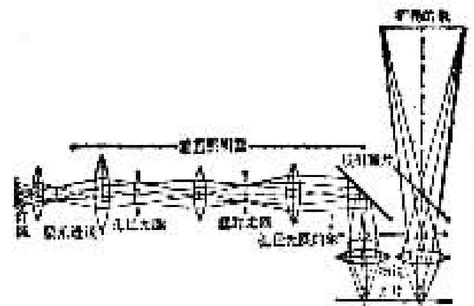
如果用平面玻璃制成空心棱柱，中间放入被测液体，也可以测定液体的折射率。

【折射仪】　refratometer　又称“折光仪”。是测定透明物质折射率的仪器，类型较多。阿贝折射仪是最常用的一种，适用测液体，按全反射原理制成。测定范围一般在1.3—1.7或1.85左右。可用于常温，也可用于变温。吉莱微型折射仪是测定液体折射率的仪器。特点是液体用量很少，测定范围较大，由1.11至2.35。但精度稍低，且不能用于变温。晶体光率计是专门测定透明晶体折射率的仪器，亦可测油液，可测至N = 1.90。V棱镜折射仪也是测定固体块折射率的仪器，经过改装，也可测油液。这两种仪器的测定范围大，精度高，但结构较复杂。

【矿相学】　ore microscopy　在矿相显微镜下研究矿石的科学。研究内容主要是，矿石的矿物成分（以不透明矿物为主）、结构构造特征及矿石在时间空间上发育的规律性，从而帮助确定矿床的成因，指导地质勘探以及对矿石的技术加工提出评价等。

【矿相显微镜】　ore microscope　又称“反射偏光显微镜”。是矿相学的主要仪器，由偏光显微镜加一个垂直照明器组成。其光路如附图，自北源入射的光被棱镜或玻片制成的反射器反射向下，通过物镜射向光片表面，被光片反射向上，经物镜和目镜而成像。在光源和反射器之间装有前偏光镜，反射器之上装有上偏光镜。只用前偏光镜时为单偏光，用以观察矿物的反射力。反射色、双反射和反射多色性等、加入上偏光镜，使其振动方向与前偏光镜垂直，为正交偏光，用以观察测定矿物在正交偏光下的各种光性特征及光学常数。应用矿相显微镜可鉴定不透明矿物，并研究矿石的结构和构造。





矿相显微镜原理
上一用棱镜反射器　下一用玻片反射器

【光片】　polished section　是一面被磨平并抛光过的矿石小标本。磨光面要求平滑如镜，硬矿物和软矿物的相对突起不过于明显，不应有小坑、细裂缝或擦痕存在。碎屑矿物用各种胶结物（如电木粉）胶结后也可磨成光片。光片的质量好坏直接影响鉴定工作。

【不透明矿物晶体光学】 crystal optics of the opaque minerals　研究光与吸收性晶体作用时所产生的光学现象及其规律的学科。主要研究直线偏光从吸收性晶体表面反射时的反射率、双反射、反射色散现象，各种旋转性等光学现象。利用这些现象的特点可以研究和鉴定吸收性矿物。

【主入射角】 principal angle of incidence　直线偏光倾斜地射到吸收性介质表面时，如果入射光的振动方向与入射面斜交，则入射光振幅 I 将分解为垂直入射面的分量 $I_{\perp}$ 和平行入射面的分量 I_{11}，相应的反射光振幅为 $E_{\perp}$ 和 E_{ll}，反射率为 R_{11} 和 R_{1}，E_{l} 和 E_{11} 的含振幅与入射而法线交角为反射方位角随着入射角由零增大，R_{11} 将不停减小。当入射偏光方位角 $\phi=45^{\circ}$，R_{111} 为极小值时的入射角，叫做主入射角。更严格的定义为，以 E_{111} 和 $E_{\perp}$ 为振幅的两个反射光振动之间的周相差 $\Delta=90^{\circ}$ 时的入射角为主入射角。符号 $\overline{\alpha}$，在主入射角时，反射方位角为极小值，叫做主方位角，符号 $\overline{\phi}$。吸收性介质的主入射角和主方位角，都是它的光学常数。

【主方位角】 principal azimuth　见“主入射角”。

【起偏角】 polarizing angle　自然光射到非金属的光滑平面，例如玻璃、水面等时，被反射后反射光会发生部分偏振现象，即反射光由部分直线偏光和部分自然光混合而成。反射光中所含的直线偏光比例决定于光的入射角。当入射角为某一合适数值时，反射光为纯粹的直线偏光。这个合适的入射角叫做起偏角。设 α 为起偏角，构成反射表面的非金属物质的折射率为 N，二者有下列关系

$$\tan\alpha = N$$

【复折射率】 complex refractive index　吸收性介质最主要的光学常数。它是一个复数，符号 N，可用下式表示：

$$N' = N - iK$$

式中实数部分 N 为吸收性介质的折射率，它决定于光波在吸收性介质中的传播速度，虚数部分的 K 决定于光波在吸收性介质中传播时的衰减（光能的吸收），叫做吸收系数。设 I 为入射光强，I_{α} 为透过厚度为 x 的介质后的光强，λ 为入射光波长，e 为自然对数之底，则有 $I_x = I_e^{-4\pi Kx/\lambda}$ 即吸收系数的物理意义可理解为，光波在吸收性介质中透过 λ 距离后，光强降到原值的 $1/e^{4\pi K}$。当 N、K 值已知时，吸收性矿物的其他光学常数都可以根据它们算出，原理和计算公式已基本解决。由于吸收性矿物的 N、K 值尚未普遍测定，故直接利用 N、K 值鉴定矿物，目前尚有困难。

【吸收系数】 absorption coefficient　见“复折射率”。

【反射力】 reflective power　矿物对垂直照射于光面上的光线的反射能力。表示反射力大小的数值叫反射率，通常以百分数来表示，设反射光强度为 I_r，入射光强度为 I_i 则反射率 $R=\frac{L_r}{I_i'}\times 100\%$。反射率是鉴定不透明矿物的重要光学常数，一般估计可用标准矿物比较法，精密测定则用各种光度计。

【反射率】 reflectivity 见反射力。

【反射率目视测定法】 visual method for measurement of reflectivity 测定反射率的一种方法。其原理是将反射率已知的标准和未知矿物在矿相显微镜下与一可变的标准亮度相比较，标准亮度变化的强弱可以计算。轮流使反射率标准和未知矿物与标准亮度相等，然后通过一定公式由标准的反射率可以算出未知矿物的反射率。常用的目视测定法测定反射率的仪器有贝瑞克裂隙显微光度计和库克目视显微光度计。它们都是用下法改变标准亮度。将两个或三个偏光镜重叠，当偏光镜振动方向平行时，标准亮度最大，偏光镜正交时，则标准亮度为零。转动一个偏光镜从 0° 到 90°，可使标准亮度连续变化，根据转角可以计算反射光强度。目视测定法的仪器及测定手续都较简单。但精度不够高，而且由于人眼的主观因素，测定值难免有差别，因此目前趋于淘汰。

【贝瑞克裂隙光度计】 Berek slit microphotometer 是用目视法测定矿物反射率的一种仪器。主要组件为两个偏光镜，转动其一，可使二者振动方向成不同交角，因而透过它们的光强随之改变。当夹角为 0° 时，透过光强最大；夹角为 90° 时，则完全黑暗。使用时，安装在矿相显微镜上。入射光一部分射向光片表面，反射后进入目镜；另一部分入射光经过光度计后直接射入目镜。这样视域分为两半，一半为矿物影象，另一半为单纯亮。转动光度计的一个偏光镜，改变单纯亮光的亮度，直到视域两半的亮度相等。根据此时偏光镜的转角，即可计算出矿物的反射率。此光度计过去应用较广，自从光电倍增管光度计使用后，贝瑞克光度计已被淘汰。

【反射率光电测定法】 photoelectric method for measurement of reflectivity 测定反射率的一种精密方法。用光电元件（如光电池）测定反射率标准和未知矿物反射光产生的光电流，将电流强度代入一定计算公式，即可由标准的反射率算出未知矿物反射率。本法所用光电元件有光电倍增管和光电池两种，前者需用电压稳定的电源，后者不用电源。光度倍增管用于精密的测定，适合研究用；光电池用于一般鉴定工作中。光电测定法的优点是完全避免了人眼主观因素对测定的影响，而且测定精度比目视法高，但设备比较复杂。要注意的是，不同的光电元件及不同的工厂产品，其灵敏度、稳定性和色散可能有很大差别，测定时务必事先了解。

【光电倍增管显微光度计】 photomultiplier microphotometer 用光电倍增管为感光元件，在显微镜下测定光强的仪器。它的基本组成部分包括：带有稳压器和干涉滤光器的光源，光电倍增管及稳压高压电源，测定光电流的仪表等。此外还可以连接下述的一些自动化附件：透射半宽度窄达 4 毫微米的光栅单色仪，自动扫描测定机械台及控制扫描过程的程序电子计算机，数据输出用数字直读式显示器及记录机，数据储存和加工用的电子计算机，电传打字机等。目前这类光度计都采用单光束测定法，灵敏度很高，能测定直径小至 0. 5 微米物体的光强。其用途非常广泛，可在显微镜下测定微小物体的吸收性、反射率、透射率、散射强度、荧光强度、吸收光谱及荧光发射光谱等。

【反射率标准】　standard of reflectivity　用显微光度计测定未知物质反射率时，所用的反射率已知的标准物质。作为反射率标准的物质要求：易于磨光、常见或易于得到、硬度高、化学性质稳定、均质性无异常非均质、反射率色散低、不透明无内反射等。由于天然矿物不易满足上述条件，故目前多采用人造物质。国际矿相学委员会规定了三种反射率标准，即黑色单晶 SiC 的底面切片、（W，Ti）C 的晶体底面切片和一种黑玻璃（NGl 型，Schott Mainz FRG）。此外目前较常用的标准还有单晶硅、黄铁矿和石英的底面切片等。

【双反射】　bireflectance　在单偏光下矿物的反射率随方向不同而改变的性质。是非均质矿物特有的现象，只有非均质性较强的矿物才呈现出来，因此，它是某些强非均质矿物的鉴定特征。其数值等于最大反射率与最小反射率之差。

【反射色】　reflecting color　矿物磨光面在垂直照射光下所呈现的颜色即矿物表面反射光的颜色。它与斜射光下所见的颜色不一定相同，是鉴定不透明矿物（金属矿物）的主要特征之一。

【反射多色性】　reflection pleochroism　在单偏光下，矿物的反射色随方向不同而改变的性质。它是非均质矿物特有的现象，而且是某些反射色鲜明的强非均质矿物的鉴定特征。

【内反射】　internal reflection　光线照射到透明或半透明矿物光片上时，一部分透入到矿物内部的光，遇到矿物内的解理面、裂隙、空洞等再反射出来，显出矿物在透射光中的颜色。这种现象为内反射，它呈现的颜色称为“内反射色”

【内反射色】　color of internal reflection　见内反射。

【浸蚀试验】　etch tests　利用矿物对试剂的反应特点以鉴定矿物和研究矿石结构的一种方法。将某种化学试剂（液体的或气体的）加到矿石光片上。在矿相显微镜下观察一分钟，如果有发泡、溶解、沉淀及变色等现象，则为正反应，否则为负反应。矿石光片经试剂浸蚀后，可能显现出矿物颗粒的界线，解理、双晶、环带等内部结构，故这种方法也常称为结构浸蚀。有时经过浸蚀，能够发现矿物中的某些细小包体。

【偏光色】　polarization color　用矿相显微镜观察时，非均质不透明矿物在正交偏光下出现的各种色彩。旋转物台时，色彩会发生变化。偏光色可以在严格正交偏光镜下及不完全正交偏光（分析镜偏转 1—3°）下观察。用这两种方法观察，色彩可能是不同的。不完全正交偏光下，色彩较明显，但仅对个别矿物鉴定有参考价值。只有严格正交偏光下的偏光色才对鉴定矿物有意义。

【旋转性】 rotation property 矿物对入射的直线偏光反射时，使反射光振动方向发生旋转及变成椭圆偏光而产生的一系列光学现象的总称。这些光学现象和常数包括：非均质旋转角 $A_{r\beta}$、非均质视旋转角 A_r、椭圆率 2θ、非均质旋转色散 DA_r、椭圆率符号（正、负）、旋转方向、反射旋转角 $R_{r\beta}$，反射视旋转角 R_r、反射旋转色散 DR_r 等。它们都可以在矿相显微镜下定量或定性测定，是矿物的重要光学性质。

【非均质旋转】 anisotropic rotation 非均质矿物对入射的直线偏光反射时，使反射光振动方向发生旋转及变成椭圆偏光的性能。对于非均质透明矿物，反射光为直线偏光，它的振动方向与入射光振动方向的交角叫做非均质旋转角，以 $A_{r\beta}$ 表示。对于非均质吸收性矿物，反射光为椭圆偏光，椭圆长轴与入射光振动方向交角叫做非均质视旋转角。以 A_r 表示，椭圆长、短轴比 b/a 的反正切叫做椭圆率，以 θ 表示，即 $\theta = \tan^{-1}\frac{b}{a}$。矿物处于 45° 位置时的非均质旋转角。非均质视旋转角和椭圆率，是矿物的光学常数，具有重要鉴定意义。

【非均质旋转角】 anisotropic rotation angle 见“非均质旋转”。

【非均质视旋转角】 apparent angle of anisotropic rotation 见“非均质旋转”。

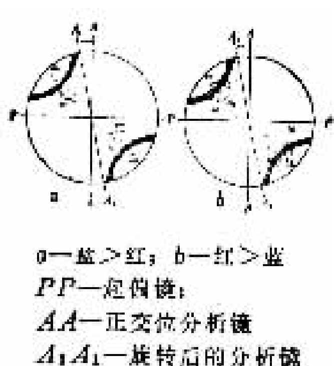
【非均质旋转色散】 dispersion of anisotropic rotation 非均质视旋转角随入射光波长不同而变化的性质，符号 DA_r、当红光的非均质视旋转角大于蓝光时，记作 DA_r = 红 > 蓝、反之为 DA_r = 蓝 > 红。如果红、蓝等各种色光的旋转相等，则表示无色散，记作 $DA_r = 0$。先观察记录非均质矿物的反射旋转色散，然后在严格正交偏光下转载物台、使矿物处于 45° 位置，观察此时偏光图黑双曲线的红、蓝色边分布及颜色深度，将反射旋转色散的记录和矿物处于 45° 位置时的现象综合考虑，可以推断出矿物的非均质旋转色散。测定矿物在各种单色光下的非均质视旋转角 Ar。作出色散曲线，这是决定非均质旋转色散最精确的方法。非均质旋转色散是非均质矿物一种光学性质，具有鉴定矿物的意义。

【反射旋转】 reflection rotation 固体表面对倾斜入射的直线偏光反射时，使反射光振动方向发生旋转及变成椭圆偏光的性能。对于透明介质，反射光为直线偏光，其振动方向与入射光振动方向交角叫做反射旋转角，以 $R_{r\beta}$ 表示。对于吸收性介质，反射光为椭圆偏光，椭圆长轴与入射偏光振动方向交角叫做反射视旋转角，以 R_r 表示。在矿相学中、反射旋转形成矿物的偏光图：这是有重要用途的光学现象，例如测定偏光图中某一点的反射视旋转角 R_r 和椭圆率 2θ，可以算出矿物的折射率 N 及吸收系数 K。

【反射旋转角】　reflection rotation angel　见“反射旋转”。

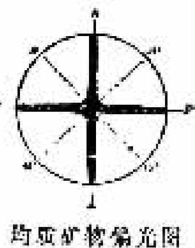
【反射视旋转角】　apparent angle of reflection rotation　见“反射旋转”。

【反射旋转色散】　dispersion of reflection rotation　反射视旋转角随入射光波长不同而变化的性质。利用偏光图，可以定性淀定矿物的反射旋转色散，符号为 DR_r。观察均质或处于消光位的非均质矿物偏光图，转动分析镜，使黑十字分解为黑双曲线（见附图）。如果曲线凹边出现蓝色，凸边出现红色，则表示蓝光的反射视旋转角大于红光的反射视旋转角，记作 DR_r = 蓝 > 红（V > r）。如果凹边红而凸边蓝，则为 DR_r = 红 > 蓝（r > V）。如果黑双曲线无色边，表示反射旋转无色散，记作 $DR_r = 0$。反射旋转色散是鉴定矿物的一种光学性质。



a—蓝>红；b—红>蓝
PP—起偏镜；
AA—正交位分析镜
A_1A_1—旋转后的分析镜

【偏光圈】　polarization figure　在正交偏光下，矿物对聚敛入射的直线偏光反射时产生的光学现象。在矿相显微镜下用高倍物镜对矿物光片准焦后，加入分析镜和勃氏镜（或取下目镜）即可见到偏光图：均质矿物偏光图由于反射旋转而产生，偏光镜严格正交时为一完美黑十字（见附图），旋转分析镜则黑十字分解为黑双曲线，并在双曲线中段内处可能出现红、蓝色边或双曲线中段本身带色而非黑色。非均质矿物处于消光位时，偏光图的成因和现象都与均质矿物相同。偏光镜严格正交，转载物台矿物偏离消光位时，偏光图由反射旋转和非均质旋转叠加而产生，其现象为黑十字分解为黑双曲线，同样也可能出现红、蓝色边。偏光图对不透明矿物鉴定及矿相显微镜的精密调节校正都有重要用途。

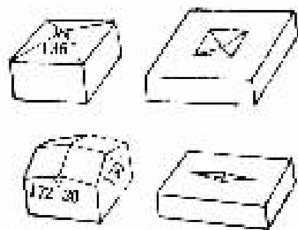


均质矿物偏光图

【油浸观察】　immersion observation　亦称浸没观察。显微镜物镜与光片之间充满液体介质时的观察方法。所用液体主要是 N = 1.515 左右的香柏油，其次是水和二碘甲烷，当油浸观察时，由于矿物浸在液体中，它的 N 和 K 值都要减小，光学性质发生很大变化，一些不明显的光学现象变得显著（例如双反射、内反射等），这样就有利于矿物鉴定工作。此外由于杂乱反射光大量减少，视野中反差增高，有利于鉴别微小矿物。油浸观察所用的物镜是特制的，有油浸专用、油浸和水浸两用及二碘甲烷浸专用几种。其倍率很完全，与干燥物镜相同。

【显微硬度】　microhardness　在显微硬度计下测定的矿物静压入硬度。可分为维氏硬度（H_V）和克氏硬度（H_K）两种，单位都是公斤/平方毫米。维氏硬度用正方形的金刚石压头（见附图），压头的二相邻面交角为 136°。在压头上加一定重量后压入矿物中，压痕为正方形，用螺旋测微目镜测定压痕对角线长度后，即可算出矿物的维氏硬度。克氏硬度采用菱形金刚石压头，压头的二对相邻陵面交角分别为 130°和 170°30°，压痕为长菱形。也是测定压痕长对角线的长度，然后计算克氏硬度。在矿物鉴定中，维氏硬度使用较普遍。

【显微硬度计】　microhardness tester　测定矿物压入硬度的仪器，显微硬度计有几种类型，其主要部件是角锥状的金刚石压头和测微目镜。有的单独构成一台仪器，有的作为附件使用时安装到矿相显微镜上。加一定的压力（负荷）使金刚石压头压入被测矿物中，然后在显微镜下测量压痕对角线长度，通过计算，便可得出被测矿物的硬度。



上为维氏硬度压头及压痕；下为克氏硬度压头及压痕

【矿物粒度测量】　测量岩石或矿石中矿物颗粒的大小，是进行薄片和光片鉴定的一项内容。粒状矿物的粒度，以颗粒直径表示；非粒状矿物，则以其长度和宽度表示粒度。对岩石中某种矿物进行若干颗粒的粒度测量，取其最大值和最小值可表示其粒度范围，其平均值则表示平均粒度。对矿物进行大量统计测量后，可以用图表表示各种粒度级别的百分比，作为矿物粉碎和分选的依据。在显微镜下测量矿物粒度，可用数尺目镜、机械台和各种显微求积仪进行。

【矿物含量测量】　在进行岩矿鉴定时，常需要测量岩石或矿石中各种矿物的百分含量。对于粗粒的岩石和矿石，矿物含量测量在标本上进行；细粒的须用薄片或光片或人工重砂在显微镜下进行测定。粗略的含量可以用目估法，即以视野面积作为 100%，直接观察估计某种矿物所占视野面积的百分比，重砂则用数颗粒法；准硫的测量须用微尺目镜、网格目镜或各种显微求积仪，对各种矿物的面积或长度或所占的点数分别进行统计测量，然后换算成为百分比。如能用自动影象定量分析仪测定，则更为方便快速。矿物的百分含量是确定岩石和矿类型和正确定名的一项基本数据，也是评价矿石质量、初步计算矿石品位及进行选矿设计的一项重要数据。

【目估定量】　借助双目镜或显微镜用眼睛直接估算矿物含量的一种方法，一般用于脉石矿物及含量较高的工业矿物的定量，对含量稀少的工业矿物不采用此法。此法的误差视矿物含量而定，含量愈低、误差愈大，一般在 1% －5%。

【自动影象定量分析仪】 automatic unit for stereometric image analysis 在显微镜下全自动测定不同亮度物体百分含量的仪器。由一套电视系统和电子计算机组成。被测定的片子中不同物体必须要有不同亮度，同样物体须有相同亮度。电视摄象系统能有选择的，将亮度相同的物体集中后进行分析并输入计算机计算。当预先编好程序后，按下电钮计算机立即打印出不同物体的面积百分比、重量百分比甚至各种元素在光、薄片中的百分含量等。同时，在电视机荧光屏上不停的显示所选定的某种物体在光片中的形态。当不同物体亮度差太小，小于仪器区分极限时，则须对片子进行特殊加工如喷镀薄膜等。一般产品可以区分 10 至 18 个亮度级别。这种分析仪还可以与任何其它光学系统连接进行类似的定量影象分析，例如对航空照片进行研究等。

【显微摄影】 photomicrography 底片上影象为原物体的 0.2 倍或更大的摄影都属于显微摄影。它可分为低倍摄影和显微镜摄影两类。低倍摄影倍数由 0.2 倍至 30 倍左右，用照相机加皮腔或其它低倍摄影附件拍摄，不使用显微镜。显微镜摄影专指使用显微镜的摄影。其倍数可由十几倍至几千倍。

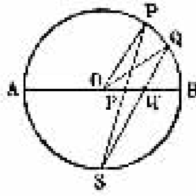
【荧光显微镜】 fluorescence microscope 以紫外线为光源，观察测定矿物荧光现象的一种显微镜。通常用石英汞灯和不同的滤光器，获得 250—400 毫微米的紫外线作为光源。目视观察矿物的荧光，或用光电倍增管光度计，测定矿物的荧光强度和色散，从而鉴别矿物。

【红外线显微镜】 用红外线作为光源的显微镜。许多矿物在可见光中不透明，而在红外线中则是透明的。利用红外显微镜可以测定这些矿物的双折射率、消光角、轴性及光轴角等光学常数。有的红外显微镜，是在偏光显微镜上安装红外光附件，既可进行红外线照射下矿物的研究，又可进行普通的偏光观察。另有立体红外显微镜、对于研究化石较适用，也可用来研究矿物。

【电子显微镜】 electron microscope 研究极细微物体的专门仪器。类型很多，常用的是透射式电子显微镜，放大数万至数十万倍，分辨由 100Å 至 5Å，最佳者可达 2 至 1Å。电子显微镜由高压电源、电子枪、电磁透镜、样品室、萤光屏和真空系统等组成。其工作原理可与普通光学显微镜比较，电子枪发射的电子源相当于光学显微镜的光源，电磁透镜相当于光学透镜。电子显微镜的整个系统均在真空中工作。由电子枪发射电子束，穿过被研究的物体，经电子透镜聚焦，在萤光屏上显示放大物象。电子显微镜用途很广。可用以研究细粒分散的矿物个体（如粘土矿物）、致密的矿物集合体、矿物表面的构造、晶体内部结构和缺陷以及相的转变等。

【矿物红外光谱分析】 应用红外光谱仪研究矿物结构及其组成的方法。适宜的波长为 2 至 25 微米。矿物中的阴离子团，通常都具有特征的且易于鉴别的红外吸收光谱。利用红外光谱，可以研究矿物的组成和结构，以及组成矿物的各元素的原子价、配位数和键性等，从而可进一步用以鉴定矿物。

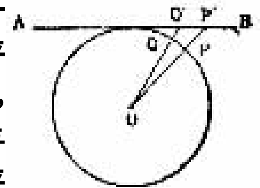
【极射赤平投影】 stereographic projection **极射赤平投影是表示物体上点、线与面的角距关系的平面投影。用以量度晶面、晶棱的角距和方向。设想将一个晶体置于一个球体内，并使两者的中心重合，从该中心引各晶面的法线并延长之，与球面相交，这些交点（附图中 P 和 Q）分别代表各晶面的球面投影极点，再将这些球面投影极点投影到球的赤道面 AB 上，投影的方法是以球的南极 S 或北极 N 为出发点，连接球面投影极点 P，Q 等，这些直线与投影面 AB 相交于 P′，Q′，这就是极射赤平投影点，这种投影称为极射赤平投影。它在结晶学、晶体光学、岩组学以及地质构造学中都有广泛应用。**



极射赤平投影

【吴氏网】 Wulff net **也译作“乌氏网”。一种极射赤平投影网。它相当于将地球上的经纬线以极射赤平投影的方式投影于一个子午面上而成。所有经纬线在吴氏网上均表现为半径不等的圆弧，其中各经线的投影弧和赤道的投影称为大圆，除赤道以外的各纬线的投影圆弧则称为小圆。常用吴氏网的直径 20 厘米，各大圆、小圆的分度均为每小格 2°。吴氏网用于点、直线、平面之间角距的图解计算、在晶体测量及旋转台工作中使用很广，在构造地质学中也有应用。**

【心射极平投影】 gnomonic projection **心射极平投影是另一种表示物体上点、线与面的角距关系的平面投影，它与极射赤平投影有所不同，投影面 AB（见图）与投影球的北微相切，设 P，Q 是晶面的球面投影极点，它们分别与球的中心相连，并延长与投影面 AB 相交，这些交点 P′和 Q′就是相对应的晶面的心射极平投影。**



心射极平投影

【X 射线物相分析法】 method of X－ray phaseanalysis **利用晶体对 X 射线的衍射效应来分析、鉴别结晶物质物相的一种方法。通常根据由粉末法得出的面网间距 d 和相对强度 I 的数据与已知的标准物相的数据进行对比，也可直接对比粉末图，从而作出分析、鉴别。这种方法的特点是：（1）能够分析、鉴别结晶物质的物相，但一般不能分析、鉴别非晶质；对于个别晶体结构类型相同且晶胞大小又很接近者，则区别较难。（2）能直接分析鉴定出为何种结晶物质（即物相），并能区别同质多象变体，但不能分析出所含的元素。（3）在用衍射仪记录衍射线的情况下，对已知矿物种类的混合样品可以进行半定量或近似定量分析。在用照相法的情况下，也可以分析、鉴别包含少数几种物相的混合样品，但定量分析精确度一般不及衍射仪。（4）在照相情况下，粉末法只需很少的样品（有芝麻粒大小即可）。（5）试验过程中不会导致样品发生破坏或变化。**

【X 射线晶体结构分析】 X－ray diffraction method 利用晶体对 X 射线的衍射效应，研究晶体的内部结构，最终确定出不同的或相同的原子在晶胞内的位置（即原子的排列方式）。它包括：（1）根据晶体的扁形、劳埃图以及某些物理性质（如压电性、旋光性等），确定出晶体的晶系和对称型；（2）根据回摆图或旋转图测定出晶胞参数；（3）根据晶体化学组成反其密度和晶胞参数，计算出单位晶胞内分子数，从而算出单位晶胞内各种原子的数目；（4）对魏森堡图或回摆图进行指标化，即对照片上每一衍射点确定其晶面指标的过程，然后根据衍射系统消光的特点定出衍射群，再结合其他性质定出空间群；（5）根据衍射点的指标和对应每一衍射点的衍射强度，并通过对强度数据进行一系列修正，还原为结构振幅；（6）再根据这许多由实验得到的结构振辐资料，或运用直接法（求出其相角），或结合晶体化学原理运用试差法（反复假设试用结构），最终确定出每个原子在单位晶胞内的座标。至此，X 射线晶体结构分析的工作就告完成。

【粉末法】 powder method 又称“粉晶法”。是利用多晶粉末对 X 射线的衍射效应来研究晶体的一种实验方法。它采用波长一定的 X 射线。样品为研磨成粉末状的细小晶体颗粒的集合体，通常将它们胶合，制成直径小于 0.5 毫米的细圆柱，安装在特制的粉末照像机的中心。长条形的底片在照像机中以样品柱为轴心围成一个圆筒。当一小束平行的 X 射线照射到样品柱上时，便产生一系列的衍射圆锥（即连接成圆锥形的衍射线），从而产底片感光，在底片上记录下一系列呈对称排列的弧线。这样的底片称为粉末图或德拜图。根握 X 弧线的波长、底片圆筒的直径以及粉末图上各对弧线的间距和黑度，可以计算出晶体中相应的面网间距 d 和衍射强度 I。粉末法也可采用平板样品，而用辐射探测器来记录衍射线的方向和强度，此即衍射仪法。粉末法在地质学中主要用来鉴定矿物。此外，用粉末法还可以精确测定样品的晶胞参数。粉末法所需要样品的数量很少，不需要较大和较完整的单晶体，且在试验过程中不会引起样品发生破坏或变化。

【晶体分析 X 射线机】 X－ray machine for crystal 用来发生 X 射线以供晶体分析之用的设备：它与医用和金属探伤用 X 射线机的不同之处在于：晶体分析 X 射线机所产生的 X 射线要求光束细，强度大，同时，为了与晶体内部的原子间距相适应，其 X 射线均为波长较长的所谓软射线，且一般都是波长不连续的标识射线。整个 X 射线机通常有工作部分和控制部分。工作部分包括有直接发生 X 射线的 X 射线管，以及为了使 X 射线管得以工作所需的高压装置（达几万伏）和整流、稳压、稳流、冷却等装置。控制部分包括有各种控制装置、调节装置和指示仪表。目前一般均使用封闭式波动 X 射线管，如使用可拆换式 X 射线管时，则尚需附加抽真空设备。

【X 射线衍射仪】 X－ray diffracometer 是采用已知波长单色 X 射线对结晶物质进行衍射分析的仪器。仪器由三部分组成：(1) 具有稳定电源电压及稳定管流的 X 射线发生装置；(2) 测角计；(3) 计数装置及电子自动记录装置。一般衍射仪的构造，从本质上看，与粉末照相机的构造颇相似。衍射仪有一可动的计数管，计数管与试样间距离保持一定，且二者同时绕试样中心转动。当试样转过 θ 角时，计数管刚好转过 2θ 角，这样可以保证试样所产生的衍射线束始终能进入计数管内。X 射线衍射仪与 X 射线衍射照像法相比，有如下优点：(1) 测量衍射线强度灵敏度好；(2) 分辨率高，快速，方便；(3) 适于做组分复杂样品的分析和定量物相分析。缺点是：各衍射线不能同时记录，所需样品数量较多，仪器构造复杂，成本高。

【穆斯堡尔效应】 mössbauer effect 穆斯堡尔效应是一种无反冲的核 γ 射线共振吸收现象。它是 1958 年德国人穆斯堡尔发现的。目前已在四十多种元素、七十多种同位素中发现这种效应，但是在物理学、化学、生物学和矿物学中得到广泛应用的是^{57}Fe 的穆斯堡尔效应。穆斯堡尔效应的发现是近代物理学的重大成就之一。自然界存在着许多共振现象。例如敲击音叉 A，附近同样的音叉 B 就会以最大振幅振动，穆斯堡尔效应就是原子核之间的一种与此相似的共振吸收现象。我们知道，原子核像许多微观粒系一样，可以处在许多不连续的能量状态上，这些能量状态称为能级。某些种类的原子核可以由较高能级跃迁到较低能级而辐射出 γ 射线，反之，某些处在较低能级上的原子核可以吸收 γ 射线而跃迁到较高能级上去。对同种原子核来说，某些处在较高能级上的原子核所辐射的 γ 射线可以完全被处在较低能级上的原子核吸收，这样，在这二部分原子核间就发生了与音叉 A 和 B 之间相似的现象，这一现象就叫做穆斯堡尔效应。穆斯堡尔发现，这一效应必须在原子核辐射或吸收 γ 射线时没有反冲的情况下才能实现，所以又称它为无反冲的核 z 射线共振吸收现象。由于穆斯堡尔效应产生的 γ 射线共振吸收谱线的能量宽度接近原子核能级的自然线宽，以及无反冲 γ 射线共振吸收（或散射）对 γ 射线能量变化十分灵敏，因此可以把共振吸收的原子核当做灵敏的探针，测量固体中有关的原子核与其所在的化学环境间的超精细相互作用。

【穆斯堡尔谱仪】 mössbauer spectrometer 穆斯堡尔谱仪是观测穆斯堡尔效应的实验设备。它主要由驱动装置（它使放射源例如$^{57}C_0$ 产生一个可以控制的速度）、吸收体、γ 射线探测器和多道脉冲分析器组成。由放射源辐射的 γ 射线，穿过吸收体，吸收后的 γ 射线被探测器和多道分析器记录。推动装置使放射源相对吸收体做等加速度运动，使放射源辐射的 γ 的射线产生多普勒能量位移。在放射源运动速度变化的同时，测量探测器记录的有关共振吸收的 γ 射线强度变化，获得 γ 射线吸收与速度（也是能量）关系的共振吸收曲线，这就是穆斯堡尔谱。由于固体中核电荷分布和核外电场及磁场相互作用不同，所给出的谱也就不同。这样反映这些超精细相互作用的穆斯堡尔参数如：同质异能位移（I. S.）、四极分裂（Q. S.）和磁的塞曼效应等也就不同，据此可以确定矿物中铁的氧化状态、电子组态、配位数、配位多面体的歪曲程度、有序－无序

程度等，此外穆斯堡尔参数研究多相物质（岩石、陨石、海洋沉积物等）也颇有成效。

化学分析

【化学分析】　chemical analysis　是分析化学的一部分。应用化学反应判断物质中含有那些组分（元素）或测定其含量，都叫化学分析。

【定性分析】　qualitative analysis　是分析化学的一部分。利用化学反应或仪器来确定某物质含有那些组分（元素），均属定性分析。在地质部门的实验室，定性分析通常用光谱半定量分析来完成。

【定量分析】　quantitative analysis　是分析化学的一部分。用化学方法或仪器测定物质组分（元素）的含量，均属定量分析。

【常量分析】　macro - analysis　按取样量多少，人们将化学分析划分为四级，并给以名称，如表：

名称	固体试样	液体试样
常量分析	100—1000 毫克	10 - 100 毫升
半微量分析	5—100 毫克	0. 1 - 10 毫升
微量分析	1—5 毫克	0. 01 - 0. 1 毫升
超微量分析	1 毫克以下	0. 01 毫升以下

这样划分只在量上有一大致概念，并无特殊意义。矿石分析最常用的为常量分析。

【半微量分析】　semi - microanalyis　见“常量分析”。

【微量分析】　micro - analysis　见“常量分析”。

【超微量分析】　ultramicroanalysis　见“常量分析”。

【工业分析】　technical analysis　工业部门对原料和产品的规格、纯度的分析以及控制流程的分析，如钢铁分析，煤分析，水分析，炉前分析，陶瓷分析，石油分析等，都属工业分析。

【全分析】 total analysis 物质成分的全面分析。可分为定性、半定量和定量，但通常指定量全分析。例如硅酸盐岩石全分析的项目，一般为 SiO_2、$A1_2O_3$、Fe_2O_3、FeO、MgO、CaO、Na_2O、K_2O、TiO_2、P_2O_5、MnO、H_2O^+ H_2O^- 等 13 项，其总和应接近 100%。如非特殊需要，其他含量甚低的成分均不测定。全分析可为地质工作者解释地质现象提供依据，对陶瓷工业和玻璃工业指导配料亦甚重要。

【简项分析】 abbrevialed analysis 物质的部分成分分析。在矿石分析中，简项常指主要成分以及冶炼过程中的有害成分和造渣成分。如在铁矿石中对铁、硫、磷、砷、二氧化硅的分析，即为简项分析。

【物相分析】 phase analysis 又称“合理分析”。是确定某元素在矿石中存在的形式的分析。一种矿石可能由多种矿物组成。例如，铜矿石可能同时含有辉铜矿、黄铜矿、孔雀石等矿物。故铜矿石的物相分析就要测定各种矿物中的铜含量，以确定铜的存在形式。现代物相分析方法主要是化学法，即利用各种矿物在不同溶剂中溶解度的差别，用不同溶剂分别将各种矿物溶出并进行某元素的测定。少数有磁性的矿物，在用化学方法分离前亦可用物理方法分离。物相分析的主要目的是为选矿和冶炼提供依据。

【元素分析】 elementary analysis 原指测定组成有机物的元素，如碳、氢、氧、氮、硫、磷等。在地质实验室则指测定煤中的这类元素。近代文献对矿石中各种元素的测定亦称元素分析。

【容量分析】 volumetric analysis 以计量标准溶液体积来完成测定的方法。这种方法先将待测物质或元素制成溶液，然后向此溶液逐滴加入与该物质或元素有定量反应关系的标准溶液，直至全部待测物质或元素刚好反应完毕为止。从所消耗的标准溶液体积计算待测物质或元素的含量。

【滴定法】 titrimetic method 即“容量分析法”。因为在容量分析法中，已知浓度的标准溶液是逐滴加入待测元素的溶液中，故又称滴定法。

【络合滴定】 complexometric titration 指用络合剂对金属离子进行滴定。现代广泛应用的络合剂为氨羧络合剂，其中以乙二胺四乙酸二钠盐（即 EDTA）最常用。它能与多数金属离子形成稳定络合物。滴定过程中需用金属指示剂指示滴定终点。

【非水滴定】 non – aqueous titration 指在非水介质中进行滴定。在容量分析中，水是常用的滴定介质，但有许多有机物质不溶于水。有时因滴定过程产生的盐的水解，使指示剂没有敏锐的终点。有时因弱酸或弱碱太弱，不能滴定。采用非水滴定可以克服以上困难。非水介质可增加某些物质的溶解度和酸碱的强度。非水介质有酸性、碱性、中性三类，如冰乙酸、吡啶、甲醇等。

【电导滴定】　conductometric titration　利用溶液的电导改变以确定滴定终点的滴定法。溶液的电导（即电阻的倒数）依赖于溶液中离子的数目和离子的迁移速度。在滴定过程中，因中和、氧化还原、沉淀、或络合等反应都可能引起溶液中离子数量的增加或减少，也引起电导的变化，故可得电导－体积曲线，从曲线可确定终点。测量溶液的电导可以用简单的惠斯顿电桥，其主要的部件是电导池。电导池的两级常用1平方厘米的铂片。为了克服电极极化的困难，光亮的电极须经铂化变黑，并改用交流电源。电导滴定适合作低量物质的测定，常用于测定离解常数和溶度积。

【电位滴定】　potentiometric titration　利用溶液电位变化确定当量点的滴定法。在滴定过程中，被滴定的溶液中插入连接电位计的二支电极。一支为参考电极，为饱和甘汞电极（常通过盐桥插入），另一支为指示电极，常用铂丝。在氧化还原、络合、沉淀或酸碱滴定过程中，电位E随加入标准溶液体积V，不断改变。故最后可得E－V滴定曲线，或$\frac{\Delta E}{\Delta V}-V$曲线。从曲线可以确定滴定当量点。在特殊情况下可以不用参考电极而只用二支铂丝电极。当有一小电位加于这二电极时，由于电极极化产生相反的极化电位，使电流不能通过。当滴入的标准溶液是去极化剂时（如用碘滴定硫代硫酸钠），到终点时电极去极化，电流突增，使检流计指针永恒偏转。此种方法称为死停法。电位液定能较准确地确定终点，并消除指示剂误差，不受溶液的颜色和浑浊限制。

【电流滴定】　amperometric titration　又称“安培滴定”。利用扩散电流变化以确定终点的滴定法。所用检流计和电极均与极谐法相同。其指示电极为滴汞电极或铂丝微电极。可用极谐法所用任何参考电极。与极谐法不同之处是滴定过程中所加电压是固定不变的。滴定过程中的电流变化有四种情况：（1）电流渐减至一恒定值，（2）电流从一恒定值逐渐增加，（3）电流渐减后又逐渐增加，（4）电流不断增加。从滴定过程的电流变化可得电流—体积曲线，大多数滴定可以曲线的转折点为滴定终点。电流滴定的原理和所用仪器与极谱法相同，故又称极谱滴定。电流滴定可用于稀溶液（为10^{-4}N）的滴定，溶解度较大的沉淀滴定，生成易水解盐的酸碱滴定等。

【安培滴定】　即“电流滴定”。

【滴定终点】　end point of titration　在容量分析的滴定过程中，随着已知浓度的试剂溶液（标准溶液）的加入，被测物质或元素的离子逐渐减少，及至加入最后一滴溶液，使被测物质或元素的离子全部反应完毕，此点称为滴定终点。通常借助于指示剂的变色或其他物理化学方法来指示这一点的到达。

【等当点】　equivalent point　在容量分析中，标准溶液和被测物质全部反应完毕的一点称为等当点。这是理论值，在实践中，滴定终点通常不一定完全和等当点重合。二者之间的差即所谓“滴定误差”。

【比色分析】 colorimetric analysis 即比较物质颜色进行的测定。可利用待测元素离子本身的颜色或加入某种试剂使形成一定的有色物质，然后与相应的已知浓度的标准系列比较，进行测定。直接用眼睛观察颜色深度，称目视比色。用光电比色计或分光光度计进行测量时，则称光电比色法或分光光度法。

【示差比色】 differential colorimetry 比色分析的一种。它用在相同条件下显色的待测元素已知浓度溶液作为参比溶液，以代替常用的水或试剂空白作参比溶液。测得的读数是两个不同浓度的溶液的差数。故示差比色可作较高含量元素的测定。

【色谱分析】 chromatographic analysis 又称“色层分析”。是分析化学中的一种分离或测定手段。色谱分析形式多种多样，但其过程总包含着流动相与固定相的相互作用。待分离的物质就在两相不断作用之下而达到分离。例如，流动相为气体时，称为气体色谱。流动相为液体时即液体色谱。按待测物质与固定相的不同作用，又可分为离子交换色谱、吸附色谱、分配色谱、沉淀色谱、筛析色谱等。按所用设备形式又可分为柱上色谱、纸色谱和薄层色谱。当固定相为水溶液而流动相为有机溶剂时，常称正相分配色谱。反之，当固定相为有机溶剂而流动相为水溶液时，则称反向分配色谱或反相萃取色潜。色谱分析可以分离一些性质相近的物质或元素，如稀土、锆铪等。

【吸附色谱】 absorption chromatography 又称“液－固相色谱”。流动相是液体，固相是化学性质不太活泼、表面积大的吸附剂（如活性碳、硅胶等）。当多成分的溶液渗过装有细粉多孔吸附剂的柱体时，由于吸附剂对各成分的吸附力不同，产生选择吸附。以适当淋洗液淋洗时，各成分在各层吸附剂与淋洗液之间不断重复吸附与解吸过程，使各成分逐步分离。分段收集溶液，就可以测定各成分的含量。此法可分离有机物和无机物。

【纸色谱】 paper chromatography 一种在滤纸上分离元素和物质的方法。将试样溶液涂于滤纸一端的适当位置，然后将此端的边沿部分侵入一定的溶液（展开剂）中。展开剂即顺滤纸流动。试样中各种元素因性质不同，移动速度亦不同，因而分布在滤纸的不同部位而相互分离。例如，在铌、钽纸色谱分离中，将矿样溶液涂于滤纸的一端离边沿5厘米处，然后将滤纸此端的边沿浸入展开剂（如甲基异丁酮、丁酮、氢氟酸和水的混合液）中。待展开剂上升至离顶端2厘米处，取出风干后，喷上丹宁溶液，即出现钽、铌和杂质三个色带。

【薄层色谱】 thin－layer chromatography 色谱分析的一种。其特点是将担体微粒（如硅胶、淀粉、离子交换树脂等）均匀地涂于平滑玻璃板上，形成100—300微米厚的薄层。然后滴入2—10微升试液，用展开剂展开，使不同元素或物质得到分离。再用显色剂显色和测定。例如用薄层色谱法分离和测定铜、钴、镍是将其硫酸盐溶液置于已处理好的薄板上，以四氢呋喃－盐酸（100∶0.5）溶液展开，于100℃干燥后，先喷以氢氧化铵，再以1%二硫代草酰胺的乙醇－正丁醇（1∶1）溶液显色。铜呈绿色，钴呈黄色，镍呈紫色。根据色斑的面积或颜色深度测定其含量。薄层色谱可用来分离各种阳离子、络合物和有机物。

【分配色谱】 partition chromatography 又称液－液相色谱。用载体（如硅藻土、纤维素等）使水负载于其上作固定相，用与水不混溶的有机相作为流动相。当多成分的溶液通过载体柱时，溶液吸附于上层载体上。以有机溶剂淋洗时，各成分在水相与有机相之间进行分配，多次重复有机溶剂的萃取过程。由于各成分的分配系数不同故各成分得以分离。此为正相分配色谱。也可以将有机溶剂吸附在载体上作固定相，以水溶液为流动相。这样与常用的萃取过程正好相反，称为反向萃取色谱或反向分配色谱。

【离子交换色谱】 ion exchange chromatography 是一种离子交换分离方法。当含有多种离子的溶液通过离子交换柱时，全部离子先吸附在交换柱的上部。当用淋洗液不断淋洗时，各种离子因分配系数不同，以不同速度向下移动，分别在交换柱不同区域形成色带或无色区域。这种色带或区域可以用适当的淋洗液逐一淋洗出交换柱而使各种离子互相分离。离子交换色谱法特别适用于性质相近的元素，如烯土、锆铪等的分离。

【气体色谱】 gas chromatog raphy 又称“气相色谱”。气体色谱有流动相和固定相。流动相是不活泼气体，常用的有氮或氦等。色谱柱可用玻璃管或金属管，其中用硅藻土填充，使成为固定相。硅藻土如经过某种液体处理，使其表面附着一层液体，用此种色谱柱作分析时，称为气－液分配色谱。如用活性炭、硅胶、氧化铝等表面活性物质填充，则称气体吸附色谱。气体试样或挥发性液体试样引入色谱柱后，随流动相通过色谱柱，试样中各种成分即互相分离，并在不同区域富集。当富集区移至热导检出器（或其它检出器）时，即自动画出曲线。可依据曲线的峰高，计算含量。典型的色谱柱内径 5 毫米，长 120 厘米。但内径和长度均可视需要改变。色谱柱可弯成不同形状，以缩小仪器体积。近代气体色谱仪多用无填充毛细管柱代替原来的有填充色谱柱。毛细管的内径约 1/4 毫米，柱长 30—90 米。内壁可用适当物质涂上薄膜，作为固定相。气体色谱对分离和测定易挥发物质很有效，故在石油分析中特别重要。对金属元素的分析，目前还处于探索阶段。

【气体分析器】 gas analyser 测定混合气体中各种成分的仪器。是应用不同化学试剂逐一吸收各种气体，由减小的体积，分别计算各种气体的量。如用氢氧化钾溶液吸收二氧化碳，氯化亚铜溶液吸收一氧化碳，碱性焦性没食子酸吸收氧等。因这类吸收剂选择性较差，种类亦有限，近代气体分析都采用气体色谱法。

【重量分析】 gravimetricanalysis 指以称量物质重量来完成测定的方法。在称量之前，常将待测元素或物质经过化学处理转变成一定的形式分离出来，从称得重量计算物质或元素的含量。在特殊情况下，有时也将待测成分从样品中挥发除去，然后称量残留物质的重量。从失去的重量计算待测物质的含量。

【电解分析】 electro－analysis 重量分析方法的一种。在含有待测离子的溶液中插入两支电极。当有直流电通过时，电极和溶液中的离子发生电子交换变化，产生电化学反应，被测离子沉积在已知重量的电极上。根据电极增加的重量，计算被测物质的含量。通常用被测金属的硫酸盐或硝酸盐作电解液，用铂作电极。电解分析法有恒电流法、控制电位法、内电解法和汞阴极电解法等。

【电量分析】 coulometric analysis 又称“库伦分析”。测量在电解过程中消耗的电量（库论数）以计算被测物质含量的方法。库伦为1秒钟内1安培电流通过溶液的电量。按法拉第定律，96493库伦可以电解1克当量的物质。此法灵敏度很高，适用于微量分析。库伦法与容量法结合，则称为库伦滴定。如用溴滴定亚砷酸盐，可将电流通过含有溴化钠的酸性亚砷酸盐溶液，溴从阳极析出立即使亚砷酸氧化。又如将电流通过酸性高铁盐与重铬酸钾混合溶液，则高铁盐在铂阴极还原为亚铁盐，立即被重铬酸钾氧化。从所消耗库伦数可分别确定亚砷酸或重铬酸钾的量。库伦滴定的终点可用电位法或其他方法确定。库伦滴定免除了标准溶液的制备、标定、储存等问题，所以是较准确的方法。对低含量物质的测定更为有利。

【火焰光度法】 flame photometric method 某些元素被火焰激发后，发射一定波长的光，依所发射光的强度测定其含量的方法称火焰光度法。常用于测定碱金属、碱土金属等元素。

【火焰光度计】 flame photometer 用于火焰光度法的分析仪器。分析时将样品溶液，经喷雾器喷成雾状，与燃料及助燃气体一起进入燃烧器，在火焰中激发。产生的辐射光经光学系统（透镜和滤光片），投射于光电池（或光电管、光电倍增管）上，由检流计等测量光电流。在一定条件下光电流的大小与被测元素的含量成正比。火焰光度计的设备简单，操作容易，是目前普遍用于测定钠和钾的仪器。

【分光光度计】 spectrophotometer 一种利用棱镜或衍射光栅将光分成各种波长单色光束的光度计。仪器由辐射源、单色器、比色槽、检测系统组成。当某一波长单色光束通过某一溶液时，测定该溶液对此光束的吸收或透过强度。吸收强度与溶液组成的浓度有关。根据仪器的波长范围，分光光度计有紫外、可见及红外分光光度计等几种。

【催化测定】 catalytic determination 利用待测元素对一定的化学反应的催化或抑制进行的测定。催化反应速度与催化剂的量之间常有一定的比例关系，故根据测得的反应速度可以计算出待测元素的量。催化反应速度可由在一定时间内反应物或生成物的浓度变化求得，或由反应物或生成物的浓度变化达到一定值时所需要的时间求得。例如，在硫酸介质中，硫酸高铈与亚砷酸的反应速度很慢，而锇、钌、铱、碘都能催化此反应。故此四元素都可用此反应进行测定。其反应速度可由在一定时间内硫酸高铈浓度的

变化测得，亦可由硫酸高铈浓度减少到一定值所需的时间求得。如所用测定方法是比色法，则称为催化比色。

【催化比色】 catalytic colorimetry 见“催化测定”。

【比浊法】 turbidimetrc method 根据悬浮液对入射光的吸收和散射程度，以测定物质组分含量的方法。悬浮液由固体分散在液体中所成。如测定微量氯离子，可在水溶液中加入硝酸银，使生成不溶解的氯化银。如事先加入阿拉伯胶可保持氯化银呈分散状态，成为悬浮液。如从与入射光垂直方向测量悬浮液散射光的强度，则称比雾法。

【比雾法】 见“比浊法”。

【火法试金】 fire assay 一种富集或分离矿石样品中贵金属的经典方法。其过程是将样品与氧化铅、碳酸钠、面粉等混合，在坩埚中加热熔融。在熔化过程中，氧化铅还原为金属铅而处于熔化（液体）状态，贵金属亦还原为金属状态而溶于铅中。样品中其他成分成为矿渣。因铅的比重大，逐渐聚集下沉至坩埚底，乘热倒入有锥形孔的铁模中冷却，剔除矿渣，取出含有贵金属的铅扣。贵金属与铅的分离是用灰吹来完成，即将铅扣放于多孔质的灰皿中，在850℃左右加热。铅逐渐氧化而被灰皿吸收。最后只剩贵金属合金粒。近代试金方法的发展，偏向于铂族元素的富集与分离。由于铅扣在灰吹时，铱、钌、锇三个元素损失比较大，因而出现了铜镍铁扣、铜扣、锡扣及锍扣（即硫化镍扣）等类型。因这类金属扣和锍扣不能灰吹，以后的分离均用化学法。

【锍试金】 fire assay through sulfde button 火法试金方法之一。用于从矿石中分离微量铂族元素。方法是将样品同硫化铁、硫黄、氧化镍和助熔剂一起熔融，形成以硫化铁-硫化镍为主体的锍扣，铂族元素便被捕集于锍扣中。锍扣经水浸泡松散为小颗粒，再用盐酸溶解并加三氯化铁处理，除去贱金属硫化物，获得铂族元素的硫化物和少量其它不溶物。所得铂族元素硫化物残渣，可用氧化锑、还原剂和助熔剂一起熔融得到锑扣，铂族元素即溶于锑扣中。锑扣经灰吹除去大量锑之后，铂族元素则留于毫克量的合粒中。

【极谱分析】 polarographic analysis 是一种特殊条件下的电解分析。将溶液在滴汞电极与另一参比电极之间进行电解。电解过程中，在不扰动的情况下，均匀连续地增加电压，结果得到电流—电压曲线，称为极化曲线，极谱是极化曲线的简称。电流—电压曲线表示被测物质的扩散电流大小，又称极谱波。通过极谱波的测量，求得试液中相应离子的浓度。进行极谱分析的仪器叫极谱仪。

极谱分析有较高的灵敏度，一般可测 10^{-5}—10^{-2} 克分子/升的物质。利用催化极谱波可提高灵敏度，能测 10^{-8} 甚至 10^{-10} 克分子/升的物质。极谱法广泛地用于岩矿分析中。

【极谱仪】 polarograph **见"极谱分析"。**

【示波极谱】 oscilloscopicpolarography **一种用阴极射线示波器记录电流—电压曲线的极谱分析。示波极谱中，所加电压为间歇的锯齿波电压，极化速度很快，达每秒**0. 25**伏。因汞滴后期面积变化很小，锯齿电压在汞滴最后两秒加入，这样大大地减小了充电电流。在间歇期间还原上去的物质有足够时间再氧化溶解，保证了每次加压前，溶液中还原物质的浓度不变。所得极谱与普通极谱相同，由于电压改变很快，瞬间电流很大，波形出现一个电流峰。电流峰起峰的位置决定于物质的性质，以此定性；峰电流的大小决定于物质的含量，以此定量。**

【方波极谱】 square – wave polarography **根据所加为方波电压而定名的极谱。方波极谱是在普通极谱仪的线路上串联一个频率为每秒数十或数百周、振幅为数毫伏或数十毫伏的方波电压。然后在每个方波电压改变前一瞬间记录电压—电流曲—线。这样，有效地消除了一般极谱的充电电流对还原（氧化）电流测量的干扰，灵敏度高，有的元素可测至**4×10^{-8}**克分子/升，在大量前方放电物质同时存在（含量比甚至为**50000**比**1**）时，痕量物质仍能测定。方波极谱的电流一电压曲线有电流峰，峰电位相当于半波电位。**

【异数极谱】 derivative polarography **通过微分线路记录电流对电压的导数与电压关系即**$\frac{di}{dE}$—E**曲线的极谱。线路中检流计通过一个大电容接在电阻的两端，使检流计只记录变换的电流。当物质在电极上还原时，电流通过电容，由检流计记录，而很小的残余电流及恒定的扩散电流都不通过检流计，电流几乎等于零。在极谱波上呈现一个高峰，峰的高度用作定量测定；峰电位等于被测物质的半波电位，用作定性测定。这种线路对灵敏度的提高无效，优点是能使半波电位很近（相差**90**毫伏）的两个波分开，提高了分辨能力。**

【脉冲极谱】 impulse polarography **一种加脉冲电压的极谱，它是在每一汞滴增长到一定时间（**1**或**2**秒）后，在极谱恒定直流电压上迭加一个**2—100**毫伏的脉冲电压（或阶梯形脉冲电压）。脉冲持续时间为**4—80**毫秒，在脉冲后期测量电解电流，使干扰的电容电流和毛细管噪声充分衰减，从而大大提高测定的灵敏度，可测定**10^{-9}M**。按所加脉冲电压的方式不同又可分为常规脉冲极谱（又称积分脉冲极谱，得出类似直流极谱曲线的图形）和导数脉冲极谱（又称微分脉冲极谱，得出的峰形为导数曲线）。**

【催化极谱】 catalytic polarography **应用极谱催化波测定某些离子的方法，催化波是动力波的一种，它的产生除由于离子在电极上还原（或氧化）产生电流外，还有由于在电极周围的化学反应产生的动力电流。有时则因在电极上析出金属降低、了氢的超电压，而产生氢催化波。因催化而产生的电流比扩散电流大得多，因而有很高的灵敏度。催化极谱一般可测溶液中**10^{-7}—10^{-6}M**的离子，个别元素可测至**10^{-10}—11^{-9}M**。**

【阳极溶出法】 anodic stripping method 又称“反向极谱”。此法是在一定条件下，先将溶液电解一定时间，使待测的金属离子沉积于电极上。然后反向施加电压，到达氧化电压后，富集在电极上的金属重新溶出。根据电解溶出曲线进行测定。因经预先电解富集，这种方法的灵敏度很高，一般可测 10^{-9}—10^{-8}M。常用的电极是悬汞电极，新发展的有汞膜（镀汞）电极和玻璃石墨电极等。

【滴汞电极】 dropping mercury electrode 极谱分析所用的一种电极，又称“极化电极”或“指示电极”。它的上部为贮汞瓶，用塑料管（或不含硫橡皮管）与玻璃毛细管连接，后者内径约 0.05—0.1 毫米，汞自毛细管中一滴滴有规则地滴落。它的电位随外加电压而变，被测离子在这电极上氧化或还原而产生电流。这种电极的特点是：(1) 表面积小，电解时电流密度大，很快可达浓差极化；(2) 电极表面不断更新，所得极谱波重现性好；(3) 具有较大的氢超电压，可测还原电位较高的离子；(4) 汞可用蒸馏或电解法提纯。由于汞蒸气具有毒性，使用中应注意良好的通风。

【离子选择电极】 ion selective electrode 是一种对离子选择性强的电极。玻璃电极是最早的一种离子选择电极，它对氢离子浓度敏感。将此电极插在被测溶液中，其电极电位与溶液中氢离子活度有关，从而计算出氢离子浓度。近代的离子选择电极已有三十余种，如对钠离子敏感的钠离子选择电极，对氟离子敏感的氟离子选择电极等。它们与适当的参比电极和电位测量仪器配用，能够快速简便地测量电极电位，求得被测离子的浓度。离子选择电极可广泛地应用于水质分析、环境保护等方面，但在矿石、岩石分析中由于伴生组分浓度大，须预先分离干扰元素。

【酸度计】 又称“pH 计”它是利用电位法测量溶液酸度的仪器。测量时，用玻璃电极为指示电极，甘汞电极为参比电极。由于玻璃电极的电位取决于氢离子浓度的变化，因此，根据它与甘汞电极之间所产生的电位差，即能侧得溶液中的氢离子浓度。通常用氢离子的克分子浓度的负对数即 pH 值来表示氢离子浓度的大小。pH 值越小，氢离子浓度越大。由于玻璃电极的内阻很高，因此，pH 计必须是高输入阻抗的电子测量仪器。

【光谱分析】 spectral analysis 利用物质中不同原子的能级跃迁所产生的不同的光谱，以研究物质化学组成的分析。当物质受到外来热能、辐射能或电能激发时，各种原子的外层电子的能量发生变化，从低级向高级跃迁，而被激发的电子回复到低能级时，将失去一部分或全部能量，并发射出各种波长的光。这些光经过光谱仪记录在相板上成为光谱。光谱分析利用火焰、电弧、火花或激光等方法激发试样。光谱分析操作简单，分析速度快，且灵敏度较高，多数元素可测定至 0.001—0.0001%。

【光谱仪】 spectrograph 进行光谱分析的仪器。由光源系统、色散系统和接受系统组成。先将分析试样以气体状态蒸发出来并激发产生光的辐射；经过摄谱仪把所辐射的光色散成光谱，通过感光板记录下来。再用映谱仪、比长仪及测微光度计等，将所得的光谱与标准谱线比较或测量谱线黑度。常用的光谱仪有棱镜光谱仪和光栅光谱仪两种。由于制造棱镜的材料不同，又分玻璃光谱仪和水晶光谱仪。玻璃光谱仪只适用于可见光域。根据光谱仪的分辨能力又可将棱镜光谱仪或光栅光谱仪分为小型、中型及大型光谱仪。小型光谱仪只能用于分析一些谱线不很复杂的样品，对于较复杂或复杂的样品往往需要中型和大型光谱仪。为了测定自动化，现在又有直读式光谱仪，可直接读出分析结果。

【光谱半定量分析】 spectral semiquantitative analysis 根据元素的特征谱线确定被测元素的存在，然后根据谱线的强度估计其含量的光谱分析。一次摄谱能分析数十种元素（包括绝大部分金属和部分非金属），可对试样的组成作较全面的了解。在普查、勘探、选矿、综合利用工作中有很重要的意义。

【电弧发生器】 arc generator 光谱分析用来产生电弧的装置。是一种常用的光源。主要由低压电弧线路及高压高频引火线路组成。这样，电极间电压很低而电流很高，放电时产生高温，并发出强光。放在电极孔穴中或撒于电极隙间的样品借电弧的高温（6000—8000° K）激发。常用的有直流电弧发生器、交流电弧发生器、断续交流电弧发生器等。

【光谱谱线图】 atlas of spectrolines 光谱分析中用来确定待测元素的谱线波长，以进行定性分析的一套标准铁谱图。它是将摄好的铁的光谱谱片经过放大复制成的。图中谱线的下面标出波长的数值范围。上方标出了各元素的分析线（每个元素都有很多谱线，通常用作分析的一些谱线称作分析线）的位置。分析时将所摄试样光谱和铁谱，根据谱线图中待测元素分析线的位置，确定试样中这些元素的存在与否。由于仪器性能和色散率大小不同，谱线图也不同。因此，不同的光谱仪都应有相应的光谱谱线图。

【光谱放大仪】 spectroprojector 又称“映谱仪”。是光谱定性或半定量工作中用来放大光谱相板上的谱线，以进行释谱的光学仪器。将光源的光经过聚光后，照在相板的某一部分谱线上，通过放大物镜（一般放大 10—20 倍），将这部分谱线的放大像投影在白屏上。按设计的不同，放大仪有投射式、反射式和双片式等类型。

【测微光度计】 microphotometer 又称黑度仪。光谱定量分析中用来测量谱线黑度的精密光学仪器。由光源、透镜和接收器等组成。将光源聚光后，透过被测量的谱线，透射光照射在光电池上产生光电流，光电流强度由检流计读出。黑度越大，透射光愈弱，光电流亦愈小。据此，可测定元素的含量。

【激光显微光谱分析】 laser microspectrography 用激光作为光源的微区光谱分析技术。仪器主要出激光器、显微镜和摄谱仪三部分组成。分析时，用显微镜对准所要分析的部位（如矿物小颗粒），再用激光和辅助电极对样品进行蒸发和激发。所发射的光

谱，用摄谱仪摄谱。由于激光显微分析需要的试样少（可少至1微克），破坏样品的面积也很小，绝对灵敏度又很高（10^{-12}—10^{-10}克），因此特别适用于分析细小的矿物颗粒，对岩矿鉴定有很大的意义。

【原子吸收分光光度法】 atomic absorption spectrophotometry　根据基态原子对辐射能的吸收，以测定元素含量的一种分析方法。通常将样品溶液经喷雾器雾化后进入火焰成为原子化蒸汽。当辐射源发出的锐线通过火焰时，一部分被火焰中待测元素的基态原子吸收，其余部分经单色仪进入检测器。根据对辐射光的吸收值求得元素的含量。此法对很多元素的测定灵敏度较高，干扰元素较少，具有准确、快速，操作易掌握等特点。

【原子吸收分光光度计】 atomic absorption specrophotometer　用于原子吸收分光光度法测定的仪器，亦称原子吸收光谱仪。仪器主要部件包括辐射源、原子化器，波长选择器（单色仪）及检测器。原子吸收分光光度计现有单光束、双光束，单道、双道、多道，火焰、无火焰（如石墨炉），数字直读等各种类型。

【空心阴极灯】 hollow cathode lamp　是原子吸收分光光度计的一种较理想的辐射光源。能发射出锐线光谱。它由待测元素（或含待测元素材料）的圆筒形空心阴极和一个阳极，装在充有低压惰性气体的玻璃壳内制成。以一定的电压激励电极，并在一定的电流下使阴极辉光放电。由于惰性气体的轰击，阴极表面溅射出自由原子，这些原子与惰性气体产生碰撞，结果激发金属元素发射出谐振谱线。空心阴极灯的发射谱线强度大，稳定性高，谱线窄，故适用于原子吸收仪器。现在已生产多元素的阴极灯，用来测定两种或多种元素。为了提高发射强度，另有一种高强度空气阴极灯。它是在空心阴极灯内增加一对辅助电极，通过辅助电极间的二次放电，使灯的特征发射强度增大。

【活化分析】 activation analysis　又称“放射化分析”。用中子、光子或荷电粒子（如质子）照射试样，使被测元素转变为放射性同位素而进行分析的方法。根据照射后所产生的放射性同位素的半衰期和射线的能量进行定性分析，根据射线的强度进行定量分析。活化分析分中子活化、光子活化和荷电粒子活化。光子活化和荷电粒子活化分析目前主要用于碳、氢、氧、氮等元素的测定；中子活化分析发展最快，应用最广，可分析所有元素。中子活化分析根据中子源不同分为三类：①慢中子活化分析：由原子反应堆供给中子源，照射样品进行分析。这是目前所有分析手段中灵敏度最高的分析方法，但设备昂贵。②快中子活化分析：由中子发生器或中子管供给快中子源（目前主要是14兆电子伏特的中子），特点是分析速度快、设备简便，中子管活化系统可用于野外探矿。③放射性同位素中子源，如镭—铍、钔—铍等20多种放射性同位素可作这种源。最有希望的是锎—252中子源，10毫克锎每秒可放射出3×10^{10}个中子，可作小型轻便的活化分析仪，用于野外和海底探矿。

【能谱仪】 energy spectrometer 测量各种射线（如 α、β、γ、中子、质子、氘子、核裂片等快速粒子）的能谱（即能量分布情况）的仪器。按照测量对象不同，可分为 α（能）谱仪、β（能）谱仪、γ（能）谱仪和中子（能）谱仪等。衡量能谱仪性能的主要指标是能量分辨率和探测射线的效率。以 γ 能谱仪为例，现在通常使用的有两种：一是 γ 闪烁谱仪，它的探头多用 NaI 晶体：另一种比较新的是半导体 γ 谱仪，探头多用锗（锂）半导体。其主要原理，都都是通过探头将不同能量的 γ 射线转换成与能量成正比的电脉冲讯号，然后将这些电脉冲讯号加以线性放大，再输入到脉冲分布器（单道或多道）中进行脉冲高度的分析，从而得到 γ 射线的能谱。γ 闪烁谱仪的优点是探测效率较高，使用方便；其缺点是能量分辨率低。半导体锗（锂）γ 谱仪的最大优点是能量分辨率高；缺点是，因它需要在低温下使用和保存，使用和维护起来不太方便。能谱仪是实验核物理研究的基本工具，在地质勘探和其他领域内都有广泛应用。例如，可以用来勘探放射性矿产，在用活化分析法进行探矿和矿样分析中也要使用能谱仪。

【同位素稀释法】 isotope dilution method 利用放射性同位素作指示剂，根据其比放射强度（或比丰度）在分析过程中的改变而进行计算的方法。当某一物质缺乏定量分离方法或不易分离时，可用同位素稀释法进行测定。但只在有可能分离出一定量纯物质时适用。在此条件下，可在分离之前加入一定量放射性同位素，然后用分离所得的纯物质测定放射性强度。由测得的放射性强度与纯物质重量的比，计算全部放射性强度（加入的已知量）与全部物质的比。例如用氯化钡沉淀硫酸根，可先以硫酸根形式加入一定量放射性硫同位素，如硫 35。此时只须分离出一部分硫酸钡沉淀即可测定硫酸根总量。这是因为在溶液中放射性同位素是均匀分布的；放射性硫与非放射性硫的原子数的比，不论是部分或全部都是一样的。如部分沉淀中放射性强度只有加入量的 20%，则硫酸根的总量应为所取部分沉淀的 5 倍。

【同位素多次稀释法】 此法是向同一样品的两份或多份溶液中，加不同量被测物质的放射性同位素，然后用化学法使析出同样量的被测物质。只要测量两次放射性强度就可根据一定的数学关系式算出被测物质的含量。如测定微量锑时，可向两份或多份含锑试液中加不同量的放射性锑，调至 1∶9 盐酸酸度，加一定量的甲基紫络合少量的锑，再用甲苯萃取，测量放射性强度，就可算出含量。此法只须测量放射性强度，这就克服了同位素稀释法中既要测量放射性强度又要有分离和测定纯物质的化学方法的缺点。

【荧光分析】 fluorescence analysis 根据某些物质在紫外线照射下发射荧光的强度以测定待测物质含量的方法。测量荧光强度的仪器叫荧光计。有机的荧光物质较多，许多无机物质与有机试剂形成络合物后（如铝与 8－羟基喹啉的络合物、罗丹明 B 的氯镓酸盐等），亦能发射荧光，可用荧光分析法测定。荧光分析的灵敏度较比色法高。

【原子荧光分析】 atomic fluorescence analysis 根据试样在火焰或其他非火焰原子化装置中产生的原子蒸气被光源照射后产生的荧光强度，以测定待测元素含量的一种较新的痕量分析方法。原子荧光分析仪器主要由光源（如高强度灯或无极放电灯等）、试样原子化器及检测器组成。原子荧光谱线比按简单，而且检测器与光源互在垂直位置，可省去单色器，又可同时测定几个元素，对某些元素灵敏度尤高。

【X 射线谱分析】 X－ray spectral analysis 根据物质中各元素所辐射的 X 射线谱的波长和强度，以测定元素成分的分析方法。将被测物质放在 X 射线管的阳极上，用高速电子流轰击物质，使发生 X 射线谱，经 X 射线谱仪分光，用照像记录或其他探测器测量其波长和强度。这种方法称为一次发射 X 射线谱分析。当用 X 射线照射物质使产生 X 射线谱，再测量其谱线的波长和强度的方法，称为荧光（或二次） X 射线谱分析。由于后者操作简便，精密度高，近年已在冶金、地质、石油等部门广泛应用。

【放射性同位素 X 射线荧光分析仪】 radioisotope X－ray fluorescence analyzer 是一种利用放射性同位素作放射源，激发矿石中某些金属元素放出 X 射线的仪器。其分光系统用平衡吸收滤波器代替。这种仪器体积小、重量轻、便于携带，又称袖珍式 X 射线荧光分析仪。适合野外现场分析用。

【电子探针 X 射线显微分析仪】 运用电子所形成的探测针（细电子束）作为 X 射线的激发源，以进行显微 X 射线光谱分析设备。基本原理是电子束经过电子光学系统如静电或电磁透镜聚焦到样品中约一平方微米的区域，样品经电子束的轰击，辐射出 X 射线，通过 X 射线谱仪，对待测元素 X 射线谱的波长和强度进行测量，逐点地定性和定量分析。通过电扫描同步系统和电子显示，可使样品中各种组成的分布情况，以放大的图像直接显示于荧光屏上。因此，电子探针 X 射线显微分析仪是当前矿物研究工作中既能微观观察，又能同时分析微区成分的精密仪器。它能分析直径为一微米的物质，检出限可达 10^{-14} 至 10^{-15} 克。样品分析后，不被破坏，属非破坏分析。

【离子探针微量分析仪】 ionprobe microanalyzer 将质谱仪与离子显微镜的性能加以组合的仪器。它可提供试样表面 1 微米内的组份分布图像。待测试样以 10 千伏电压所加速的离子束进行轰击，从试样表面溅射出粒子。这些二次离子被加速，并由静电透镜聚焦成束，然后成像，调整质谱仪可以依次得到从试样表面发射出的不同离子的分布图像。离子探针微量分析仪是一种新型的微观仪器，它的优点在于可进行同位素及原子序数很低的各种元素的分析；对一般元素的检出限为 10^{-7} 克，应用于微量分析。

【标准溶液】 standard solution 已知准确浓度的试剂或元素的溶液。为容量分析、比色分析及其他分析方法的计算标准。

【试剂】 reagent 分析化学中使用的比较纯净的化合物、元素等物质通称试剂。根据试剂的纯度和分析化学试验的要求，试剂划分为各种等级，如化学纯、分析纯、优质纯、光谱纯等。

【指示剂】 indicator 能改变颜色以指示滴定终点的物质。绝大多数为有机化合物，只有少数无机化合物尚在使用。常用的指示剂有三类：（1）酸－碱指示剂，（2）氧化－还原指示剂，（3）金属指示剂。为了使颜色改变更加明显，有时两种指示剂混合使用，或一种指示剂和一种衬托颜色的染料混合使用，此时称为混合指示剂。

【酸碱指示剂】 acid－base indicator 是一类弱有机酸或有机碱，在水或其他溶剂中它能离解，并同溶液中的氢离子保持一定的离解平衡。由于离解和不离解状态呈现不同颜色，因此溶液的酸度便影响这类指示剂的颜色，可用以判断溶液的酸度或碱度，亦可用作酸碱滴定的指示剂。

【氧化还原指示剂】 oxidotionreduction indicator 指示氧化还原滴定终点的物质。多数为有机化合物。这类有机物的氧化态和还原态呈不同颜色，故可指示氧化还原滴定的终点。

【金属指示剂】 metal indicator 又称“络合指示剂”。一般为有颜色的有机化合物。它与被测的金属离子络合形成不太稳定的络合物，因而显示不同于指示剂本身的颜色。由于氨羧络合剂与金属离子的络合能力大于指示剂与金属离子的络合能力，在络合滴定过程中，氨羧络合剂先与游离的被测金属离子络合，直到滴定至等当点附近时，氨羧络合剂即从不稳定的指示络合物中夺取金属离子，从而释出游离的指示剂，使之显出指示剂本身的颜色，从而指示滴定终点。

【示踪原子】 tracer atom 又称标记原子。用于显示或追踪物质运行和变化过程的放射性同位素。一种元素在加入其放射性同位素后，即可藉放射性跟踪该元素。元素的放射性同位素与其非放射性同位素，化学性质完全相同，因而在参加化学反应或其他作用时，两种同位素总是一致行动。所以在加入放射性同位素后，可以用定标器测定射线强度而确定此元素的位置和含量。在实验室中放射性同位素常用以检查分析方法和分析过程。如检查磷的测定方法，便首先在试样中加入很少量磷的放射性同位素，如磷32。然后用定标器检查每一分析步骤，如沉淀不完全或洗涤过头等都很易检查出来。如将磷32加到磷肥中，则可检查植物对磷的吸收情况。放射性同位素作为示踪原子，用量很少，其重量可以忽略。

【离子交换树脂】 ino exchange 是一种高分子有机化合物。它含有离子化或可离子化的基团。分酸类与碱类两种。酸类树脂的功能团为磺酸、羧基、酚等，此类基团能与阳离子起交换作用，故酸类树脂是阳离子交换树脂。碱类树脂的功能团为氨基或胺，能吸附阴离子，故碱类树脂是阴离子交换树脂。离子交换树脂在分析上的应用，有两个类型：一是阴离子与阳离子的分离，此为非色谱式交换；二是阳离子（或阴离子）的

相互分离，如稀土元素的互相分离，此为色谱式交换。树脂一般不溶于酸或碱及大多数溶剂。使用后经过再生处理，可以反复使用。

【标准矿样】 standard sample 矿样经过多数实验室用不同方法分析，得到比较一致的结果。这样的结果可认为是正确的，作为标准结果。有标准结果的矿样称为标准矿样。一些实验室常自制此类矿样，在较小范围内确定分析结果并称为管理样。实验室常用标准矿样检查分析方法，操作过程和分析结果的可靠性。

【标准筛】 standard screen 用标准密度筛网制成的筛。筛的标准化主要是控制筛眼的大小，网丝的直径亦必须相应地受控制。筛号标准化的目的是使粒度可以对比。英美制均以垂直筛丝每英寸分为若干段（即每平方英寸的眼数）称为筛号。如 100 号筛为 100 眼。但由于筛丝直径不同，所以各国所用的标准筛其孔眼大小并不一致。如美制 100 号筛筛眼边长 0. 149 毫米，英制 100 号筛筛眼的边为 0. 152 毫米。德、日制相当于 100 号筛的筛号为 40 锭，其筛眼数为每平方厘米 1600 眼，筛眼边长为 0. 15 毫米。我国目前沿用英、美制筛号。

【热电偶】 thermoelectric couple 为两种特定金属导线组成的导线对。在两种不同金属导线连接成的闭合环路中，当两个连接点的温度不同时，就产生电位差，因而也产生电流。温差越大，电位差亦越大。这个电位差是制造热电偶高温计的基础。铜与铜镍合金，镍与镍铬合金，铂与铂铑合金（含铑 10%）是三种常用的热电偶材料。铂与铂铑合金热电偶适用于从低温到 1600℃ 的范围，是最好的热电偶材料。

【熔融】 fusion 一种分解矿样的方法。用以分解不易用酸分解的矿样。常将矿样与数倍量的熔剂混合，在坩埚中加热，使之熔化。矿样与熔剂在高温互相作用后，变为易熔解的物质。常用的熔剂有碳酸钠、过氧化钠、焦硫酸钾等。

【蒸馏】 distillation 利用液体混合物中各组分挥发度的不同以分离组分的方法。最简单的形式是在蒸馏瓶中加热液体使之挥发，然后经过冷却又凝成液体，收集于另一容器中。在实验室中，蒸馏用于两个目的，即某些试剂使用前的纯制和某些元素测定前的分离。制蒸馏水、纯制水银及某些有机溶剂等属于前一类；分别从矿样中分离锇、钌、锗、铼、汞、锡、硼、砷、硒、碲、氟等元素，然后进行测定，属于后一类。蒸馏分离依赖于挥发性化合物的形成，此类化合物随溶剂的蒸气逸出，又随蒸气冷却凝成溶液，或吸收于其他吸收液中而达到与母液分离。

【萃取】 extraction 又称溶剂萃取，是一种分离物质组分的方法。最常用的是液 – 液萃取，即一种互不混溶的有机溶剂与水之间的萃取。通常在分液漏斗中进行，经过震荡达到平衡后，某种元素在两相之间的浓度比值为一常数，即分配系数。萃取分离要求有很大的分配系数，否则需要的萃取次数太多，使方法不实用。对无机物质的萃取往往需加入某种试剂，使成螯合物或其它中性分子，然后才能用有机溶剂萃取。如用 8 羟

基喹啉使铝成为螯合物，可用三氯甲烷萃取。

【电渗析】 electrodialysis 指在电场作用下的渗析。它用阳离子树脂半透膜隔开阴极，用阴离子树脂半透膜隔开阳极，这样容器就分成三部分。中间为电渗中室，两侧为极室。在两极室插入相应的电极，通入直流电，电解质在电场的作用下，阴离子穿过半透膜向阳极迁移。阳离子穿过半透膜向阴极迁移。由于离子的不断迁移，中室电解质离子的浓度可降低到一定的限度，这是电渗析纯化水的基础。为了缩短离子迁移的距离，在实际应用时，常用很多层阴阳半透膜相间重叠，半透膜间的水阳层亦净浊相间，可以分别放出。

【发热量】 heating value 又称卡值或热值。物质在完全燃烧时所发出的热量，以卡/克计。通常只对煤及油料作发热量测定。测定发热量的仪器名热量计，主件是氧弹，用耐压钢制成。例如煤的发热量测定：将煤样放在氧弹中，然后往弹内充氧至25—30大气压。将氧弹放入的水中，然后通电点火燃烧。由水温的升高计算煤的发热量。发热量是煤质量的指标之一。

【灵敏度】 sensitivity 指某一方法能测定的物质的最低量。表示的方式很不统一，如比色法用微克/厘米^2，原子吸收用微克/毫升/1%，极谱用10^{-5}M等。此外还有用微克/毫升，p. p. m，10^{-9}克等各种形式。

【鉴定限度】 limit of identification 是指点滴反应能够检出的物质的最低量，而不论所取试液体积的大小。但一种物质能否检出显然与该物质溶液的浓度有关，即有一定的稀释限度。在点滴反应中，待检出的物质常用10^{-6}克（即微克）表示，所取试液以毫升表示。为了统一所用单位，将所用试液体积乘以10^6，即得

$$浓度极限=\frac{鉴定限度}{试液体积}\times 10^6=\frac{1}{稀释限度}$$

例如，某一试验所取试液为0. 05毫升，其稀释限度为1∶500000，则

$$鉴定限度=\frac{0.05\times 10^6}{500000}=0.1\ 微克。$$

【误差】 error 测定结果与实际含量之差。误差小，表示准确度高。在矿石分析中，某一元素的实际含量是未知数，所以严格地说，不可能求得误差。通常实验室所用的“允许误差范围”是指两次测定结果之差，两人测定结果之差，或两个实验室测定结果之差。两个结果之差数的绝对值称绝对误差。差数除以含量并以百分数表示，称为相对误差。如两次测定铁矿样中铁的结果分别为43. 55和43. 11，其绝对误差为0. 44，相对误差为0. 44/43. 55≌1%。

【标准偏差】　误差的一种表示方式。其计算公式为

$$\text{标准偏差} = \pm\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N-1}},$$

式中 $\bar{X}$ 为 N 次测定的算术平均值，x 为 N 次测定中每一次的测定值，$\sum$ 表示总和。标准偏差常用于判断一个方法的重复性或精密度，即标准偏差愈小，精密度愈高。有了标准偏差，便可推断用某一方法作多次测定时的误差情况。

【仲裁分析】　umpire analysis　当基本分析和外部检查的结果超出允许误差范围，而两个实验室又不能找出原因时，则须由另一实验室进行检查，决定谁是谁非。这种检查分析称为仲裁分析。具体执行办法，由领导机关明文规定。

【内部检查】　internal control　简称内检。送样单位为检查实验室的分析质量，将一部分样品分成二份，编成不同号码送至同一实验室。送样单位根据双份分析结果，判断分析质量。故内部检查为在同一实验室的检查。具体执行办法，由领导机关明文规定。

【外部检查】　external control　简称外检。地质队将分析样品编号送实验室作基本分析。为检查分析质量，取一定数量与基本分析相同的样品送至另一实验室作检查分析，称为外部检查。故外部检查是不同实验室间的检查。具体执行办法，由领导机关明文规定。

【H_2O^-】　absorbed water　吸附水。通常存在于矿物或矿石的表面或孔隙中，形成很薄的膜。吸附水的测定一般采用加温到 105—110℃ 烘干失重的方法。

【H_2O^+】　chemically combined water　化合水。包括结构水和结晶水。结构水是以化合状态的氢或氢氧基存在于晶格中，结合非常牢固。结晶水以 H_2O 分子的形式存在于矿石的晶格中，与矿石结合的稳定性较差。化合水的测定一般用特制仪器在高温灼烧的方法。

汉语拼音词目索引

说　明

1. 词目索引按汉语拼音排列。
2. 根据词目首字的拼音可在音序表中查到词目在索引中的页码。
3. 根据索引中的页码即可查到词目的释文。

一、词目首字
汉语拼音音序表

D

E

F

G

H

j

K

L

M

N

W

X

Y

Z

其它

二、词目汉语拼音索引

C

H

L

M

W

本分册编写单位

结晶学	南京大学地质学系
矿物学	南京大学地质学系
宝石和玉石	昆明地质学校
火成岩石学	南京大学地质学系
沉积岩石学	南京大学地质学系
	成都地质学院地勘系
变质岩石学	长春地质学院地勘系
	南京大学地质学系
地球化学	成都地质学院地勘系
	北京大学地质系
	南京大学地质学系
同位素地质学	成都地质学院地勘系
	中国科学院地质研究所
岩矿鉴定	长春地质学院地勘系
	陕西省地质局区域地质测量队
化学分析	中国地质科学院化验室

地 质 大 辞 典

DIZHI DA CIDIAN

（三）

古生物、地史分册

地 质 出 版 社

《地质大辞典》分册目录

第一分册　普通地质、构造地质分册（上册）

　　　　　普通地质、构造地质分册（下册）

第二分册　矿物、岩石分册

第三分册　古生物、地史分册

第四分册　矿床地质、应用地质分册

第五分册　地质普查勘探技术方法分册（上册）

　　　　　地质普查勘探技术方法分册（下册）

地　质　大　辞　典

（三）

古生物、地史分册

＊

地质部地质辞典办公室编辑

地质出版社　出版

＊

开本：787×1092　16K　印张：28　字数：613千字

2005年6月北京第一版·2005年6月北京第一次印刷

ISBN 7－116－05867－2/H·65

定价：1280.00元（全五册）

出版说明

地质科学是一门基础理论科学，也是一门应用科学。人们要研究地球的形成和发展，探索地壳运动的规律，开发矿产资源，规划工农业建设，都离不开地质科学的理论与方法。我国人民在认识地质现象，开发与利用矿产资源方面，有着悠久的历史和卓越的创造。解放以来，我国的地质工作和地质科学研究都得到了蓬勃的发展，随着我国四个现代化建设事业的发展，广大的地质工作人员，都迫切希望提高科学理论和技术水平，而广大群众也希望对地质科学和有关科学有更多的了解。这样就需要有一部综合性工具书，比较全面地介绍地质科学及有关学科的基本概念和内容。

为此原国家地质总局责成书刊编辑室和中国地质科学研究院组织力量编纂本辞典，成立了由许杰等同志组成的领导小组。几年来，经过三十多个教学、科研和生产单位数以百计的科学技术人员的共同努力，经过全国四百多个单位的认真审查与修改，现已编纂完毕。

这本辞典是我国建国以来的第一部综合性地质辞典，全书共包括四十多个学科的名词、术语一万一千多条，三百余万字，插图一千余幅。为了进一步征求广大读者的意见，按各学科的内部联系，暂分为五个分册出版。俟分册出齐之后，再修订编成总册发行。这五个分册是：

第一分册：关于地球的形成与发展方面的学科，包括宇宙地质学，地球物理学，古地磁学，火山地质学，地震地质学，外动力地质学，地貌学，冰川地质学，地质力学，大地构造学，构造地质学等；

第二分册：关于地球的物质组成方面的学科，包括结晶学，矿物学，玉石和宝石，火成岩岩石学，沉积岩岩石学，变质岩岩石学，地球化学，同位素地质学，岩矿鉴定和岩矿分析等；

第三分册：关于地球的历史方面的学科，包括古生物学，古人类学，地层学，地史学，第四纪地质学和古地理学等；

第四分册：关于地球的矿产资源和某些应用地质方面的学科，包括金属

矿床和非金属矿床学，煤田地质学，石油及天然气地质学，海洋地质学，水文地质学，工程地质学，地热地质学，环境地质学等；

第五分册，关于地质普查勘探技术方法方面的学科，包括测绘，遥感地质，数学地质，区域地质调查，地球物理勘探及地球化学探矿，钻探工程和坑探工程，矿山地质工作，固体矿产工业要求及矿产普查勘探方法，矿产加工利用等等。

本辞典本着密切结合地质工作的实际需要，选择各学科中常用常见的名词术语，解释力求简明扼要，通俗易懂。

对于地质科学中的不同学派和观点，根据党的“百家争鸣”的方针，都作了介绍。例如，在构造地质学方面，介绍了地质力学，多旋回说，块断说，地洼说，镶嵌说，以及板块构造说等等；在矿床成因方面，也尽量收集了不同的学说和观点。

为了便于读者对外来术语的理解，避免因译名不同而引起的歧义，各学科名词一般均附有英文或俄文，或同时附英、俄两种文字；古生物学名词均附了拉丁文学名，以供参考。

参加本辞典编写工作的主要单位为：武汉地质学院，长春地质学院，成都地质学院，河北地质学院，北京大学地质系、地理系、地球物理系，南京大学地质系，西北大学地质系，中南矿冶学院地质系，昆明地质学校，中国科学院地质研究所、贵阳地球化学研究所、北京天文台，地质部海洋地质局、第二海洋地质调查大队、航空物探大队、计算技术应用研究所、江陵石油综合研究队、水文地质工程地质局、水文地质工程地质研究所，中国地质科学研究院地质矿产研究所、地质力学研究所、地球物理和地球化学探矿研究所、峨嵋矿产综合利用研究所、地质博物馆，内蒙古自治区地质局地质研究队、宁夏回族自治区地质局，陕西地质局区测队、测绘队，云南地质局第十地质队等共三十多个单位，最后由地质辞典办公室负责编辑定稿。

本辞典的内容和附图不少来自国内外有关著作和文献，限于体例，未予注明出处；在编写和审查、定稿过程中得到了许多单位和个人的热情协助与大力支持，在此一□表示诚挚的谢意。

由于我们缺乏编纂这样一部综合性的工具书的经验，辞典中难免存在着

一些缺点和问题，其中有些是与目前地质工作的研究程度有关的，如地层方面，我国东、西部研究精度差别很大，因此选词也就不可能平衡；某些新兴边缘学科的名词术语稳定程度较差，所选词目及其解释都可能不够恰当等。我们诚恳地希望广大读者提出批评和建议，以利我们进一步改正和修订。

地质辞典办公室

2005 年 6 月

凡　　例

一、本分册为《地质大辞典》第三分册，内容是关于地球发展历史方面各学科的名词解释。它包括古生物学、古人类学、地层学、地史学、第四纪地质学、古地理学等六门学科，共收词条二千七百余条，插图二百五十余幅。

二、本分册收录的词目范围，为以上各学科中常见常用的基本内容、主要理论、分类命名原则、学说、假说、各地质时期的主要标准化石和标准地层等方面的名词术语。其中国外的地区性标准地层名词，主要是收录常用以同国内地层对比的地层名词。

三、本分册收录的词目，一般以在地质工作中习用常见者为正条，加以解释；而以某些名词的俗称、旧称、别称或简称为参见词，一般只注明参见某词，不另写释文。对某些以讹传讹的名词，作了必要的订正。

四、本分册的词目附有英俄两种文字的，英文排前，俄文排后，用分号（;）隔开，同语种的同义词用逗号（,）隔开，词组之中的同义词用括号（　）分开。古生物名词都附了拉丁文学名。我国自创名词一般不附外文译名。

五、本分册对那些几个学科都需收录的名词、根据具体情况加以处理：有的在几个学科中同时收录，其释文可以相同，也可以各有侧重；有的则收录于此而不收录于彼，或彼此互相参见，释文注明参见“×××”条。

六、一词多义的词目，其释文根据涵义不同，用阴码❶、❷、❸……分别叙述。释文中出现的罕见名词术语，在左上角加有米花（*）的，表示此词在本分册另有专条解释，以利读者查阅，更好地理解本条内容。

七、凡大词目中包含的小词目，为了节省篇幅，一般不单独列条，只在书末索引中列出词目，以利查阅。

八、为了便于读者按学科内容或按汉语拼音查找名词，本分册前面附有“学科分类词目目录”，后面附有“汉音拼音词目索引”。

学科分类词目目录

古生物学

总　论

原生动物及海绵动物

腔肠动物及蠕形动物

苔藓动物及腕足动物

软体动物

棘皮动物及笔石动物

脊椎动物

古植物

古人类学

地史学及地层学

总　论

太古代

元古代

古生代

中生代

新生代

第四纪地质学

古地理学

古　生　物　学

总　　论

【古生物学】 palaeontology 是研究地史时期中的生物及其进化的科学，即根据保存在地层中的化石，研究地史时期生物的形态、构造、分类、分布、进化关系等。古生物学对阐明生物界的发展历史、确定地层的地质年代、推断古地理环境、研究地壳的演变规律、普查勘探各种沉积矿床等都具有重要意义。古生物学可分为古动物学与古植物学。随着近代生产发展的需要和科学研究的进展，还建立了微古生物学、古孢粉学及古生态学等，近来又发展了超微古生物学、化石岩石学等新兴的学科。古生物学阐明的关于生物起源和进化的丰富资料，否定了“上帝创造万物”等唯心主义观点，为科学的辩证唯物主义提供了重要的证据。

【古生物】 extinct animals and plants 古生物一词一般只见于中文及日文文献，泛指地质历史时期中曾经生活于地球上的生物。一般将更新世以前的生物称为古生物，全新世以后者称今生物及现生物，但并无严格规定。大部分古生物已绝灭，但亦有少数古生物可延续至今，称为活化石。研究古代生物遗体、遗迹的科学称古生物学，详见“古生物学”。

【古动物学】 paleozoology 古生物学的一个分科，是根据保存在地层中的动物化石，研究地史时期动物的形态、构造、分类、分布及进化关系的科学。又可分为以古无脊椎动物为研究对象的古无脊椎动物学和以古脊椎动物为研究对象的古脊椎动物学。古动物学对阐明动物界的进化历史、确定地层年代、分析古地理环境、普查勘探各种沉积矿床等都极重要。

【古无脊椎动物学】 invertebrate paleontology 又称“无脊椎古生物学”。古生物学的一个分科，是专门研究无脊椎动物化石的科学。无脊椎动物体内没有由脊椎骨所组成的脊柱，神经系统在身体腹侧，心脏在背侧。它包括原生动物门、海绵动物门、古杯动物门（现已灭绝）、腔肠动物门、蠕虫动物、苔藓动物门、腕足动物门、软体动物门、节肢动物门、棘皮动物门等，其中蠕虫动物可分为扁形动物门（未发现化石）、纽形动物门、线形动物门、轮虫动物门（未发现化石）及环节动物门。

【古脊椎动物学】 vertebrate paleontology 古生物学的一个分科，是专门研究脊椎动物化石的科学。脊椎动物是动物界中最高等的一类，组成脊索动物门中的脊椎动物亚门，体内有由脊椎骨组成的脊柱，神经系统在身体背侧，心脏在腹侧，体形左右对称，

分头、躯干和尾三部分，躯干多具四肢。古脊椎动物分为无颌纲、盾皮鱼纲、棘鱼纲、软骨鱼纲、硬骨鱼纲、两栖纲、爬行纲、鸟纲及哺乳纲。

【古植物学】 paleobotany 古生物学的一个分科，是研究地史时期植物的形态、构造、分类、分布及进化关系的科学。古植物学研究的对象是保存在地层中的植物化石，现代又另分出研究化石孢粉的古孢粉学、研究藻类化石的古藻类学等。古植物是形成煤层的原料，植物化石是确定陆相地层的地质年代，推断古气候、古地理的极好标志，古植物学的研究，对解决地层问题，尤其对研究晚古生代以来大量含煤、油地层非常重要。

【古藻类学】 paleoalgology 古植物学的一个分科，是专门研究藻类化石的科学。常见的重要藻化石有兰藻、红藻、硅藻、轮藻、沟鞭藻等。藻化石的研究方法比较特殊，也具有重要的地层意义，如兰藻、红藻对于晚前寒武纪地层，硅藻、轮藻、沟鞭藻等对于中、新生代陆相地层的划分对比均甚重要。

【古孢粉学】 paleopalynology 孢粉学的一个分科，研究化石孢子花粉的形态、分类、组合分布及其进化规律的科学，是近几十年发展起来的一门新兴学科。孢子花粉均为植物繁殖细胞，体积微小，数量极多，随风飘扬，分布广泛，各种类型的沉积地层均有保存。通过对地层中化石孢粉的离析、鉴定，并统计所含类别的百分含量等方法来研究它们的组合特征、演变规律，有效地用于地层的划分与对比，尤其是在石油、煤田勘探工作中及解决不含大化石的地层年代问题作用更大。由于其研究方法主要是分析、统计，故亦称“孢子花粉分析”，简称“孢粉分析”，或称“孢粉统计”。古孢粉学还广泛用于古气候学、古地理学等许多方面。

【孢粉分析】 sporo－pollen analysis “孢子花粉分析”的简称。参见“古孢粉学”。

【孢粉统计】 sporo－pollen statistics “孢子花粉统计”的简称。参见“古孢粉学”。

【微古生物学】 micropaleontology 又称“微体古生物学”。是近几十年来古生物学中新兴的一个分科，专门研究形体微小的古生物或大生物体的某些微小部分。一般需要用各种处理方法将微化石切制薄片或从岩石中析出，在显微镜下观察研究。由于其形体小、数量多，广泛应用于钻井勘探工作中的地层划分和对比。

【超微古生物学】 ultramicropaleontology 专门研究大小在 10 微米以下的超微化石的科学，是近年来随着石油地质和海洋地质工作发展的需要，以及电子显微镜等新技术方法的广泛应用而迅速发展起来的古生物学中的一个分科。参见“超微化石”。

【古生态学】 paleoecology 古生物学的一个分科，是研究地史时期的生物与其生活环境之间相互关系的科学。古生态学根据对化石和产出化石的沉积岩以及二者相互关系的研究，阐明当时生物与其生活环境之间的辩证统一关系。它与古生物学、沉积岩石学、古地理学、古气候学等都有密切联系，对研究古生物分类、地层划分、古地理变迁以及沉积矿床的形成条件与分布规律等都有重要意义。

【门类古生态学】 palaeoautecology 是研究地史时期个别化石生态（个体生态），或某种生物、某个门类生物生态的科学。门类古生态学是综合古生态学的一部分，是综合古生态学初期必需的研究内容。

【古趋性学】 palaeotaxiology 是研究古代生物对外界环境因素反映的科学。例如生物对光照的趋光性，对水流的趋流性，对温度的趋温性等。

【埋葬学】 taphonomy 古生态学的一个分科，是研究生物死亡后经过搬运、堆积、埋藏到形成化石之前各阶段所受外界作用影响产生变化的科学。

【古遗迹学】 palaeoichnology 古生态学的一个分科，是专门研究遗迹化石的科学。遗迹化石是古代生物生活活动的遗迹保存而成的化石，它说明生物的存在及其活动特点，如足迹化石反映了动物的个体大小、四肢类型、行动方式；粪化石反映了动物的食性及消化道特点等等。通过遗迹化石的研究，可以阐明形成这些遗迹的动物的形态大小、活动方式、栖居特点、生殖情况、食物类型，甚至生物之间的生存竞争等。并可用于恢复古地理及确定沉积岩层的顶面及底面等。

【古生物化学】 paleobiochemistry 为近二十年发展起来的一门属于古生物学与生物化学之间的边缘学科，是主要应用生物化学，地球化学的原理和方法研究化石中所含有机成分的科学。由于现代精密分析技术的发展，目前已在许多化石中发现氨基酸、多糖类、脂肪酸等多种有机成分，证明化石中尚保存有生命蛋白质分解残余。因此，化石及岩石中蛋白质及其分解产物的研究为古生物学开拓了一个新领域，对于从分子水平研究生物进化、探索生命起源、分析古环境等均具有重要意义。

【化石岩石学】 petrography of fossils 又称“古生物岩石学”。为古生物学与岩石学之间的一门新兴的边缘学科，是应用岩石学的原理、方法来研究化石的科学。化石岩石学主要应用偏光显微镜来确定化石的矿物成分、结构构造及所属类型，并进一步研究硬体结构构造的分类、演化和形成机理，探索古生物的造岩、成矿作用。化石岩石学对古生物的合理分类、正确鉴定和探索生物进化等具有重要理论意义，在研究生物成因的沉积岩石和矿床，勘探开发礁灰岩相油气田，近海相煤田、磷酸岩和硅藻土等沉积矿床具有很大的实践意义。

【古生物岩石学】 paleobiopetrography 即“化石岩石学”。

【生矿物学】 biomjneralogy 为生物学和矿物学之间的一门新兴的边缘学科，是应用矿物学、结晶学和生物化学等原理和方法来研究生物硬体的科学。其研究内容为生物硬体的矿物组成、生物晶体的结构（形状、大小和排列），探索生物晶体的形成机理，特别是分泌组织和有机基质的控制作用。生矿物学对于研究生物及其硬体的分类和演化具有理论意义，并对生物硬体的研究利用，如珍珠、结石等具有实践意义。

【古生物钟】 paleontological clocks 保存有可供计时标志的各种生长纹饰的化石，称为“古生物钟”。生物的生理活动有一定的时间节律，其硬体外壳等显示出层层迭加的生长痕迹，如树木的年轮、壳瓣的生长纹等，据之可以计算生物的年龄，并研究当时的年、月、日、时之间的关系。例如有些表壁保存完好的中泥盆世珊瑚具有代表日生长率的环脊、月生长率的环带（两个收缩沟之间的沟间带）、年生长率的环隆。据之不但可计算生物本身的年龄，并可推算中泥盆世一年大致有399天，一年有13.04个月，平均每月为30.59天。其结果与用天文学方法求得的数据大体一致。又地球公转的时间在整个地质时期变化不大，故又可据以计算当时一天的时数为21.6小时。除珊瑚化石外，双壳类、腹足类、迭层石等也提供了类似的数据。古生物钟的研究，为古生物学，构造地质学、古地球物理学、天文学等提供了重要的资料。

【化石】 fossil 由于自然作用保存在地层中的地史时期的生物遗体、遗迹统称为“化石”，化石保存类型很多，有实体化石、遗迹化石、模铸化石等。近来又将保存在地层中的由生物体分解而形成的有机物称为“化学化石”。化石都能指示古代生物的存在，是古生物学研究的对象，对研究生物进化、确定地层年代，推断古地理环境和古气候等都极重要。近二十年来实体化石中有机成分的发现，证明化石尚保存生命有机物的残余，为化石研究开辟了一个新途径。我国关于化石的记载很早，北魏郦道元（公元466或472？—527）所著《水经注》，记述湘乡县石鱼山“石色黑而理若云母，开发一重，辄有鱼形，鳞鳍首尾，宛若刻画，长数寸，鱼形备足”。北宋沈括（公元1031—1095）则根据陕北“土下得竹笋（注：指新芦木或拟木贼）一林，凡数百茎，根干相连，悉化为石”，而提出“无乃旷古以前，地卑气湿而宜竹耶？”已根据化石推断古地理、古气候的变化，深刻地认识了化石的意义。

【实体化石】 body fossil 泛指由生物遗体本身保存而成的化石。实体化石一般多仅是生物的硬体部份，虽仍保存其原来的形态、构造特征，而物质成分多少已为其他物质所交代或填充，如珊瑚的骨骼、软体动物的壳、脊椎动物的骨骼、牙齿等。但在密封、冷藏、干燥等特殊条件下，也可保存完整的生物体，如西伯利亚冻土层中的猛犸象，其骨骼、皮毛及血肉均保存完好。我国抚顺煤田主煤层内琥珀中的昆虫保存完美，栩栩如生。这些都是化石中极少见的保存类型。

【大化石】 macrofossil 泛指一般不需利用显微镜即能进行研究的化石，如腕足类、头足类、三叶虫及植物的茎、叶等。但有些大化石的微细构造也要利用显微镜进行观察研究。

【微化石】 microfossil 又称“微体化石”。泛指需要利用显微镜才能进行研究的微小化石。微化石包括微小生物的整个遗体，如有孔虫、苔藓虫、介形类等，以及一些大生物体的幼年类型或其某些微小部分，后者如牙形刺、虫牙、棘皮动物的骨板、轮藻、孢子、花粉等。微化石形体微小，数量众多，钻井岩芯中易于发现，可大量采集，广泛用于地层的划分对比，尤以在石油勘探等工作中更为重要。

【微体化石】 microfossil **即“微化石”。指除包括微小的生物整个遗体化石外，还包括一些大生物体的幼年类型及其某些微小部分的化石，以称微化石为宜。**

【超微化石】 nannofossil，ultramicrofossil **指需要在电子显微镜下才能进行研究的微小化石的总称。包括的生物种类很多，主要是超微浮游生物，其中以球石（**coccolith**）为代表。超微化石大部分是钙质的，也有为硅质或有机质的，其大小范围目前意见尚不一致，一般认为仅限于** 10 **微米以下，也有主张包括** 25 **微米或** 30 **微米以下的微小化石。前寒武纪即有发现，如细菌和兰藻等。古生代及古生代以后的地层中都有产出，灰岩、燧石、泥岩、砂岩，甚至砾岩中均能保存，有些岩石中的含量可多达** 60%**。超微化石对研究前寒武纪地层及不含大化石的地层很有价值，并可用于古环境的推断。近年来随着石油地质勘探和海洋地质调查发展的需要，以及电子显微镜等新技术方法在古生物学领域中的应用，已发展成以超微化石为研究对象的“超微古生物学”。**

【木化石】 fossil wood **又称“石化木”指已石化的植物次生木质部，其物质成分多已变为氧化硅、方解石、白云石、磷灰石、褐铁矿或黄铁矿等，如主要是氧化硅者则称为“硅化木”。木化石多保存原物的微细构造，须切制薄片在显微镜下研究。晚泥盆世以后地层中常有发现。我国中生代陆相地层中木化石很多，主要是松柏类的硅化木，如炬木（**Dadoxylon**）、异木（**Xenoxylon**）等；新生代的木化石则以被子植物为主。**

【石化木】 petrified wood **即“木化石”。**

【硅化木】 silicified wood **指已硅化的植物次生木质部。参见“木化石”。**

【石果】 carpolithus，carpolites，carpolithes **又称“化石果”、“石籽”。泛指植物的果实或种子化石。或用为种子化石的一形态属，凡不具备一个独立属所应有的特征、分类位置不明又不能归入其他属的种子化石，均可归入本属。形状有椭球形、卵形、纺锤形等，大小不一，表面平滑或有瘤、脊、纹等饰纹。最早出现于泥盆纪，我国晚石炭世即有发现，中、新生代地层产出很多。**

【石籽】 carpolithus，carpolites，carpolithes **即“石果”。**

【化石果】 carpolithus，carpolites carpolithes **即“石果”。**

【龙骨】 dragon bone **❶我国对脊椎动物的骨骼化石和牙齿化石的俗称。一般指新生代的哺乳动物，主要是上新世及更新世的象、马、犀牛、鹿、骆驼等的骨骼和牙齿。中医用作镇惊、固涩药。我国对于龙骨知道很早，春秋时代即有“龙骨出河东”的记载。到了汉末，已作药用。❷指鸟类胸骨腹侧正中的纵隆突，又称龙骨突起，为动翼肌附着处，因似船底龙骨，故名。缺乏飞翔能力的鸟类，龙骨不发达或退化。**

【遗迹化石】 trace fossil，ichnofossil，fossil lebensspur 又称“痕迹化石”。指由地史时期中的动物在其生活活动过程中所遗留的痕迹和遗物保存而成的化石，前者如足迹、移迹、潜穴、钻孔等；后者如粪化石、蛋化石、胃石以及原始人类的工具等。一般根据其形态特征单独分类命名。最早出现于前寒武纪，各时代的地层中均有发现。有的地层中遗迹化石十分丰富，可作为良好的标志层，如我国贵州凤岗、湄潭一带下志留统的虫迹砂岩。遗迹化石对于岩相分析和古生态研究非常重要，有的还可用于确定沉积地层的年代及其顶、底面等。

【痕迹化石】 即“遗迹化石”。

【足迹】 track 遗迹化石的一种。指保留于沉积岩层面上的动物足印化石。一般多是爬行类、鸟类、哺乳类等脊椎动物的足印，据之可以判断动物的个体大小、四肢类型、行动方式等，并可用以确定岩层的顶、底面。足迹也有用于指单独的足印化石，而将连续的有方向性的足迹称为“行迹”。我国中生代陆相地层中这类化石很多，如陕西神木县东山崖上上侏罗统的爬行类禽龙足迹，三趾形状，长约 30 厘米，宽约 33 厘米，中趾长 19 厘米，保存很好。

【行迹】 trackway 指有方向性的连续的足迹。参见“足迹”。

【移迹】 trail 又称“拖迹”。一种遗迹化石。动物爬行移动时，由于其身体与底层接触产生多少是连续的沟槽印痕称为移迹。移迹一般近于连续，多为软体动物、蠕虫等移动时所造成。参见“足迹”。

【潜穴】 burrow 一种遗迹化石。指由食泥或穴居的蠕虫、软体动物或其他无脊椎动物等留于沉积物中的管状或柱状洞穴保存而成的化石。潜穴直、弯曲、U 形或不规则，沿岩层层面或穿越岩层，垂直、水平或倾斜分布，其中常有泥沙充填物，如果潜穴多次分枝便称为“潜穴系统”（burrow system）。

【潜穴系统】 burrow system 见“潜穴”。

【钻孔】 boring 一种遗迹化石。指生物由于居住、寄生或觅食等原因在坚硬的岩石或其他动物硬体上钻蚀而成的孔穴。钻蚀生物有植物的菌、藻，动物的海绵、蠕虫等，它们的钻孔活动可以是机械的，也可以是化学的方法。若生物钻孔活动十分强烈便造成生物侵蚀（bioerosion）和破坏作用。

【蜕变】 molting 指节肢动物在其胚后发育过程中蜕去几丁质外骨骼的现象。节肢动物的昆虫纲、甲壳纲等体表均具坚硬几丁质的外骨骼。由于外骨骼缺乏弹性，不能随虫体的生长而继续增大，故在发育过程中必须定期将几丁质外骨骼脱落下来，使虫体得以继续充分发育。三叶虫、介形类和昆虫等都有此蜕变现象。地层中发现的这类化石，有的便是由它们蜕下的几丁质外骨骼保存而成。

【虫管化石】 fossil tube 又称“栖管化石”。指有些环节动物栖居的虫管保存而成的化石。环节动物门、多毛纲中的有些类别分泌钙质虫管或分泌粘液，胶结砂粒、岩屑等而成虫管。虫体多无硬体，很难保存，仅有虫管常保存为化石。虫管为中空的管状体，直线形、U 字形、旋卷或其他弯曲形状，断面圆形、椭圆形、三角形或多边形，表面可具有横脊或纵脊等。通常以管的一部分或全部附着他物上，单独分散保存或密集成

堆，甚至可成礁状。根据虫体及虫管成分等特点可分为若干科，化石以钙质虫管的龙介科（Serpulidae）报导最多，常见属有螺旋虫（蟠龙介 Spirororbis）、龙介虫（Serpula）等。多毛类环节动物主要生活于海洋，有些居于河口、浮湖等半咸水环境，少数生活于淡水。绝大多数营底栖生活，在海底自由爬行或栖居管内，或穴居生活，或附着他物之上，最早出现于寒武纪，一直延续至现代。我国古生代及中生代腕足类、双壳类等化石上常有发现。近年来在苏北始新世地层中发现大量虫管化石，如中华角管虫（Sinoditrupa），螺旋虫（Spirorbis），小耶雷虫（Jereminella），蜇龙介虫（Terebella）等，现代近海也属常见。

【栖管化石】 fossil tube 即“虫管化石”。

【胃石】 stomach stone，gastrolith 某些脊椎动物生活时吞入胃中用于磨研食物的石头，日久被磨得光滑似卵石，谓之胃石。胃石常随脊椎动物骨骼一起被保存为化石，也是一种遗迹化石。

【粪化石】 coprolite 指石化的脊椎动物的排泄物。常见的有鱼、爬行动物及哺乳动物的粪化石，粪化石大于粪粒，多为卵圆形或长条形，棕或黑色，大都由磷酸钙组成。各类脊椎动物的食物及消化道等特点不同，故其排泄物也常有一定的形状、特征。有些鱼粪化石为螺旋状，哺乳动物粪化石一般呈椭圆形至长条形，其中属于食肉类的常有骨骼碎渣，而食草类的则全由植物的纤维状构造物质组成。我国已知的粪化石产地很多，如陕西侏罗系、贵州白垩系的鱼粪化石，北京周口店中更新统的鬣狗粪化石以及云南元谋下更新统的马粪化石等。也有用于泛指动物的石化排泄物，包括粪粒等在内。参见“粪粒”。

【粪粒】 fecal pellet 指无脊椎动物的排泄物。粪粒小于粪化石，多呈简单的椭圆形，长约 1 毫米或更小，也偶有成棒状者。无内部构造，表面可具纵向或横向饰纹。可钙化、磷酸盐化、海绿石化、黄铁矿化或硅化等，而以磷酸盐化者最普遍。广泛见于现代海洋沉积物中，古生代至新生代沉积岩中也有产出。参见“粪化石”。

【活化石】 living fossil 曾经繁盛于某一地史时期，种类很多，分布甚广，形成重要化石的生物类别，其残存于现代个别地区变化不大的孑遗称“活化石”。如银杏纲在中生代特别发达，分布极广，几乎遍及全球，白垩纪末衰退，现存者只有一属一种，即银杏，仅见于中国和日本，故名活化石。其他如熊猫、水杉等也都是著名的活化石。活化石也用于泛指发生于地史时期而至今犹存的生物，如寒武纪即出现，现仍广泛分布的舌形贝。

【亚化石】 subfossil 又称“半化石”。指更新世以后，保存似化石的生物遗体。也有认为并不限于全新世，凡保存于较新地层中，石化程度较低的生物遗体均属“亚化石”，如我国新生代地层中的木化石大都未完全石化，而处于亚化石状态。

【半化石】 snbfossil 即“亚化石”。

【标准化石】 index fossil 指能据以确定地层地质年代的化石。标准化石应具备时代分布短、特征显著、数量众多、地理分布广泛等条件，以利于地层的划分对比。但是，标准化石的标准性是相对的、可变的，决定于对所定地层年代的范围要求和化石的

研究程度。同时，这种标准随着化石资料的不断丰富和研究程度的逐步深入而有所修改和补充，如单笔石（Monograptus）长期以来认为仅生存于志留纪，被视为志留纪的标准化石，现亦发现于早泥盆世，而成为志留纪及早泥盆世的标准化石。

【标志化石】 guide fossil 泛指能够或可能用以确定其产出地层的代或阐明其生活环境的化石，多用为区域地层对比的标志。也用于指一个*组合带中最为特征的化石，但其分布并不一定仅限于这个带或延及其全部。

【带化石】 zone fossil 指用以划分生物带的重要标准化石。带化石多为标准种或属，可根据其延伸范围或其延伸范围中的极盛阶段等作为生物带的划分标志，一般即以其种名或属名作为带的名称。如纤细丝笔石（Nemagraptus graeilis）是纤细丝笔石带的带化石。也可根据若干具有一定特征的化石组合来划分生物带，而以其中典型的种或属命名。

【持久化石】 persistent fossil 指时代分布很长，延续一个代或长于一个代的化石。如分布于寒武纪至现代的舌形贝。

【指相化石】 facies fossil 能够指示生物生活环境特征的化石称为“指相化石”。不同的自然地理环境，生活着不同的生物组合，也沉积着不同的沉积物，形成不同的沉积相，如海相、陆相、泻湖相等。不同沉积相所含的化石组合也不相同，而生物对其生活环境变化的反映远较沉积物明显，是自然地理环境最好的指示者。如现代珊瑚、腕足类，棘皮动物等都是只生活在海洋中的生物，如果在地层中找到这类化石，也就可以推断含有这些化石的地层是在海洋中形成的海相地层。

【原生化石】 primary fossil 指古代生物死后，遗体即被沉积物掩埋而保存的化石。原生化石可以是保存于生物的生活原地，也可经过或长或短距离的搬运至异地保存，但从地质时期衡量，从生物死亡到被掩埋保存的时间间距极为短促，故化石与所在层位的地质时代可以认为是一致的。一般化石均系指原生化石。参见“次生化石”。

【次生化石】 secondary fossil 又称“衍生化石”。含化石的地层遭受风化剥蚀，其中所含化石被冲刷出来，经过搬运，再在较新的沉积物中重新掩埋保存，这种化石称为“次生化石”。次生化石多遭磨损，保存于远较此类生物生存时期为新的地层中，生物相与沉积相常不一致，故次生化石的时代不代表所在地层的地质时代，也不能用作指相化石。参见“原生化石”。

【衍生化石】 derived fossil 即“次生化石”。

【假化石】 pseudofossil 指成因与生物无关而易被误认为化石的某些物体或构造，如龟甲石（septarian nodule）、燧石结核（chert nodule）、迭锥（cone in cone）、僵结人（黄土结核 loess－doll）、树枝石（dendrite）、贝壳断口（conchoidal fracture）及石灰华（travertine）等。假化石是由于与生物作用无关的沉积作用、成岩作用、岩浆活动、构造运动或其他机械作用或化学作用所造成的。

【树枝石】 dendrite **假化石的一种。是一种树枝状的薄膜，很象苔藓和藻类的印痕，但并非植物的遗体或遗迹，而多为锰的氧化物结晶，故不是化石。树枝石常见于岩石层面或节理面上，且常沿节理面转折，与化石的保存情况也不相同。**

【可疑化石】 dubiofossil，problematic fossil **指岩石中很象化石，但成因不明或尚不能确定为生物成因的物体或构造，多见于前寒武系。在前寒武纪地层中发现的曾被认为是生物成因的各种“化石”中，除已证明确为生物成因的化石及肯定为非生物成因的假化石外，尚有大量形似化石，而其成因不清或可能为生物成因者，则暂归为可疑化石。随着资料的不断累积和研究程度的逐步深入，可疑化石的成因也将逐步得到澄清而分别归入化石或假化石。**

【化学化石】 chemical fossil **指保存在地层中的由古代生物体分解而形成的各种有机物。在古老地层中，由于生物本身的特点及保存条件的不利，生物遗体极难保存，但组成生物体的蛋白质分解后所形成的各种有机成分却能保存下来，目前亚洲、南非、北美、大洋洲等地前寒武纪地层中均有发现，我国也已在前寒武纪地层中分析出多种氨基酸。化学化石的研究对阐明寒武纪前古老生物的进化及探索生命起源等都具有重要意义。**

【前驱】 fore－runner **古生物学中用于指某一类生物中出现于其繁盛时期之前的少数代表。**

【孑遗】 relict，relic **古生物学中用于指某些绝大多数业已灭绝的生物门类中的极少数残留代表。残留至现代的孑遗生物即为“活化石”。**

【化石作用】 fossilization **泛指将古代生物遗体、遗迹保存成化石的各种作用。包括古代生物遗体、遗迹被沉积物掩埋、保存、石化以及模铸形成等各种作用。古代生物中绝大部分死后都腐烂毁坏，或为其他生物所食，不易保存。一般只有具备硬体部分的生物，死后又很快地被沉积物所掩埋，再经石化作用而保存为化石，所以化石多是生物的硬体部分。永生生物保存化石的机会又远较陆生生物为多。但在密封、冷冻等一些特殊条例下，也可将古代生物完整地保存下来，如冻土层中的猛犸象，煤层内琥珀中的昆虫等。化石作用还包括形成模铸化石的各种作用。**

【石化作用】 petrification，petrifaction **简称“石化”，是化石作用的一部分。埋藏于沉积物中的生物遗体，被溶于地下水中的矿物质所填充或交代而变成石质，原物的构造可仍保存，这种作用称为“石化作用”。石化作用大致可分为三种类型：①过矿化作用：生物硬体的空隙为地下水中所含的矿物质填充；②交代作用：生物硬体的原来成分为地下水中所含旷物质交代，交代物质一般有氧化硅、碳酸钙、黄铁矿等，可分别称为硅化、钙化、黄铁矿化等；③升馏作用：具几丁质外壳的动物（如笔石等）及植物遗体中所含不稳定成分挥发逸去，仅留下碳质薄膜保存为化石，这种作用也称“碳化”。**

【碳化】 carbonization **碳化作用的简称。石化作用的一种，指生物体中易于挥发的成分如氮、氢、氧等被溶解或挥发逸去，仅留下碳质薄膜保存为化石的作用。常见的碳化化石有笔石，节肢动物及植物等。**

【钙化】 calcification 钙化作用的简称。石化作用的一种，指生物硬体原来的成分被碳酸钙所交代的作用。

【硅化】 silicification 硅化作用的简称。石化作用的一种，指生物硬体原来的成分为二氧化硅所交代的作用。交代物质为石英、玉髓或蛋白石等，如硅化木。

【模铸化石】 fossil molds and casts 泛指由古代生物遗体留于围岩或在其中空部分填充物表面上的印模（外模、内模）以及生物遗体溶蚀后所留空隙的泥砂充填物（如铸型）等保存而成的化石。模铸化石是一种常见的化石保存类型，对于研究不具硬体的古生物及壳易溶蚀的生物内部构造等都很重要。常见的模铸化石有外模、内模、铸型、内核、复型等。

【外模】 external mold 指保留于化石围岩上的生物遗体外表特征及表面纹饰的印痕。外模仅能反映生物遗体的外表形态及纹饰特征，其凹凸情况与原物相反。

【内模】 internal mold 指保留于内核表面或岩石上的生物遗体内部形态特征的印痕。常见的多为腕足类、腹足类、双壳类等外壳和芦木及新芦木等髓部的内模。内模的凹凸情况与原物相反。

【复型】 replica 外模之间的生物遗体被地下水溶蚀，所留空隙的充填物即为“复型”。复型的外形及表面纹饰与原物一致，但没有内部构造。

【内核】 core，steinkern 指生物遗体中空部分的填充物。无脊椎动物腕足类、腹足类、双壳类等外壳的中间空隙，常为沉积物所填充而形成内核。内核的形态大小与外壳的中空部分一致，表面即为外壳内模。

【铸型】 cast 外模与内核（模）之间的生物遗体被地下水溶蚀，所留空隙再为其他物质充填，即成铸型。铸型的外形、纹饰等特征虽与原物一致，但物质成分已经不同，也不具有原物的微细构造。铸型与复型极为相似，二者区别在于后者没有内核。

【生物分类单元】 taxon 指任何一个生物分类的单位，例如某一种、属或科等。生物分类的七个基本单位是：界、门、纲、目、科、属、种。种是分类的最基本单位。但在多数动物门类中常可进一步细分，即在原有七个基本单位之间设置辅助单位，这些辅助单位是在基本单位名称之前冠以“超”或“亚”而成。如亚门、亚纲、亚目、亚科、亚属、亚种；超纲、超目、超科等。

【界】 kingdom 生物分类的最高一级单位。现代生物及古生物一般均分为动物界及植物界，但目前生物分界的数目有增多的趋势，现有分为三个界：即动物界，植物界，原生生物界，或将原核生物再独立成一个界而分为四个界，也有分为五个界或六个界者。界下分为门，或再分为亚界。

【亚界】 subkingdom 位于界与门之间的一个生物分类单位。界可再分为亚界，由界内若干个与其他门特征不同的门组成。

【门】 phylum 界以下、纲以上的生物分类的一个单位。动物界及植物界均可各分为若干门，有的门还可再分为若干亚门。植物门的学名词尾为 phyta，真菌门的学名词尾为 mycota。

【亚门】 subphylum 位于门与纲之间的一个生物分类单位。一个门可再分为若干亚门，每个亚门由此门内一个或若干个与其他纲的特征不同的纲组成。植物亚门的学名词尾为 phytina，真菌亚门的学名词尾为 mycotina。

【纲】 class 门以下、目以上的生物分类的一个单位。纲由一个或若干个相关的目组成。有的纲还可再分为若干个亚纲，或将若干相近的纲联合而成超纲。高等植物纲的学名词尾用 opsida，藻类纲的学名词尾用 phyceae，真菌纲的学名词尾用 mycetes。

【亚纲】 subclass 位于纲与目之间的一个生物分类单位。一个纲可再分为若干亚纲，每个亚纲由这个纲内一个或若干个与其他目特征不同的目组成。高等植物亚纲学名词尾为 idae，藻类亚纲学名词尾为 phycidae，真菌亚纲学名词尾为 mycetidae。

【目】 order 纲以下、科以上的生物分类的一个单位。目是由一个或若干个相关的科组成，有的目还可再分为若干亚目，或将若干目联合而成超目。国际植物命名法规规定植物目的学名词尾用 ales，如 Coniferales（松柏目）。动物目的学名没有固定的词尾。

【亚目】 suborder 位于目与科之间的一个生物分类单位。一个目可再分为若干亚目，由这个目内一个特殊的科或若干个与其他科特征不同的科组成。亚目有时也用与超科相当。国际植物命名法规规定植物亚目的学名词尾用 ineae。

【超目】 superorder 又称“总目”。位于目与纲或亚纲之间的一个生物分类单位，由一个或若干个相近的目组成。如位于目与纲之间，则相当于亚纲。

【总目】 即“超目”。

【科】 family 目以下，属以上的生物分类的一个单位。科是由若干个在系统发育上有共同起源的属组成，有的科也只包括一个属。有的科还可再分为若干亚科，或将若干相近的科集合而建立超科。国际动物命名法规规定动物的科名由这个科的模式属名的字干加词尾 idae 组成，如 Monograptldae（单笔石科），国际植物命名法规规定植物科名的词尾用 aceae，如 Piaaceae（松科），但有少数例外。

【亚科】 subfamily 是次于科的一个科级的分类单位。一个科可再分为若干亚科，每个亚科由这个科内一个特殊的属或若干与其他属特征不同的属组成。国际动物命名法规规定动物亚科名由此亚科的模式属名的字干加 inae 组成。如 Monograptlnae（单笔石亚科），国际植物命名法规规定，植物亚科名的词尾用 oideae。

【超科】 superfamily 又称“总科”。是在科以上的一个科级的分类单位。超科由一个科或若干个科组成，位于亚目与科之间，如在科与目之间，则相当亚目。国际动物命名法规建议动物超科名的词尾用 oidea，但一般也常用 acea。

【总科】 即“超科”。

【属】 genus 科以下、种以上的生物分类的一个单位。属是由若干个特征相似、共同系统发育的种，或仅由一个具有独特特征的种组成。有的属还可再分为亚属。属的学名是单名。

【亚属】　subgenus　是次于属的一个属级的分类单位。一个属可再分为若干亚属，亚属是由这个属内特征相近、与该属内其他种有所区别的若干种组成。如果一个属分为两个或两个以上的亚属，则包括属的模式的亚属为“指名亚属”，并保留原属名，其他亚属则另取学名。亚属名与属名同时使用时放在属名之后的括弧内，如有种名则置于属名与种名之间的括弧内，而不算为种的双名中的一个名称，如 Architectonioa（Solariaxis）xizangensis 西藏（轮轴螺）原盖螺。如果亚属升格为属，则亚属名变为属名。

【指名亚属】　nominate subgenus　又称“模式亚属”。指包含属的模式种在内、并与这个属具有相同名称的亚属。

【形态属】　form genus　指不属于同一科的生物或其分散保存的部分器官化石，根据其形态特征的相似而建立的属。多用于植物化石，如植物的叶、根、种子等，常分散保存，很难确定其自然分类位置，仅根据其形态特点的相似而建立形态属，如栉羊齿（Pecopteris）、枝脉蕨（Cladophlebis）等均是。又由形态特征一致，而无亲缘关系或关系不清的种组成的属也称为“形态属”。

【器官属】　organ genus　指根据单独保存隶属于同一科的植物的部分器官而建立的属。植物的各个器官部分常分散单独保存为化石，而分别建立器官属，各给属名，如鳞木类的单独保存的孢子叶化石叫鳞孢叶属（Lepidostrobophyllum），孢子叶穗化石叫鳞孢穗属（Lepidostrobus）。

【种】　species　又称“物种”或“生物种”。是位于属以下的生物分类的最基本单元。种由构造、习性、机能相似，能相互交配、并产生能育后代的种群（居群）或若干种群（居群）组成。过去分类学中，种是基于模式概念的，即根据模式标本而建立种，因此个体是基本的分类单位。这种纯形态学的种的定义已逐渐为种群（居群）概念所替代，即任何物种都由若干种群（居群）所组成。种群（居群）是基本的分类单位，应在整个种的分布范围内采集大量标本，运用种群（居群）分析和统计方法，综合考虑生态学的、地理学的和遗传学的因素等进行研究。在古生物学中，由于其研究对象主要是石化了的生物硬体部分，因此种的研究多仍基于模式概念，以模式的形态特征为主要依据，但近来也有运用统计学方法进行定种的趋向。种的学名是双名。

【物种】　species　即“种”。

【生物种】　biologic species　即“种”。

【种群】　population　又称“居群”，指生活于同一地区、属于同一物种的一群个体。种群是物种的基本结构单位，是物种存在的具体形式。任何物种都是由若干种群所组成。

【居群】　即“种群”。

【化石种】　fossil species　又称“古生物种”。指根据化石标本而建立的种。理论上化石种应与生物种相同，但一般化石种建立的根据多仅是化石的形态特征等，故多为形态种。

【古生物种】　paleontologic species　即“化石种”。

【形态种】　morphologic species　指仅根据形态特征而建立的种。形态种只是代表

形态特征密切相似的一群个体，它们特征相似的程度多少是人为决定的。

【亲近种】 （species）affinis 当所研究的标本与某一已知种接近，似有亲缘关系，但其形态特征还有区别，而由于材料不足或标本保存不好，不能准确鉴定即为该种或为一新种，可定为这个种的亲近种。亲近种的一般写法是在属名与种名之间用 aff. 表示（aff. 为 affinis 的缩写，拉丁文意为亲近的），但这种写法是不正规的。中文译名则常将“亲近种”写在种名之后的括弧内。

【近似种】 （species） conformis 又称“相似种”“比较种”。当所研究的标本形态特征与某一已知种相似，可能属于该种，但由于材料局限或标本保存不好，有些特征不明显或不具备，难以全面对比、准确鉴定即为该种，可定为这个种的相似种。相似种的一般写法是在属名与种名之间用 cf. 表示（cf. 为 conformis 的缩写，拉丁文意为相似的），但这种写法是不正规的。中文译名则常将“近似种”写在种名之后括弧内。

【比较种】 即“相似种”。

【亚种】 subspecies 是次于种的一个种级分类单位，为国际动物命名法规所承认的最低分类单位。指与同一种内的其他种群（居群）在地理分布上界限明显、形态特征上有一定差异的种群（居群）。亚种由于进一步的地理隔离导致生殖隔离而发展成为新的物种。古生物学中将由于时代分布上的不同而使同一种内在形态特征上与其他种群（居群）有所不同的种群（居群），也称为亚种，是为年代亚种。故亚种又司分为地理亚种及年代亚种。亚种名是三名。

【年代亚种】 chronologic subspecies 古生物学中用于指由于分布时代间隔而形成的亚种。参见“亚种”。

【地理亚种】 geographic subspecies 指由于地理隔离而形成的亚种。参见“亚种”。

【指名亚种】 nominate subspecies 又称“模式亚种”。当一个种分为几个亚种时，则包含种的模式标本在内、并与该种具有相同名称的亚种称为“指名亚种”。参见“亚种”。

【变种】 variety（缩写为 var.） 最初用于指变异的个体，即与种的模式标本有些差异，但还不是另外一种的个体。也用于变异的种群，即种内具有一定的独特特征，与该种内其他种群有所不同的种群。后者与亚种相当，是一个分类单位，前者则不是。根据国际动物命名法规定，1960 年以后发表的“变种”应被认为属于亚种以下的级别。故现在一般不将“变种”当作正式分类单位使用，而用亚种。

【突变】 mutation（缩写为 mut.） 现代生物学中指由于遗传物质的变化而引起形态上或生理上的变异现象。古生物学中过去用于指因分布时代上的不同而产生特征变化的个体，相当于年代亚种。

【模式】 type 指提供一个生物分类单元名称的正确使用的依据。如一个命名种的模式是一个模式标本，一个命名属的模式是一个命名种，一个命名科的模式是一个命名属。符合国际命名法规的任何分类单元的模式一经确定，便不应改变。

【模式标本】 type specimen 指种级分类单元的一个模式，即据以命名一个种或亚种的一个标本。模式标本可以是一个正模、新模或选模。模式标本是命名一个新种或新亚种的根据，必须编号登记，妥为保存。

【模式种】　type pecies　又称“属型种”，旧称“属型”。指属级内一个分类单元的模式，即据以命名一个属或亚属的一个命名的种。如标准中国笔石（Sinograptus typicalis Mu）是中国笔石属（Sinograptus）的模式种。

【属型种】　即“模式种”。

【属型】　genotype　模式种旧称“属型”，因为与遗传学上用的基因型混淆，故国际动物命名法规中已规定不再引用此术语。

【模式属】　type genus　指科级内一个分类单元的模式，即据以命名一个科、亚科或超科的一个命名的属。如中国笔石属（Sinograptus）是中国笔石科（Sinograptidae）的模式属。

【正模】　holotype　“正模标本”的简称，又称“全模”、“全模标本”，旧译“正型”、“全型”。指在发表一个新种或新亚种的原始描述中，被作者指定为共模式的一个标本。如新命名的种级分类单元仅是根据单个标本，这个标本即是正模。正模应是保存完好，能清楚地表现这个新种或新亚种的特征。

【全模】　holotype　即“正模”。

【正型】　“正模”的旧称，现多已废弃，改用正模。

【副模】　Paratype　“副模标本”的简称，旧译“副型”、“副型标本”。据以命名一个新种或新亚种的若干标本中，除被原命名者指定为其正模以外的各个标本，即为副模。副模是正模的补充，可以是一个标本，也可以是若干个标本。

【副型】　“副模”的旧称，现多已废弃，改用副模。

【共模】　syntype　“共模标本”的简称，旧译“共型”、“共型标本”。原命名者未从其中指定正模的、被用于据以命名一个新种或新亚种的各个标本，皆为这个新种或新亚种的共模。

【选模】　lectotype　又称“选模标本”，旧译“选型”、“选型标本”。如果命名一个新种或新亚种时，原命名者没有指定正模，以后从其共模中选择一个标本作为这个种或亚种的模式标本，这个后选出的标本便是选模。选模必须选自共模，并应正式发表，否则无效。

【副选模】　paralectotype　又称“副模标本”,“旧译副选型”、“副选型标本”。经指定选模后的其余的共模便是副选模。参见“选模”。

【新模】　neotype　又称“新模标本”，旧译“新型”、“新型标本”。一个种或亚种的正模、选模、或共模确已遗失或损坏而未保存，可再指定一个标本作为其模式标本，这个新指定的标本便是新模。新模特征应和原始模式标本一致，并应尽可能采自相同产地、层位。

【地模】　topotype　又称“地模标本”，旧译“地型”、“地型标本”。指从某一个种或亚种模式标本的原始产地所采得的这个种或亚种的标本。

【近模】　plesiotype　又称“近模标本”，旧译“近型”、“近型标本”。一个新种或新亚种发表以后，再描述这个种或亚种所依据的标本即为近模。

【等模】　homeotype　又称“等模标本”。指经与一个种的模式标本比证，确认其

为同种的标本。

【后模】 metatype 又称“后模标本”。指经一个种的原命名者鉴定，确认其为同种的标本。后模可以是地模，或为等模。

【双名法】 binominal nomenclature 国际通用的生物命名法，指每一个种的学名必须由一个属名和一个种名共同组成的生物命名系统。如 Nankinella orbicularia，其中 Nankinella（南京□）是属名，orbicularia（圆形）是种名。双名的写法是属名在前，第一个字母大写，种名在后，第一个字母小写。在印刷体中，属名及种名均应用斜体字。种名之后可附以命名者的姓，其第一个字母大写，印刷体中用正体字。有时在命名者的后面还附以命名的年代，其间隔以逗号。如 Nankinella orbicularia Lee，1934，即李四光在 1934 年命名的圆形南京□。中文一般将种名写在属名之前，也有放在属名之后者，如南京□圆形种。学名字源多出于拉丁文或希腊文，其含义是代表生物的特征或为地名、人名等。

【双名】 binomen 指根据双名法，由一个属名和一个种名共同组成的一个种的学名的双名组合。如 Nankinella orbicularia（圆形南京□）。若有亚属名则放在属名与种名之间的括弧内，不算为种的双名中的一个名称。

【三名法】 trinominal nomenclature 指由属名，种名和亚种名共同组成一个亚种学名的命名法。三名法是双名法的扩充，即在种的学名后加上亚种名而成。如 Lithostrotion planocystatum minor，其中 Lithostrotion（石柱珊瑚）是属名，pcanocystatum（平泡沫板）是种名，minor（小型）是亚种名，有的在亚种名前注以 subsp，（subspecies 亚种的缩写），中文名为小型平泡沫板石柱珊瑚，或译为平泡沫板石柱珊瑚小型亚种。亚种名第一个字母小写，印刷体中也与属名，种名同用斜体字。亚种名后可附以命名者的姓，其第一个字母大写，印刷体中用正体字。

【三名】 trinomen 指根据三名法，由属名、种名及亚种名共同组成的一个亚种学名的三名组合。如“Lithostrotion planocystatum minor”即小型平泡沫板石柱珊瑚，或译为平泡沫板石柱珊瑚小型亚种。

【单名法】 uninominal nomenclature 指由一个名称组成的属及属以上分类单元学名的命名法。如 Productus 长身贝属，Productidae 长身贝科，Productacea 长身贝超科，Productida 长身贝目等。单名的第一个字母大写，词尾的变化常代表其分类单元的级别。在印刷体中，属名用斜体字，属以上分类单元的学名均用正体字。

【种名】 specific name 在国际动物命名法中，指一个种的双名中的第二个名称，相当于国际植物命名法中的种加词（specific epithet）。种名不能单独使用，必须附在它所从属的属名之后，否则在命名法中没有意义。国际植物命名法中的种名与种的双名相当，即由一个属名和一个种加词共同组合成一个种名。

【本名】 trivial name 又称“俗名”，指种的双名中的第二个名称，（即种本名）或亚种的三名中的第三个名称（即亚种本名）。现在多已不用，而用种名和亚种名代替。

【种本名】 specific trivial name 指种的双名中的第二个名称，即种名。参见“种

名”。

【亚种本名】 subspecifi ctrivial name 指亚种的三名中的第三个名称，即亚种名。

【新属】 new genus 拉丁文 genus novum 缩写 gen. nov. 指正式发表的新命名的属。仅在首次发表此新属原始描述的文献中，用括弧注于属名之后，拉丁文学名之后则注以 gen. nov. 。新属所包括的种可以是已知种，也可以是新种，后者即为新属、新种。

【新种】 new species 拉丁文 speties nova，缩写 sp. nov. 指正式发表的新命名的种。仅在首次发表此新种原始描述的文献中，用括弧注于种名之后，拉丁文学名之后则注以 sp. nov. 新种所从属的属可是已知属，也可是新属，如为后者，即为新属、新种。

【新属新种】 new genus and species 拉丁文 genus et species novi，缩写 gen. etsp. nov. 指正式发表的从属于一个新属的新种。仅在首次发表此新种原始描述的文献中，用括弧注于种名之后，拉丁文学名之后则用 gen. et sp. nov. 表示。

【新组合】 new combination 拉丁文 combinatio nova 缩写 comb. nov. 指属级以下的一个命名单位，由于其分类位置或分类级别的改变而形成的一个新的学名组合。用于植物命名法，如 Asterophyllites pingloensis Sze 的分类位置改变，从 Asterophyllites 归入 Annularia，其新的学名组合便是 Annularia pingloensis（Sze） comb. nov. ，种的原命名者保留，但需加上括弧。又如将 Sphenophyllum thoniivar. minor Sterz. 提升为种，其新的学名组合为 Sphenophyllum minr（Sterz. ） comb. nov. ，亚种的原命名者即为种的命名者，并加上括弧。

【同物异名】 synonym 又称“同义名”。同一生物分类单元先后被给于了两个或两个以上的不同学名，这些名称虽异，但实指同物，其含义相同，故称同物异名或同义名。如弓石燕（Cyrtospirifer）原为 1918 年所命名，至 1931 年，另一作者又将其命名为中国石燕（Sinospirifer），中国石燕即为弓石燕的同物异名，反之亦然。发表时间较早的同物异名称为首异名，如弓石燕，发表时间较晚的同物异名，则称为次异名，如中国石燕。根据优先律，次异名应予废除，不能使用。同物异名可分为二类：一类是命名上的同物异名，即客观异名；另一类是分类上的同物异名，即主观异名。

【同义名】 synonym 即“同物异名”。

【首异名】 senior synonym 指同一分类单元的两个或两个以上的同物异名中最早发表的一个可用作学名。参见“同物异名”。

【次异名】 iunior synonym 指同物异名中发表较晚的学名。参见“同物异名”。

【客观异名】 objective synonym 指根据同一模式而命名的同物异名，故又称同模异名。客观异名的形成与模式的分类位置无关。客观异名又可分为发表时间较早的首客观异名及发表时间较晚的次客观异名。根据优先律，次客观异名应予废除，不能使用。

【同模异名】 homotypic synonym 即“客观异名”。

【首客观异名】 senior objective synonym 指客观异名中最早发表的一个学名。参见“客观异名”。

【次客观异名】 junior objective synonym 指客观异名中较晚发表的学名。参见“客观异名”。

【主观异名】 subjective synonym 指将各具命名的不同模式，归属于同一分类单元，而形成的同物异名，故又称异模异名。主观异名的形成决定于对其模式的分类意见，也可因为不承认这些模式是同一分类单元而不认为是同物异名。主观异名可根据其发表时间早晚不同而分为首主观异名及次主观异名。

【异模异名】 heterotypic synonym 即“主观异名”。

【首主观异名】 senior subjective synonym 指主观异名中最早发表的一个学名。参见“主观异名”。

【次主观异名】 junior subjective synonym 指主观异名中发表较晚的学名。参见“主观异名”。

【异物同名】 homonym 又称“异义名”。同一分类级别内的不同分类单元被命名以相同的名称，因而形成了同一属内不同的种或不同的属、科等具有两个或两个以上相同的名称，这些名称虽同，而实指异物，其含义各异，故称为异物同名或异义名。但不同属内的种名可以相同，如 Dendrograptus sinensis（中国树笔石）、Acanthograptus sinensis（中国刺笔石）、Inocaulis sinensis（中国毛茎笔石）等，这些种名虽然一致，而各个种的学名仍然不同，故不属同名。又动物与植物的命名法各具独立性，同一级分类单元的动物与植物的名称可以相同而不算同名，如植物与皱纹珊瑚各有一属均名为 Sinophyllum。异物同名分为原同名及后同名两类，又可根据其发表时间的早晚而分为首同名及次同名。

【异义名】 homonym 即“异物同名”。

【首同名】 senior homonym 指异物同名中最早发表的一个学名。参见“异物同名”。

【次同名】 junior homonym 指异物同名中发表较晚的学名。根据国际动物命名法规，次同名应予废弃，易以新名。参见“异物同名”。

【原同名】 primary homonym 指同一属内的不同的种被命名为相同的名称，这两个或两个以上相同的名称第一次发表时就被包括在同一命名属内。参见“后同名”。

【后同名】 secondary homonym 指一个或一个以上的种被从其原来所隶属的一个或一些属中归入另一个属内，而这个属内已有一个种名与之相同的种，这样形成的异物同名谓之后同名。参见“原同名”。

【同物异名录】 synonymy 又称同义名录或异名关系。❶指同一分类单元的不同名称间的关系；❷指某一分类单元的次异名；❸指某一分类单元的同物异名名单，即将此分类单元曾经引用过的学名，不论正确与否，按发表年分先后顺序排列的名单。列于同物异名录中的各个学名可以是一致的，也可以是不同的，它反映了此分类单元的命名历史及分类意见。同物异名录应包括学名刊布年分、学名、命名者、发表文献名称、卷数、页数、图版号、图号等，其中文献名称也可省略。

【异名关系】 synonymy 即“同物异名录”。

【优先律】 law of priority 国际上生物命名的一条原则，一个生物分类单元的有效学名应是符合“国际动（植）物命名法规”规定的最早的可用学名。在生物系统分类的研究过程中，某一分类单元常被命名予不同的学名，如弓石燕属（Cyrtospirifer）曾先后被命名为Cyrtospirifer，Sinospirifer，Centrospirifer，Grabauispirifer，Eurytatospirifer等，形成大量的同物异名，造成命名法中的紊乱。根据优先律确定仅其中符合命名法规最早刊布的一个是其有效学名，即弓石燕，解决了生物分类命名中的这种重复、紊乱现象。

【同名律】 law of homonymy 国际上生物命名的一条原则，指一个可用学名的次同名必须废弃，并用新名代替。在动物系统分类的研究中，同一级别的不同分类单元常被命名以相同的学名，形成异物同名。例如，苔藓虫的一属于1875年被命名为Tetrapora，1915年另一作者又将床板珊瑚的一属也命名为Tetrapora，因此，Tetrapora一名代表了不同类别的两个属，前者为首同名，后者为次同名。根据同名律，次同名应予废弃，以在1940年发表新名Hayasakaia代替。参见“新名”。

【重名】 tautonym 指一个种的双名中的第二个名称（种名）与第一个名称（属名）完全相同，如Bison bison。动物命名法规允许使用重名，但植物命名法规不予承认。

【有效学名】 valid name 指一个动物分类单元的正确学名，即在命名法上是可用的，在动物分类上也是有效的一个学名。一个动物分类单元可能有两个或更多的可用学名，但一般仅是其中最早的一个是其有效学名。有效学名必须是可用学名。相当于国际植物命名法规的正确学名（correct name）。

【正确学名】 correct name 指一个植物分类单元的正确学名，相当于国际动物命名法规的有效学名。参见“有效学名”。

【无效学名】 invalid name 一个动物分类单元除其有效学名外的任何名称都是无效学名。无效学名可以是无用学名，也可以是可用学名。

【可用学名】 available name 指符合国际动物命名法规规定的学名。凡是符合国际动物命名法规条款要求的学名都是可用的，但不一定是有效学名。可用学名包括勿违学名，完整学名，不完整学名，妄改学名，移用学名，改正学名，替代学名及保留学名等。相当于国际植物命名法规的合法学名。

【合法学名】 legitimate name 指符合国际植物命名法规规定的学名。相当于国际动物命名法规的可用学名。

【勿违学名】 inviolate name 拉丁文nomen inviolatum，缩写nom. inviol. 属有效学名，指最初发表时即符合命名法规要求，不需作任何修改的可用学名。

【完整学名】 perfect name 拉丁文nomen perfectum，缩写nom. perf. 指最初发表时即符合命名法规要求，除其词尾外不需作任何修改的可用学名，见于种级学名，科级学名及科级以上学名。完整学名属于有效学名。

【不完整学名】 imperfect name 拉丁文 nomen jmperfectum，缩写 nom·i^mperf. 指最初发表时虽符合命名法规要求，但其原始拼缀存在缺点需要改正的可用学名。如 Strep-telasmidae Nicholson，1889，是 Streptelasmatidae Nicholson，1889 的不完整学名。不完整学名属于有效学名。

【妄改学名】 vain name 拉丁文 nomen vanum，缩写 nom. van. 指对原来学名作了有意的不正确的改变而形成的学名。妄改学名具有自己的命名者和命名日期的引证，是原来学名的次客观异名，如 cymatiophyllum Lang，Smith & Thomas，1940，是 Kurnatio-phyllum Thompson，1875 的妄改学名，也是后者的一个次客观异名。妄改学名属于无效学名。

【移用学名】 transferred name 拉了文 nomen translatum，缩写 nom. transl. 指由于分类单位级别发生转移或亚属、种、亚种的归属有了变化而将其原来学名作了有效改变后的可用学名。如亚科名 Stylininae 是从科名 Stylinidae 改变词尾而成的移用学名。又如 Spirifer ambiguus 经研究后认为应改属 Composita，故种的学名应改为 compositaambigua，原来的阳性词尾改为阴性词尾。移用学名保留原命名者及命名日期引证。移用学名属于有效学名。

【改正学名】 corrected name 拉丁文 nomen correctum，缩写 nom，correct，指根据国际动物命名法规要求对其原始拼缀进行必要改正后的学名。不完整学名必须加以改正而成为改正学名，如 Streptelasmatidae Nicholson，1889 是不完整学名 Streptelasmidae Nicholson，1889 的改正学名。改正学名保留原命名者及命名日期引证，属于有效学名。

【替代学名】 subsititute name 拉丁文 nome substitutum 缩写 nom. subst. 即“新名”，指用以替代无效学名的学名。国际命名法规规定无效学名（如次同名）应予废弃，替以新名，即为替代学名，如 Callopora Gray，1848 用于唇口目苔藓虫，Callopora Hall1851 用于变口目苔藓虫，后者即为次同名，应予废弃，另用替代学名 Hallopora Bassler，1911。替代学名属于有效学名。

【新名】 new name 拉丁文 nomen novum，缩写 nom. nov. 指用以替代被占用的旧学名的新学名，一般用于被提出以替代次同名的学名。发表新名时应在新学名后的括弧内注以 nom. nov.。如云南禄劝中泥盆统的一种舌形贝于 1931 年被命名为 Lingular yun-nanensis，但 Lingula yunnanensis 一名已于 1912 年被命名于云南宜良的寒武纪标本，前者即为次同名，应予废弃，1964 年将曾命名为 Lingula yunnanensis 的云南禄劝中泥盆统标本易以新名 Lingula luchuanensis（nom，nov.）。

【保留学名】 conserved name 拉丁文 nomen conservatnm，缩写 nom. conserv. 指原名与国际命名法规要求不符理应予以废弃，但经国际命名委员会批准予以保留或稍加改正后保留使用的学名。如现在使用的货币虫属名 Nummulites Lamarck，1801 为 Camerina Bruguiere，1792 的次异名，根据优先律应予废弃，但因沿用已久，经国际动物命名委员会决定保留使用，为保留学名。保留学名属于有效学名。

【无用学名】 unavailable name 指不符合国际动物命名法规规定的学名。无用学名在命名法中不占有地位。无用学名包括无记学名、否定学名、禁用学名，作废学名及遗忘学名等。相当于国际植物命名法规的违法学名。

【违法学名】 illegitimata name 指不符合国际植物命名法规规定的学名，相当于国际动物命名法规的无用学名。

【无记学名】 naked name 拉丁文 nomen nudum，缩写 nom. nud. 指已经发表但却不符合国际命名法规所规定的关于可用学名条款要求的学名。如 Eosactoceras Shimizn &Obata，1935，发表时没有特征及描述，为无记学名。无记学名在命名法中没有地位，属无效学名。

【否定学名】 denied name 拉丁文 nomen negatum，缩写 nom. neg. 指虽可能符合国际命名法规要求，但其原始拼缀不正确的学名。否定学名属于无效学名，不能使用，一经发现，应即改正。如 Leptobulus Hall，1871 是 Leptobolus Hall，1871 的否定学名。

【禁用学名】 impermissible name 拉丁文 nomen vetitum，缩写 nom. vet. 指发表时被确定为属级而又不是属或亚属或 1930 年以后发表没有指定模式种的属级学名。前者如 Martellispirifer Gatinaud，1949；后者如 Fusarchaias Reichel，1949。禁用学名属于无效学名。

【作废学名】 null name 拉丁文 nomen nullum，缩写 nom. null. 指对业已发表的可用学名或无用学名的拼缀无意中作了不正确的改变而成的学名。如 Troendssonoceras Kobayashi，1936 是 Troedssonoceras Foerste，1928 的作废学名。作废学名在命名法中没有地位，不能进入同名关系，也不能被用作一个替代学名。作废学名属于无效学名。

【遗忘学名】 forgotten name 拉丁文 nomen oblitum，缩写 nom. oblit. 指一个作为首异名发表在动物学主要文献中，经过 50 年以上仍未被再引用的学名。遗忘学名除非经国际命名委员会批准，不应再被使用。遗忘学名属于无效学名。

【可疑学名】 dubious name 拉丁文 nomen dubium，缩写 nom. dub. 指没有肯定地应用于任何已知分类单元的学名。可疑学名的形成是由于缺乏原始模式及充分的描述，因此无法肯定学名的模式；或是因为不能确切肯定其模式所指的分类单元。

【废弃学名】 reiected name 拉丁文 nomen rejiciendlum. 缩写 nom. rejic. 指经国际命名委员会公布应永久摒弃不用的学名，如次同名，次客观异名等。

【生物群落】 biocoenose 指生活在一定环境中，相互影响、相互制约，构成一个自然生态单元的许多种生物的总体。一个生物群落是由许多不同物种的种群所组成，其中全部的动物总体称为动物群落，全部的植物总体称为植物群落。

【生物群】 biota 指生活在一定地区的所有生物，包括动物群及植物群。

【动物群】 fauna 指分布于一定地区、环境、层位或时代，历史上形成起来的各种动物的总体。在古生物学中常按动物类别、分布地区、产出层位或地史时代等进行划分、命名，共范围大小并无一定。按分布地区划分的，如华北型动物群、东南型动物

群；按地史时代划分的，如寒武纪动物群、早寒武世动物群；按产出层位划分的，如郁江组动物群、那高岭组动物群、按生物类别划分的，如珠角石动物，群直角石动物群等。

【植物群】 flora 指分布于一定地区环境、层位或时代，历史上形成起来的各种植物的总体。在古生物学中常按植物类别、分布地区、产出层位或地质时代等进行划分，命名，其范围大小并无一定，如安加拉植物群、二迭纪植物群、龙潭组植物群、舌羊齿（Glossopteris）植物群等。

【尸体群落】 thanstocoenosis 指生物的尸体堆积。有的强调尸体群应是由于共同原因、同时死亡的生物的尸体堆积，但这种情况极为少见。常见的尸体堆积多是由死于不同原因、不同时间和不同地点的生物遗体堆积而成，其中且混有仍然生存的生物的部分遗体和生物生活活动遗迹等。

【残体群落】 liptocoenosis 指生物尸体堆积和生物活动遗迹的集合体。残体群落包括生物的尸体堆积和仍然生存的生物的部分遗体，如植物的落叶、孢子、花粉，节肢动物脱落的甲壳、哺乳动物脱落的乳齿，鸟类的羽毛等，以及留于沉积物中或其表面上的生物生活活动遗迹，如足迹、移迹、潜穴及排泄物等等。残体群落在被沉积物埋藏之前还可能遭到不同程度的破坏。被沉积物复盖保藏下来的残体群落即成埋藏群落。

【埋藏群落】 taphocoenosis 指被沉积物复盖而保存下来的残体群落。同一残体群落中的成分不一定都能被沉积物所复盖保存，其中有的在未被复盖之前即已腐烂毁坏、搬运迁移或为其他生物所食，而不同残体群的成分也可被搬运至同一地点埋藏保存。埋藏群落虽被沉积物复盖，但仍然继续发生变化，没有硬体部分的生物及由易溶物质组成的外壳等常遭破坏而不能保存，故埋藏群落的内容远较残体群落单调而贫乏。埋藏群落可以分为未经搬运的原地埋藏群落及经过搬运的异地埋藏群落。经过化石作用而保存为化石的部分埋藏群即为化石群落。

【化石群落】 oryctocoenosis 指保存为化石的部分埋藏群落。埋藏群落并非全部都能转变为化石，其中没有硬体或硬体不坚固的生物及幼虫等常被破坏而不形成化石，故仅有部分的埋藏群落经化石作用而成化石群落。化石群落形成之后，由于风化剥蚀及变质作用等也可能部分或全部被毁坏。从生物群落经尸体群落、残体群落、埋藏群落到化石群落的形成，经历了长期的复杂的变化过程，生物群落的质与量均发生了明显的变化，化石群落已远非原来生物群落的全貌。

【个体发育】 ontogeny 又称“个体发生”。指一个多细胞生物从受精卵开始到成体为止的发育过程。个体发育的研究可以帮助了解生物的系统发育，查明生物之间的亲缘关系，建立正确的分类系统。古生物个体发育的研究仅能根据其化石部分进行，一般是采集代表各个发育阶段的一系列标本或将一个保存幼年发育阶段的成年标本磨制一系列薄片进行研究。

【群体发育】 astogeny 又称“群体发生”。指群体生物如群体珊瑚、苔藓虫、笔石等的发育史。参见“个体发育”。

【系统发育】 phylogeny 又称“系统发生”。指生物物种或种族的发展历史。系统发育是通过许多世代个体发育的有利变异的保存和积累而成，所以系统发育受个体发育的影响，也控制了个体发育。系统发育和个体发育是生物发展的相互联系，相互制约的两个方面。

【生物发生律】 biogenetic law 又称“重演律”。指个体发育一定程度地重现其祖先在系统发育中所经过的阶段。重演现象是普遍的生物学现象，一切多细胞动物，从海绵动物、腔肠动物到哺乳动物都具有基本相似的若干发育阶段。但由于系统发育具有悠长的历史过程，所以重演是不完全的，同时个体发育也不仅是系统发育的简单重复，个体发育通过有利变异的产生、遗传和累积而影响系统发育。所以，在人力干预下，通过对个体发育的定向改造来控制系统发育，可以培育出符合人类需要的生物类型。

【重演律】 law of recapitulation 即“生物发生律”。

【自然选择】 natural selection 又称“最适者生存”(survival of the fittest)。生活于自然界的生物普遍具有个体差异，在一定的环境条件下，有些变异对生物的生存有利而被保存，有些变异对生物生存有害而被淘汰。达尔文把生物在生存竞争中有利变异的保存和有害变异的淘汰谓之自然选择。自然选择的要素是变异、遗传和环境条件对变异的选择作用。自然选择是生物进化的主要因素。在漫长的地史时期中，自然选择创造出极其丰富多彩的大量生物类型。

【变异】 variation 指同一物种内个体之间形态和生理特征的差异。生活于自然界的生物普遍具有个体差异，产生这些差异的原因是环境的或遗传的，可分为一定变异及不定变异，前者指在相似条件下，同一种群的生物发生相似的变异；后者指同一种的生物在同一条件下发生不同的变异。变异可以是遗传的，也可以是不遗传的。遗传的变异是生物进化的内因。

【特化】 specialization 指生物发生局部的特殊变异以适应于特定环境条件的现象。特化是生物对某一特定环境长期地特殊适应的结果。适应这一特定环境的生物大量发展，十分繁盛，只要这种环境存在，特化的生物便能继续生存，趋于繁荣。环境一旦改变，这些特化了的生物，由于其生理机能的限制，不能适应改变了的环境，便大批死亡，而为构造更为完善的生物所代替。

【趋异】 divergence 又称“适应辐射”。指同一类生物产生很多生理和形态的分化，以适应不同生活环境的分歧现象。如中生代爬行动物中的恐龙、鱼龙及翼龙，分别生活于大陆、海洋及空中，其体形、器官产生明显的差异，恐龙为双足或四足行走的陆生爬行动物；鱼龙体形似鱼，四肢桨状，适于游泳；翼龙前肢成翼，骨骼中空，利于飞翔，这些便是趋异进化的结果。

【适应辐射】 adaptive radiation 即“趋异”。

【趋同】 convergence 又称“适应趋同”。指亲缘关系较远的生物，由于长期适应于相似的生活环境，使其体形及运动器官外形上相似的现象。如鱼类的鲨鱼、中生代

爬行动物鱼龙及属于哺乳动物的鲸是不同类别的生物，但都在海洋中游泳生活，它们的体形和运动器官却十分相似。参见“异物同形”。

【适应趋同】 adaptive convergence 即“趋同”。

【平行进化】 parallelism 指亲缘关系很近的生物各自适应于相似的生活环境而独立发展成形态上相似的进化现象。平行进化的结果产生异物同形。

【异物同形】 homeomorph 指基本构造不同、而外形特征极其相似的生物。异物同形是由于不同类别生物适应趋同或由亲缘关系相近的生物平行进化而成。

【同源】 homology 由于趋异，同一类生物的起源相同、结构相似的器官，其机能和形态却互不相同，这种现象谓之同源。参见“同源器官”。

【同源器官】 homologous organ 指外形、功能不同，但却具有共同起源、相似结构的器官。如鲸前肢似桨，用于游泳；蝙蝠前肢成翼，适于飞翔；马的四肢细长，利于奔跑。鲸、蝙蝠及马均属哺乳动物，它们的前肢形态各异，机能不同，但却具有基本相似的内部结构，在胚胎发育中有共同的起源，故称为同源器官。

【同功】 analogy 由于趋同，不同种类生物的结构和起源都不相同的器官，其功能和形态却十分相似，这种现象，生物学上叫做同功。参见“同功器官”。

【同功器官】 analogous organ 指外形、功能相似，而起源、基本结构却不相同的器官。如昆虫和鸟类都有翅膀，用于飞翔，但无脊椎动物昆虫的翅膀是由表皮角质膜扩展而成的膜状结构，而属于脊椎动物的鸟类的翅膀内有骨骼，外被羽毛，是由脊椎动物的前肢变态而成，二者起源、结构虽然不同，却具有相同的功用，故称为同功器官。

【双形现象】 dimorphism 指生物同一个种具有两种不同特征类型的现象，如同一个种的雌雄个体的特征不同，或以无性和有性世代交替繁殖后代的生物，其同一个种不同世代个体的壳的特征不同，后者如有孔虫的显球型和微球型。

【生态系】 ecosystem 指某一特定的环境与生物相互之间的综合体。其范围大小并不一定，大者如整个海洋盆地，小则为一个池塘。在一个生态系之中，生物按其在能量转化中的作用而划分为生产者，消耗者和还原者，在系内进行有机界和无机界之间的新陈代谢和循环作用。

【生境】 habitat 指满足生物生态要求的生活居住环境。

【小生境】 niche 指满足一个种或种群生态要求的最小环境单位。

【抗生】 antibiosis 生物之间的一种相互关系，即一种生物使另一种生物受害的关系。如现代生物中硅藻的大量繁殖而影响到鱼类的死亡，这种关系化石中不易证明。

【共生】 symbiosis 泛指两种不同种类的生物（至少一方或双方有利）共同生活在一起的关系，分为互利共生、共栖及寄生。或用与互利共生同义。

【互利共生】 mntualism 指两种不同种类的生物相互有利、互相依存地共同生活在一起的关系。如石炭纪的平角螺经常固着生长在海百合萼部肛门附近，被认为是从海百合排泄物中获得食物，而海百合则得以排出废物。

【共栖】 commensalism 指两种不同种类的生物，其中一方受益，如获得食物、保护、栖居场所等，一方不受其害也不受益地共同生活在一起的关系。如有些层孔虫、苔藓虫、床板珊瑚等固着生活在另外一些生物体上，仅为获得固着场所，对被固着的生物并无损害。我国南方泥盆纪腕足类弓石燕等的壳上常有喇叭珊瑚固着生长，为共栖关系。

【寄生】 parasitism 一种生物寄居在另一种生物体表或体内，并从其中直接获得营养使其遭受损害的现象。前者称寄生物，后者称寄主或宿主，寄生物获得利益，宿主则遭受其害。如棘皮动物、苔藓虫、珊瑚、腕足动物、软体动物等常有蠕虫寄生。

【生物侵蚀】 bioerosion 指由于生物的直接作用使石质基体遭受破坏蚀去的作用，如有些海绵动物、蠕虫动物和软体动物等进行大量的钻孔活动，造成基体的破坏作用和生物侵蚀。参见“钻孔”。

【生物扰动】 biodisturbation 指生物在沉积物中的强烈搅动作用，如生物的强烈潜穴活动，形成重复交错的潜穴构造等。

【底栖生物】 benthos 泛指栖居水底生活的生物，一般多用于指海底生活的生物。可分为底表生物及底内生物，也可分为固着底栖生物及游移底栖生物。

【底表生物】 epibionts 泛指生活于水底基体表面的底栖生物，可再分为底表动物及底表植物两类。

【底表动物】 epifauna 指生活于水底基体表面而非潜居其内的动物，也用于指附着于沿岸浅水地带的岩石、植物等之上或生活于其间的动物。底表动物又可分为固着的和游移的两类。

【底表植物】 epiflora 指生活于水底基体表面的植物。

【底内生物】 endobionts 泛指生活于水底基体之内的底栖生物。可再分为底内动物及底内植物。

【底内动物】 infauna，endofauna 指生活于水底基体之内而非在其表面的动物。底内动物又可分为固着的和游移的两类，穴居的动物属于后者。

【半底内动物】 semi – infauna 指动物正常生活时，其体长的一半或更多埋于水底基体之内，这类底栖动物称为半底内动物。如双壳类的绘纹蛤（Grammysia）、角蛤（Goniophora）、后直蛏（Orthonota）等。

【底内植物】 inflora，endoflora 指生活于水底基体之内的植物，如嫌氧细菌，某些藻类等。

【固着底栖生物】 sessile benthos 指固着水底生活的底栖生物，包括以壳体、肉茎、足丝等固着生活的生物及躺卧水底、虽非固着但也不能移动的生物。

【游移底栖生物】 vagile benthos 指在水底游移生活的底栖生物。如大部分三叶虫、大多数腹足类及双壳类、海胆等，这些生物在海底爬行、游泳或穴居生活。

【游泳生物】 nekton 又称自游生物，指能主动地自由游泳生活的水生生物。游泳生物全是动物，体形多呈纺锤形或鱼雷形等，两侧对称，常具发达的游泳器官。如鱼、鱼龙、鲸及箭石等。

【假游泳生物】 pseudonekton 指因附着于游泳生物而营游泳生活的固着生物。如藤壶原为固着生物，若固着于鲸，便随之而营游泳生活，故称为“假游泳生物”。

【游泳底栖生物】 nektobenthos 指在近海底游泳并可短暂地在海底爬行、休息的生物。也用于指在海底觅食的游泳生物。有些化石鹦鹉螺被认为属游泳底栖生物，如内角石类、箭钩角石类等，有些介形类也是。

【浮游生物】 plankton 指在水中浮游生活，没有或略具游泳能力的水生生物。浮游生物大多形体微小，呈球形、扁球形或树枝形等，或具长刺、突起，一般呈辐射对称，骨骼多不发育或具薄壳，运动器官不发育或缺失，分布范围受水流控制。如水母、正笔石、放射虫等。浮游生物可分为浮游动物及浮游植物，或分为全浮游生物半浮游生物及假浮游生物；也可根据其体积的大小分为不同的级别。

【浮游动物】 zooplankton 指营浮游生活的动物。参见“浮游生物”。

【浮游植物】 phytoplankton 指游浮生活的植物。如硅藻等。参见“浮游生物”。

【半浮游生物】 meroplankton 又称“临时性浮游生物”，指仅能暂时浮游生活的水生生物，如底栖生物及游冰生物的营漂浮生活的幼虫和卵。固着底栖生活的古杯动物，其漂浮性的幼虫便是半浮游生物。参见“全浮游生物”。

【临时性浮游生物】 temporaryplankton 即“半浮游生物”。

【全浮游生物】 holoplankton 又称“永久性浮游生物”，指终生营浮游生活的生物。

【永久性浮游生物】 permanent plankton 即“全浮游生物”。

【假浮游生物】 pseudoplankton 指本身为固着生活而由于附着于漂浮的水草、浮木或浮游生物而营浮游生活的生物。如有些苔藓虫及双壳类等。

【巨型浮游生物】 megaplankton 最大的浮游生物，个体大于1厘米。例如有些钵水母的直径可达1米或1米以上，触手长达25米。

【大型浮游生物】 macroplankton 指大小介于1毫米至1厘米之间的浮游生物。大型浮游生物，小于巨型浮游生物，大于小型浮游生物。

【小型浮游生物】 microplankton 又称“网浮游生物”（net plankton），指大小介于60微米至1毫米之间的浮游生物。小型浮游生物小于大型浮游生物，大于微型浮游生物。

【网浮游生物】 net plakton 即“小型浮游生物”。

【微型浮游生物】 nannoplankton 指大小约从5微米至60微米的浮游生物，如腰鞭毛藻，球石藻等。微型浮游生物小于小型浮游生物，大于超微型浮游生物。

【超微型浮游生物】 ultraplankton 最小的浮游生物，其大小为5微米或更小。

【浮游区生物】 pelagic organisms 一般仅用于海洋生物，又称“远洋生物”，泛指生活于开阔海洋而非海底或海岸地带的海生生物。浮游区生物营游泳生活或漂浮生活，根据所处水层位置，可分为上层浮游区生物、中层浮游区生物、深层浮游区生物及深渊浮游区生物。

【广温性生物】 eurythermal organisms 又称“温度变化生物”。指能在温度变化较大的环境下生活的生物，如腕足类等。

【狭温性生物】 stenothermal organisms 又称“温度固定生物”。指仅能生活于一定温度范围内的生物，如生活于温度一般不低于15℃海水中的造礁珊瑚，分布于热带的苏铁植物等。狭温性生物化石是推断古气候的重要标志之一。

【广盐性生物】 euryhaline organisms 又称“盐度变化生物”。指能够在含盐度变化较大的海水中生活的生物，如某些双壳类及腹足类、介形类、海绵等。近岸地带的海湾、泻湖等，因受气候变化、降雨量及海潮等的影响而使海水含盐度发生变化，其中常仅发育有广盐性生物。

【狭盐性生物】 stenohaline organisms 又称“盐度固定生物”。指仅能生活于一定盐度海水中的生物。正常海水的含盐度为3.5%，适于多数海生生物的生存，如□、古杯、珊瑚、层孔虫、棘皮动物、头足类、三叶虫等。若海水中含盐度增大或减小，这些生物不能适应，数量便会减少，形态也会发生变化，当含盐度变化达一定程度，甚至会引起一些狭盐性生物的灭绝。狭盐性生物化石是推断古地理环境的重要标志之一。

【两极同原】 biopolarity 又称“极地分布”。指某一类生物同时分布在两极及温带区域的海洋内，而不见于中间的热带海洋，是海洋生物的一种隔离分布现象。例如早二迭世晚期澳大利亚、新西兰一带的腕足类和一些双壳类与阿拉斯加，东西伯利亚及我国东北北部同时的动物群有共同的面貌。

【极地分布】 bipolar distribution 即“两极同原”。

【原核生物】 procaryotes 最原始的单细胞生物，细胞还没有真正分化出细胞核和细胞器，核质与细胞质之间不存在明显的核膜。原核生物只能进行无性分裂和接合生殖，生命短促，变异和进化十分缓慢。在南非距今约32亿年的古老地层中发现的古杆菌（Eobacterium）即为此类原核单细胞生物的古老化石代表。现代仍广泛存在，如细菌、病毒、蓝藻等。近来也有人将这一类原核单细胞生物归属为一个界，名原核生物界。

【原核生物界】 monera 生物的一大类，由核质与细胞质之间不存在明显核膜的原核生物组成，包括细菌、病毒、蓝藻等。产于南非距今约32亿年地层中的古杆菌（Eobaetcrium）即为此类的古老化石代表。现代仍广泛分布。

【真核生物】 eucaryotes 指细胞的核质与细胞质之间存在明显的核膜、已具有细胞核及细胞器的生物。真核生物能进行有性生殖，增强其后代的机体，促进了生物的变异和发展。除了原核生物外，所有生物都是真核生物。一般认为真核生物化石最早出现于16—17亿年至13亿年前之间，但最近报导南非距今23—27亿年及北美距今约19亿年的地层中也有发现。现有人将所有真核单细胞生物归属为一个界，即原生生物界。参见“原生生物界”。

【原生生物界】 protista 又称“始先界”。原生生物为真核单细胞生物之总称，现多将这一类生物归属为一个界即原生生物界。包括原归于菌藻植物门的真核单细胞植物及以前隶属于原生动物门的真核单细胞动物，也包括一些兼有动物及植物特征、归属不清的类群。前寒武纪至现代，其中很多门类形成重要的微化石，如金藻门、甲藻门、原生动物门等。

【始先界】 protista 即“原生生物界”。

原生动物及海绵动物

【原生动物门】 Protozoa 动物界中原始的一门，是微小的真核单细胞或单细胞集成群体生物，细胞的功用没有分化，无组织器官。多为异养，有的自养，也有兼能异养及自养者。无性或有性生殖。利用伪足、鞭毛或纤毛进行运动。多无硬体，也有少数具有外壳或骨骼。分布于水中、土壤，或营寄生。体形微小，一般需用显微镜观察研究。前寒武纪至现代。根据运动方式，原生动物门可分为鞭毛虫纲、肉足虫纲、孢子虫纲及纤毛虫纲。除孢子虫纲外均有化石代表，其中以肉足虫纲最为重要。

【肉足虫纲】 Sarcodina 原生动物门的一纲，或列为亚门。细胞膜柔而溥，表面常有由细胞质向外流动而形成的突起，称为肉足（伪足），肉足指状、叶状或分叉，习运动或兼能攫取食物。细胞质常分化为外质及内质，有的可具外壳或骨骼，为钙质、硅质、几丁质等，或为胶结砂粒等而成。属于本纲的有孔虫及放射虫化石很多，具有重要地质意义。前寒武纪、寒武纪至现代。

【有孔虫目】 Foraminiferida 是一类真核单细胞动物，属原生动物门，肉足虫纲的一目，或列为有孔虫亚纲（foraminifera）。壳小，一般为不到 1 毫米至数毫米，大者可达数十毫米甚至 100 余毫米，故有小有孔虫及大有孔虫之分。壳由单房、双房或多房组成，呈平旋、螺旋、绕旋，或成单列、双列、三列式排列，或为不规则排列，外形变化很大。壳口一个或多个，有圆孔状、裂隙状、星状、筛状、树枝状等。根据壳的成分可分为假几丁质壳、胶结壳及钙质壳，其中钙质壳最常见，可再分为钙质微粒壳，似玻璃质壳及似瓷质壳等，不同壳质是有孔虫目划分亚目的依据。壳壁无孔或具细孔，表面光滑或具脊、刺、瘤等各种壳饰。绝大多数海生，以底栖生活为主，也有浮游者，极少数生活于泻湖或淡水湖泊，生活于淡水湖泊者仅限于极少数假几丁质壳的有孔虫。寒武纪至现代，以石炭二迭纪、中生代后期及第三纪最繁盛，广泛分布于世界各地。我国有孔虫化石十分丰富，盛产于石炭、二迭纪及中、新生代海相地层。

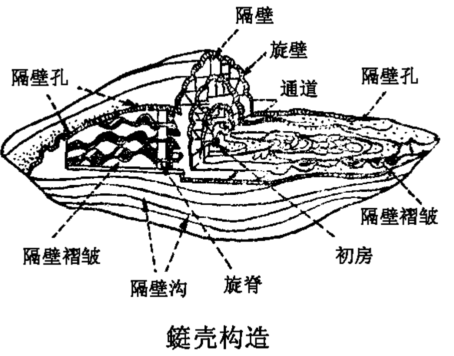
【串珠虫亚目】 Textulariina 有孔虫目的一亚目。胶结壳，又称砂质壳。壳系胶结外来物质而成，胶结物为由原生质分泌的有机质、钙质、铁质等，也偶有为硅质者。被胶结的外来物质多为矿物碎屑（最常见的为石英）及其他生物碎屑（如微小生物的壳、海绵骨针、软体动物壳的碎屑等）。壳内多具假几丁质内层。壳由单房或多房组成，简单或复杂，类型甚多。底栖生活。寒武纪至现代。重要化石代表有：砂囊虫

（Saccammina）、砂盘虫（Ammodiscus）、曲房虫（Lituola）、串珠虫（Textularia）等，我国川、黔等地石炭二迭纪，云南三迭纪及台湾、江苏滨海等地新生代地层内均产有此类化石。

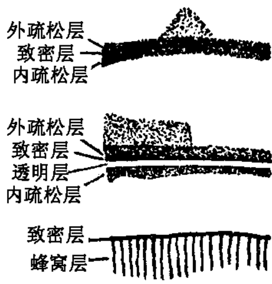


串珠虫

【□】　Fusulinids　又称“纺锤虫”、“纺缍虫”，旧称“□蜗”。我国一般列为原生动物门，有孔虫亚纲，□目（Fusnlinida），国外多列为有孔虫目、□亚目（Fusulini-ina），□超科（Fusulinacea）。壳为钙质，外壳有凸镜形、纺锤形、圆球形、圆柱形等，而以纺锤形为最常见，故名纺锤虫。“纺锤”又称筳，李四光因创“□”字，意即“□状之虫”以代替纺锤虫一名。□壳小，一般长3—6毫米，微小的不及1毫米，最大的可达60毫米。壳的中心为一圆形初房。初房之外有许多壳室，围绕初房包卷，构成许多壳圈。壳室外壁相连而成旋壁，旋壁折向壳体中心部分为隔壁。壳室即由隔壁分隔壳圈而成。高等□在壳室内还有较短的轴向及旋向二组副隔壁。旋壁构造各类分化程度不同，有致密层、原始层、透明层、蜂巢层、疏松层等，是□分类的重要依据之一。每一隔壁中央近底部有一长方形或半圆形孔，各个隔壁底部的孔相连而成用以沟通各个壳室的通道，有的□具有几个通道，称复通道。通道两侧的堤状堆积物称为旋脊。高等□的隔壁底部常具一列圆孔，名为列孔。列孔之间的堤状堆积物称为拟旋脊。有些□体内，在初房两侧至两极之间，沿中轴方向布有黑而不透明的钙质堆积物，名为轴积。□属微古生物学研究范畴，一般须磨制轴切面及中切面在显微镜下观察。全为海生，主要栖居海底，也有少数种类可能营漂浮生活，地理分布极广。最早出现于早石炭世晚期，个体微小，构造简单；中、晚石炭世，形体增大，构造也较复杂；早二迭世达于全盛时期，不仅个体特大，且出现了副隔壁及拟旋脊等复杂构造，至二迭纪末即全部灭绝。□演化迅速，是石炭纪、二迭纪的重要标准化石之一。我国□化石极其丰富，遍布全国，对石炭二迭纪海相地层的划分和对比十分重要。



䗴壳构造



䗴壳旋壁构造

【纺锤虫】　即“□”。

【小泽䗴】　Ozauainella　□的一属。壳小，凸镜形，壳缘尖锐。壳宽一般2—3毫米。旋壁较薄，由致密层及内、外疏松层共三层组成。隔壁平直。旋脊发达，向脐部延伸。中、晚石炭世至二迭纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国海相中、上石炭统均有产出。

【始史塔夫䗴】　Eostaffella　□的一属。壳微小，凸镜形，壳缘钝圆。壳宽一般不超过1毫米。内部壳圈常内旋。旋壁薄，由一层原始层或由致密层及内、外疏松层共三层组成。隔壁平直，旋脊窄而显著。石炭纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国多产于海相中石炭统及下石炭统上部。

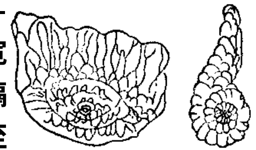
【假史塔夫䗴】　Pseudostaffella　□目的一属。壳微小到小，近球形或近正方形。旋壁由致密层及内、外疏松层共三层组成。旋脊发育。隔壁直，通道窄。中石炭世，分布于亚洲、欧洲及北美。我国中石炭世海相地层中均有产出。


假史塔夫䗴

【南京䗴】　Nankinella　□目的一属。壳中等，厚凸镜形，壳缘窄圆。壳圈一般8—14个。旋壁常因矿化，构造看不清楚。隔壁平直，旋脊发育。主要分布于亚洲二迭系。我国南方下二迭统最多，上二迭统也有产出。

【古纺锤䗴】　Palaeofusulina　□蜓目的一属。壳小，厚纺锤形，壳圈少，包卷较松。旋壁薄，由致密层及透明层组成。隔壁强烈褶皱。无旋脊，初房大。晚二迭世，分布于亚洲及欧洲。我国产于南方上二迭统，长兴组中最丰富。

【喇叭䗴】　Codonofusiella　□的一属。壳微小到小，最初3—4圈呈纺锤形，最后一个壳圈不包卷，形如喇叭。不包卷部分的宽度常达壳宽1.5—2倍。旋壁薄，由致密层及透明层二层组成。隔壁强烈褶皱。具旋脊。喇叭状是本属的主要特征。早二迭世晚期至晚二迭世，分布于亚洲、欧洲及北美。我国上二迭统吴家坪组中最丰富。


喇叭䗴

【小纺锤䗴】　Fusulinella　□目的一属。壳小到中等，纺锤形。旋壁由致密层、透明层及内、外疏松层共四层组成。隔壁平直，或在两极褶皱。旋脊粗大。中石炭世，分布于亚洲、欧洲、北美。我国南方中石炭统黄龙组及北方本溪组均有产出。


小纺锤䗴

【太子河䗴】　Taitzehoella　□目的一属。壳小，菱角形，中部凸出、侧坡下凹，两极伸出。壳圈6—8个，包卷紧密，内部1—2个壳圈的中轴和外部壳圈的中轴斜交。旋壁极薄，由致密层及内疏松层二层组成。隔壁平直。旋脊发育。分布于我国、欧洲及格陵兰岛中石炭世海相地层。

【纺锤䗴】　Fusulina　□目的一属。壳小到大，纺锤形至长纺锤形。旋壁由致密层、透明层及内、外疏松层共四层组成。隔壁全面强烈褶皱。旋脊小，不甚发达。亚洲及欧洲中石炭世，北美中晚石炭世。我国富产于南方中石炭统黄龙组及北方本溪组。

【麦瘼】　Triticites　□目的一属。壳小到大，纺锤形至长纺锤形，一般有5—6个壳圈，最多可达10圈。旋壁由致密层及蜂巢层组成。壳体中部隔壁平直，两极褶皱。旋脊发育。晚石炭世，分布于亚洲、欧洲及北美。我国海相上石炭统中化石很多。

【希瓦格瘼】　Schwagerina　□目的一属。壳小到大，一般为纺锤形，也有近圆柱形者。壳圈6—10个。旋壁由致密层及蜂巢层组成。隔壁褶皱强烈而不规则。旋脊无，或仅见于最初壳圈上。有时具轴积。晚石炭世至早二迭世分布于亚洲、欧洲及北美。我国海相上石炭统及下二迭统中都很丰富。

【假希瓦格瘼】　Pseudoschwagerina　□目的一属。壳中等到大，粗纺锤形至球形。最初数圈包卷较紧以后骤然放松，最后一圈又紧，旋壁由致密层及细蜂巢层组成。隔壁平直或轻微褶皱。旋脊小，常见于最初几圈。晚石炭世，分布于亚洲、欧洲及北美。我国各地海相上石炭统均有发现。

【拟纺锤瘼】　Parafusulina　□目的一属。壳大到巨大，近圆柱形。旋壁较薄，由致密层及蜂巢层组成。隔壁强烈褶皱，相邻两隔壁的褶皱相向凸凹，未达壳室底部即互相连接，以致和室底之间形成拱形的串孔。一般无旋脊。早二迭世，分布于亚洲及北美。我国主要产于南方下二迭统栖霞组。

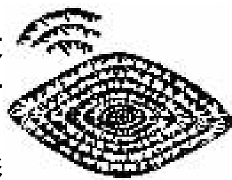
【费伯克瘼】　Verbeekina　□目的一属。壳大，近球形。壳圈多，包卷紧密。旋壁薄，由致密层、细蜂巢层及内疏松层共三层组成。隔壁平直，具列孔。拟旋脊多见于内部及外部壳圈，不连续，中部壳圈很少。早二迭世晚期，分布于亚洲、欧洲及北美。我国主要产于南方下二迭统上部茅口组中。

【米斯瘼】　Misellina　□目的一属。壳小，粗纺锤形至椭圆形。旋壁由致密层及细蜂巢层共二层组成。隔壁平直。拟旋脊发育完善，低而宽。列孔多。生存于亚洲及北美早二迭世早期。我国多产于南方下二迭统栖霞组下部。

【新米斯捷】　Neomisellina　□目的一属。壳大，椭圆形至瓜形。旋壁由致密层、细蜂巢层及其下一薄而较致密之层共三层组成。隔壁平直。拟旋脊窄而高，发育完善。列孔很多。生存于亚洲早二迭世晚期。我国常产于南方下二迭统上部茅口组上部。

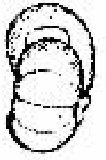

新米斯䗴

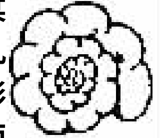
【新希瓦格瘼】　Neoschwagerina　□目的一属。壳大，厚纺锤形。壳圈密而多，最多可达20圈。旋壁由致密层及蜂巢层共二层组成。隔壁平直，列孔多。具轴向及旋向二组付隔壁。拟旋脊宽而低，发育完好。早二迭世晚期，分布于亚洲、欧洲及北美。我国主要产于南方及西北下二迭统上部茅口组。


新希瓦格䗴

【苏门答腊瘼】　Sumatrina　□目的一属。壳中等到大，纺锤形至长纺锤形。壳圈8—10个。旋壁薄，由致密层一层组成。隔壁平。副隔壁二组，呈钟摆状，并可按其长短分为第一，第二付隔壁。拟旋脊窄而高。列孔多。早二迭世晚期，分布于亚洲及欧洲。我国富产于南方下二迭统上部茅口组。

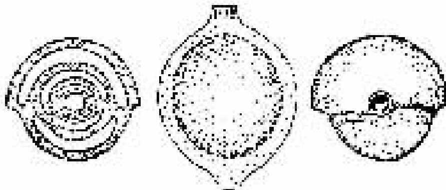
【内孔虫超科】 Endothyracea 有孔虫目的一超科，钙质微粒壳，壳壁一般两层，具极细微孔。壳为多房室组成，房室排列及壳形类型很多，隔壁发育，有的还具有副隔壁。志留纪至三迭纪，化石多而重要。我国川、黔等地石炭系，二迭系产有内孔虫（Endothyra），古串珠虫（Palaeotextularia），科兰尼虫（Colaniella），云南三迭系产有四排虫（Tetrataxis）等。





内孔虫

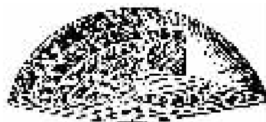
【粟米虫亚目】 Miliolina 有孔虫目的一亚目。壳钙质，也可具有某些外来物质，通常不透明，似无釉瓷器，故又称似瓷质壳。壳内常具假几丁质内层。房室排列多绕旋，外形枣核状或米粒状，每个旋圈包括两个房室，根据这两个房室对称面相交成 180°，120°，144°而分别称为双块虫式壳，三块虫式壳和五块虫式壳等。成年壳无孔。石炭纪至现代。仅包括一个超科，即粟米虫超科，代表属如粟米虫（Miliola），双块虫（Pyrgo），五块虫（Quinqueloculina）等。我国中、新生代海相地层中已发现较多的粟米虫类化石，特别是壳的内部构造复杂的蜂巢虫类（Alveolinids）是划分对比晚白垩世及第三纪海相地层的一类重要的大型有孔虫化石，我国西南已有发现。



双块虫

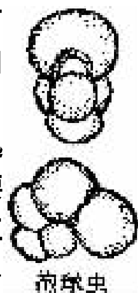
【轮虫亚目】 Rotaliina 有孔虫目中包括属种最多的一亚目。壳钙质，壳壁多层，具细孔，通常透明或半透明，外表具玻璃光泽，故又称似玻璃质壳。隔壁单层，双层或多层。二迭纪至现代。可再分为 10 超科，多数类别我国均已发现，其中抱球虫超科为浮游有孔虫，是我国西南海相白垩系的一类重要化石，其他如圆片虫科（Orbitoididae）、货币虫科（Nummulitidae）、圆旋虫科（Discocyclinidae）等也是我国西南地区海相白垩纪或早第三纪的重要化石。

【货币虫】 Nummulites 大型有孔虫，为有孔虫目，轮虫亚目，货币虫科的一属。壳呈透镜形圆盘形，状如货币，故名。钙质壳，包旋，两侧对称，壳圈多，为隔壁分隔成许多房室，具支柱及管道系统。海生，产于温暖浅海地带。生存于亚洲、欧洲及北美早第三纪，始新世最盛，我国珠穆朗玛峰等地始新统中产出甚多。Nummulites Lamarck，1801 为 Camerina Bruguiere，1792 的次异名，但因使用已久，经国际动物命名委员会决定保留使用。

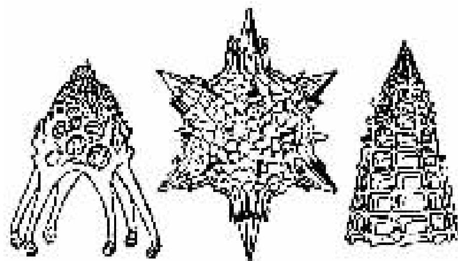


货币虫

【抱球虫超科】　Globigerinacea　有孔虫目，轮虫亚目的一超科。全为浮游有孔虫，有孔虫目中的浮游类型均属此超科。壳钙质，壳壁双层，薄而透明多孔，有放射纤维状构造。房室多近球形，以平旋式或螺旋式为主。单口孔或复口孔，常见补充口孔或辅助口孔。壳表面常有尖疣或细刺。中侏罗世至现代。浮游有孔虫在全部有孔虫中虽然只占极少数，但自中侏罗世出现以来演化迅速，分布广泛，很多属种是海相白垩纪及第三纪地层建带及洲际对比的重要化石，有些也是重要的指相化石。代表属为抱球虫（Globigerina），我国江苏、上海、台湾等地均有产出，近年在我国西藏发现的异卷虫（Heterohelix）、轮孔虫（Rhtalip ora）、球截虫（Globotruncana）等对确定及对比白垩纪海相地层非常重要，在新疆南部发现的抱球虫、球轮虫（Globorotalia）、似平轮虫（Trunocrotaloides）等是研究海相第三纪地层的重要化石。


抱球虫

【放射虫目】　Radiolaria　原生动物门、肉足虫纲的一目，或列为亚纲。体微小，一般为圆球形，具一穿有小孔的中囊将原形质分为囊内、囊外两部分，线状伪足自中心放射状伸出。骨骼多在中囊之外，大部为硅质，也有少数为硫酸锶所组成，形状变化很大，多为网格状的球形、铃形、盘形、锥形等，常饰有棘刺。有的且为数层，呈同心状排列，其间有细小的支柱相连，也有的骨骼仅为松散的骨针。放射虫全为海生，营浮游生活，分布极广，死后沉于海底，常形成放射虫软泥，多分布于赤道太平洋的深海海底。但在地层中也发现有与浅海底栖生物共生的放射虫化石。寒武纪至现代。常见于硅质层。我国西藏珠穆朗玛峰三迭系发现有空球虫（Cenosphaera）、十字球虫（Staurosphaera）、网冠虫（Dictyomitra）等，黑龙江那丹哈达岭也有发现。


放射虫

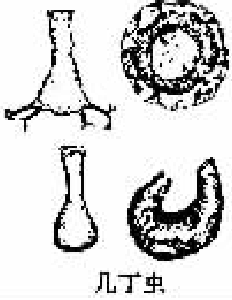
【纤毛虫纲】　Ciliata　原生动物门的一纲，或列为亚门。终生被以纤细短毛，故名。身体表面具有薄而坚固的薄膜，故有经常固定的外形。细胞核有大核和小核之分。无性生殖或接合生殖。分布于海水、淡水或寄生。钟纤毛虫亚目（丁丁类）为本纲惟一具有化石的类别。参见“钟纤毛虫亚目”。

【钟纤毛虫亚目】　Tintinnia　钟纤毛虫又称“丁丁虫”。原生动物门，纤毛虫纲的一亚目，为纤毛虫纲惟一具有化石代表的类别。体呈锥形或喇叭形，具纤毛，有一称为了甲的骨骼，丁甲由假几丁质或胶结砂粒或具他生物碎屑而成，大小从45至1000微米，形状变化大，一般呈杯形或管形等，口部常膨胀。泥盆纪至现代，浮游生活。现知第四纪前的化石均为海生，第四纪及现生种类则有淡水生者，现代各海洋中均有产出。

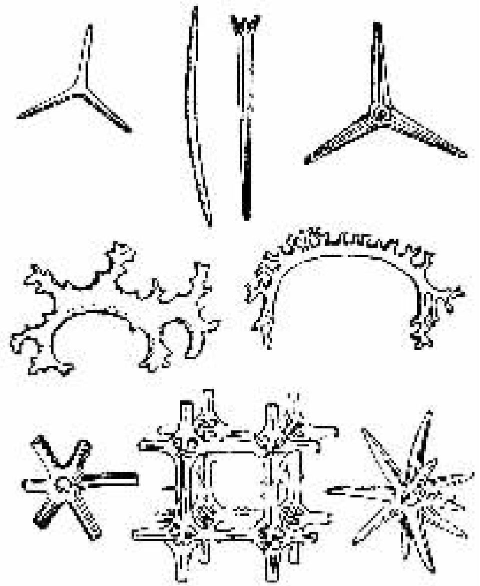

钟纤毛虫

【丁丁虫】 即“钟纤毛虫”。

【几丁虫】 Chitinozoa 是一类现已灭绝，分类位置尚不清楚的微化石。壳为可能由假几丁质或几丁质组成的囊体，一般黑色不透明，也有呈棕色透明者。囊体为瓶形，或为管形，漏斗形，钟形等，沿中心长轴呈辐射对称，一端较窄，称为颈，其末端开口，可具口盖，另一端称为体室，呈球形，锥形，圆柱形等。囊壁单层或双层，表面具刺、瘤、棱状壳饰等。囊体长 50—1000 微米，一般为 150—300 微米，单体或相连成链状的集成群体。根据壳的形态及构造特征等可进一步分类，已描述约有 60 个属及几百个种。产于海相灰岩、泥灰岩、页岩及硅质岩中，常与笔石、牙形刺等共生，数量极多。晚寒武世至泥盆纪，分布于亚洲、欧洲、美洲、非洲及大洋洲，对这些时代地层的划分与对比很有价值，近来在石炭二迭纪地层中也有报导。我国广西、云南、四川、贵州等省的泥盆系均有发现。

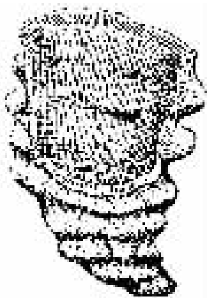

几丁虫

【海绵动物门】 Porifera 是一门最低等的多细胞动物。单体或群体，大小不一，小的几毫米，大者可达 2 米。单体外形变化很大，有杯形、球形、瓶形或圆柱形等，中央为一中空的中央腔，体壁上穿有许多小孔，故又称多孔动物门。骨骼为硅质或钙质骨针，或为角质骨丝，有的兼有骨针、骨丝。一般仅有骨针可以保存化石。骨针可分为大骨针及小骨针两类。小骨针长 10—100 微米，化石稀少。大骨针多长于 100 微米，形状很多，根据轴的多少而分为单轴型、双轴型、三轴型、四轴型或多轴型等，或可根据自中心点分出的数目而分为单射、双射、三射、四射等，也有的形状不规则。骨针常分散保存，或互相穿插形成骨架而保存海绵体的外形。海绵动物门根据其骨骼成分、特点等可分为普通海绵纲、玻璃海绵纲及钙质海绵纲，近年又建立了骨海绵纲。海绵多为海生，极少数生活于淡水，均为固着底栖生活。最早出现于前寒武纪，一直延续至现代，欧洲中生代产出很多。我国寒武系发现有原始海绵（Protospongia），志留系有盘海绵（Receptaculites），二迭纪有钝管海绵（Amblysiphonella） 等。

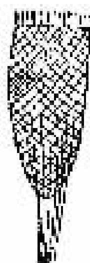
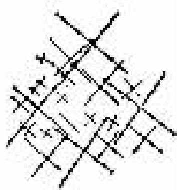

海绵骨针

【多孔动物门】 Porifera 即“海绵动物门”。海绵动物体具许多小孔，故称“多孔动物”。

【普通海绵纲】 Demospongia 海绵动物门的一纲。种类很多，体形变化复杂。具硅质骨针，或具骨丝，通常二者兼有，也有少数种类两者皆无，骨针各轴间多为 60°或 120°角。沟系复杂。主要海产，也有少数生活于淡水。寒武纪至现代。化石代表如产于奥陶纪的古钵海绵（Archaeocyphia）、奥陶志留纪的钵海绵（Astylospongia）等。


古钵海绵

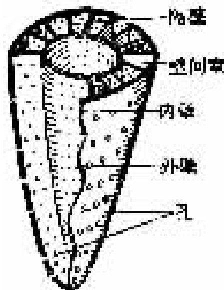
【玻璃海绵纲】 Hyalospongea 又称“六射海绵纲”，海绵动物门的一纲。大型单体海绵，多呈筒形。仅具硅质骨针，通常为在一个平面上互相垂直的四射骨针，或再具有与之垂直的一射或二射骨针而成为五射或六射者，也有为多射骨针。沟系为简单的复沟型。仅在深海中固着生活。前寒武纪（?）、寒武纪至现代。化石代表如产于寒武纪及奥陶纪的原始海绵（Protospongia）、志留纪至泥盆纪的星海绵（Astraeospongium）等。



原始海绵

【六射海绵纲】 Hexactinellida 即“玻璃海绵纲”。

【钙质海绵纲】 Calcispongea 海绵动物门的一纲。小型单体或群体海绵，具钙质骨针，骨针一般为二射、三射或四射，常互相连接成骨架而保存海绵体的形状。沟系有单沟形，双沟型及复沟型三种类型。均产于浅海。寒武纪至现代。化石代表如产于晚石炭世至二迭纪的钝管海绵（Amblysiphonella）等。

【古杯动物门】 Archaeocyatha 是一门海生多细胞动物，有单体、群体或礁体。单体形状为杯状、锥状或圆柱状等，表面光滑，或具瘤状突起，或具横向、纵向褶皱。单体高一般为 10—30 毫米，直径 5—20 毫米。骨骼由多孔的钙质骨板组成，具外壁或由外壁及内壁组成的两个壁，内、外壁之间的空隙有放射状纵向排列的隔板及横向排列的横板等。内壁之内为中央腔，有时部分填有泡沫板。内、外壁及隔板、横板等均穿有小孔。古杯类在动物界中的分类位置争论已久，过去根据其外形及多孔等特点，认为属于海绵动物门，而称为古杯海绵。但古杯骨骼穿有小孔，类型复杂，从未见有骨针，这与海绵由于骨针松散联结而成的小孔大不相同，海绵骨骼由骨针组成，无内、外壁及隔板等构造。



古杯类硬体构造

现多主张将古杯列为动物界一个独立的门。古杯动物繁盛于早寒武世，分布极广，遍及世界各地，中寒武世即显著减少，仅见于部分地区，以后基本灭绝，也有人认为可延至志留纪。我国古杯化石主要分布于南方下寒武统，新疆也有发现，常见属有原古杯（Archaeocya thus）、网格古杯（Retecyathus）等。北方中寒武统张夏组也产有少数代表。

【原古杯】　Archaeocyathus　古杯动物门的一属。杯体具多孔的内、外壁，壁间发育着弯曲程度不同的曲板，中腔明显，泡沫板极少发育。早、中寒武世，分布于亚洲、欧洲、北美、大洋洲及南极洲。

【网格古杯】　Retecyathus　古杯动物门的一属。杯体一般呈柱状，内外壁均具孔。壁间有弯扭的曲板，分布均匀。中腔明显。壁间与中腔内都可有泡沫板。亚洲早寒武世。我国产于湖北下寒武统天河板组。

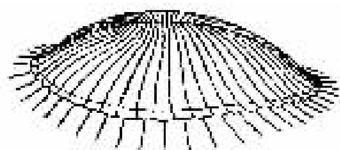
腔肠动物及蠕形动物

【腔肠动物门】　Goelenterata　动物界的一门，现生的水螅、水母及珊瑚等均属此门。单体或群体，体壁具内、外两胚层，两层之间为中胶层。身体中央为一空腔，用以消化食物，吸收营养，故称腔肠。腔的顶端开口，兼具口及肛门的功能，口的周围生有一定数目的触手。外胚层上多有刺细胞，用以捕食和自卫。有两种体形，一为水螅型，一为水母型，无性和有性两种生殖方式常交互出现，形成世代交替。很多腔肠动物具有外骨骼或在中胶层内的骨骼，骨骼多为钙质，有些可成礁。绝大多数海生，浮游或固着底栖生活，分布极广，极少产于淡水。最早出现于前寒武纪，一直延续至现代。腔肠动物包括种类甚多，一般分为：原水母纲、侧水母纲、水螅纲、钵水母纲、珊瑚纲及栉水母纲。珊瑚纲现生及化石类型均极丰富，是本门中最重要的一类，原水母纲及侧水母纲是原始的化石种类，水螅纲及钵水母纲主要为现代生物，也有少量化石保存，栉水母纲无刺细胞而具粘细胞，胚胎发育中还形成原始的中胚层，故有将其另列为一亚门或列为独立的一门，未发现化石。

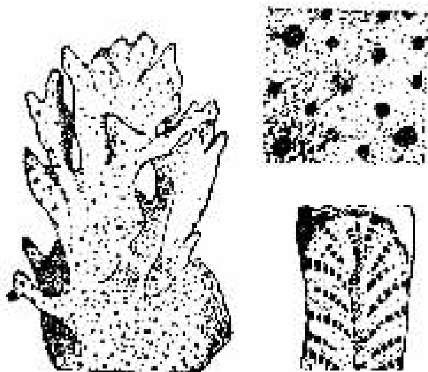
【原水母纲】　Protomedusae　腔肠动物门的一纲。原始的腔肠动物，外形变化大，多呈椭球状，被放射沟分裂成若干个放射囊，一般为 5 个或 7 个，共间可再插入较短的辅助囊。胃盘状，藉放射管与每一放射囊相连，并有轴管通至腹腔，口腕 4 个，也可能为 5 个，内有中管与腹腔相通，末端为孔。无触手、中央口及坏管。前寒武纪晚期至奥陶纪（？），石炭纪。仅包括一目一科，即布鲁克斯水母目，布鲁克斯水母科，代表属为布鲁克斯水母（Brooksella），见于北美及欧洲，北非也发现有类似标本，我国近来也发现有此类化石。


布鲁克斯水母

【侧水母纲】 Dipleurozoa 腔肠动物门的一纲。是一类原始而特殊的腔肠动物，体呈椭圆形的钟状，两侧对称、椭圆体的长轴方向有一中沟，沿中沟两侧分出许多直达边缘的细沟，分水母体为许多侧节，边缘有很短的缘瓣，每个缘瓣具一简单触手。现知仅一属：狄更逊水母（Dickinsonia），属狄更逊水母目、狄更逊水母科，产于澳大利亚下寒武统。


狄更逊水母

【水螅纲】 Hydrozoa 腔肠动物门的一纲。单体或群体，终生水螅型或水母型，或两者兼有。口直通腔肠，没有食道，腔肠内无隔膜。水螅型常形成群体，外胚层分泌几丁质或钙质骨骼，水母型多具缘膜。大部海生，少数产于淡水。寒武纪至现代。水螅纲可再分为硬水母目、水螅目、绵形水螅目、千孔螅目、柱星螅目、层孔虫目及管水母目，其中层孔虫目为本纲的重要化石代表，我国化石很多。珠穆朗玛峰上三迭统及上侏罗统产有绵形水螅类等。


千孔螅

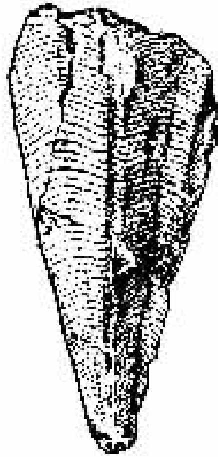
【层孔虫目】 Stromatoporoidea 是一类已经灭绝的海生群体动物，一般归为腔肠动物门，水螅纲的一目，也有列为一独立的纲。层孔虫硬体外形变化很大，有球状、半圆球状、块状、分枝状、薄层状、圆柱状等，最小直径仅数毫米，最大可达半米，由同心层状排列的钙质细层和垂直这些细层的支柱构成。细层平直、弯曲或褶皱，支柱限于细层之间或穿过细层，有时细层及支柱发育不完整而形成不规则的网格状。细层及支柱均是坚实的或穿有细孔。有的层孔虫外形圆柱状，中央具有空心的轴管，管内可具横板，管的周围被细层和支柱或泡沫状组织所围绕，如常见于泥盆纪的双孔层孔虫（Amphipora）。硬体表面常有成放射状排列的星状沟及刺、瘤、凹陷等。研究层孔虫除注意其硬体外形特点外，主要是切制弦切面、纵切面及横切面研究其内部构造。层孔虫全为海生，固着海底或附在其他物体上生长。生存于古生代及中生代，志留纪及泥盆纪为最繁盛，常形成礁体，石炭纪以后逐渐减少，中生代仅有少数代表，近来报导第三纪也有发现。我国层孔虫化石很多，常见的属有拉贝希层孔虫（Labechia）、方格层孔虫（Clathrodictyon）、放射层孔虫（Actinostroma）等，珠穆朗玛峰的侏罗系中发现有准放射层孔虫（Actinostromina）等。


层孔虫

【钵水母纲】 Scyphozoa 又称“真水母纲”，腔肠动物门的一纲。多为水母型个体，水螅世代极其短暂而不显著。水母体一般形体较大，大者直径可达2米，不具缘膜，多呈明显四辐射对称，腔肠被四个辐射状的隔膜分隔。可分为两亚纲：钵水母亚纲（Scyphomedusae）及锥石亚纲（Conulata）。钵水母亚纲无硬体，化石少见，偶有保存为印模或内核者；锥石亚纲具几丁磷灰质外壳，是古生代及三迭纪分布很广的一类化石。前寒武纪（或寒武纪）至现代，全为海生，多属浮游生活，也有固着海底者。

【真水母纲】 即“钵水母纲”

【锥石亚纲】 Gonulata 又称“方锥石亚纲”，一般列为腔肠动物门，钵水母纲的一亚纲，但也有认为是分类位置未定的一类特殊海洋动物。壳呈直或弯曲的锥状，断面正方形、菱形、长方形或圆形等。壳长一般数厘米，最长可达40厘米，壳厚不过1毫米，由几丁磷灰质组成。壳口有连着壳面的三角形口叶掩盖。锥体四角多凹入成角沟，每一锥面被一纵向中沟分为相等的两半，有的中沟两侧中间再有一对侧沟。壳面具横向及纵向壳饰，也有的壳面光滑。有的口缘带有触须。壳内顶端或具横板，与四个中沟相当处偶有四个分义的隔板。锥石全为海生，以壳顶的固着盘固着海底或营浮游生活。出现于中寒武世至三迭纪，志留纪及泥盆纪最多，分布极广，亚洲、欧洲、美洲及大洋洲等均有报导。我国甘肃、贵州、西藏、湖南、江西、四川、内蒙、吉林等省奥陶纪至二迭纪地层均有发现。

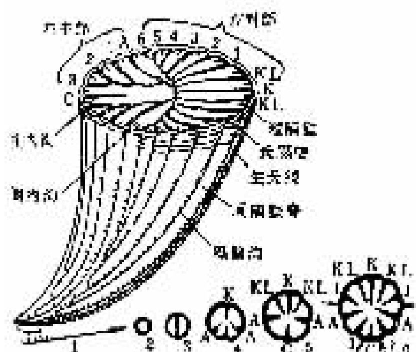

锥石

【方锥石亚纲】 Conulata 即“锥石亚纲”，

【珊瑚纲】 Anthozoa 海生无脊椎动物，为腔肠动物门的一纲。单体或群体，群体珊瑚常成珊瑚礁。软体顶部具许多中空的触手，外形似花，故有花状动物之称（Anthozoa 花状动物）。珊瑚绝大多数具外胚层分泌的钙质外骨骼，少数具产于中胶层内的骨骼。珊瑚纲进一步分类的意见，颇不一致，重要类别有皱纹珊瑚、异珊瑚、六射珊瑚、八射珊瑚及床板珊瑚等。其中皱纹珊瑚、异珊瑚及床板珊瑚主要生存于古生代，化石甚多，均极重要，是古生代地层划分对比的重要依据之一。六射珊瑚生存于中生代至

现代，也较重要。八射珊瑚出现于中生代，繁盛于新生代及现代，化石较少。珊瑚全为固着海底生活，大多生活于温暖浅海地带。造礁珊瑚主要分布于水深不超过 90 米的海底，水温低于 15℃即不易生存，以水温 25°－29℃，水深 20 米以内地带发育最盛，但在温度较低、海水较深的地区仍有单体珊瑚生长。

【皱纹珊瑚目】　Rugosa　珊瑚纲的一目，或列为一亚纲，因珊瑚体的外壁表面上常有皱纹而得名。单体或群体，单体外形有柱状、锥状、盘状及拖鞋状等；群体外形为丛状（由松散分枝的圆柱状个体组成）或块状（由角柱状个体密集而成）。皱纹珊瑚骨骼构造以具有放射状排列的隔壁及横向排列的床板及鳞板大量发育为特征，较高级的种类还具有轴部构造。隔壁为纵列的薄板，是珊瑚骨骼构造中最主要的部分。原生隔壁有六个（主隔壁、对隔壁、两个侧隔壁及两个对侧隔壁），后生的一级隔壁发生于主部（主隔壁与侧隔壁之间）及对部（侧隔壁与对侧隔壁之间），每轮增加四个，故又称四射珊瑚。成年期各轮生长的隔壁近乎等长，统称之为长隔壁（一级隔壁），长隔壁之间尚可有较短的短隔壁（二级隔壁、三级隔壁）。有时主隔壁、对隔壁常缩短，或因成年期隔壁不作放射状而仍保持少年期的四分式羽状排列，在主隔壁、对隔壁或邻近侧隔壁处形成较大的凹沟，分别名为主内沟、对内沟和侧内沟，其中以主内沟最为常见和明显。床板是上下迭置的横板，位于珊瑚体的中部或穿越整个体腔，发育床板的部位称为床板带。床板可以是完整的横板，也可以呈泡沫状，水平排列，或上凸，或下凹。鳞板是界于相邻隔壁之间、呈鱼鳞状上凸的小板，上下迭复，位于珊瑚体外壁的内缘。发育鳞板的部位称鳞板带。轴部构造主要是中轴或复中柱，中轴为坚实的小柱或短板，直立于珊瑚体的中心；复中柱由中板、辐板及斜板组成，横切面为蛛网状。外壁表面具细的生长线及粗的皱纹，外壁上与隔壁位置相当的纵沟称为隔壁沟，隔壁沟之间的隆起为间隔壁脊。皱纹珊瑚骨骼的微细构造由层状组织、羽状组织或羽层状组织组成。皱纹珊瑚根据其骨骼构造配置特点可分为四种构造类型：①单带型：由隔壁及床板组成；②双带型：由隔壁、床板及鳞板组成；③三带型、由隔壁、床板、鳞板及中轴或复中柱组成；④泡沫型：一般仅山泡沫板组成。皱纹珊瑚目一般分为三亚目：扭心珊瑚亚目、柱珊瑚亚目及泡沫珊瑚亚目。皱纹珊瑚化石的研究，主要是根据其骨骼构造特征，一般要将标本磨成切面，在低倍显微镜下观察。切面分与珊瑚生长方向垂直的横切面及与之相垂直并通过珊瑚中心的纵切面两种，有时为了研究珊瑚的个体发育，还须切制珊瑚个体从幼年到成年的一系列横切面。皱纹珊瑚从奥陶纪出现，二迭纪末灭绝，分布广泛，演化迅速。奥陶纪的皱纹珊瑚几乎都是单带型的，双带型皱纹珊瑚晚奥陶世即有产出，志留纪开始发育，石炭纪及二迭纪除继续有单带型及双带型的代表外，并发育具有轴部构造的三带型皱纹



皱纹珊瑚隔壁发生方式
C. 主隔壁；　K. 对隔壁；
A. 侧隔壁；　KL. 对侧隔壁；
1, 2, 3…各为同时生长的四个隔壁
* 隔壁发生部位

珊瑚。泡沫型皱纹珊瑚一般限于志留纪及泥盆纪。皱纹珊瑚化石多保存于石灰岩中，是古生代的重要标准化石之一，也是一类很好的指相化石。我国皱纹珊瑚化石非常丰富，对奥陶纪至二迭纪海相地层的划分、对比十分重要。

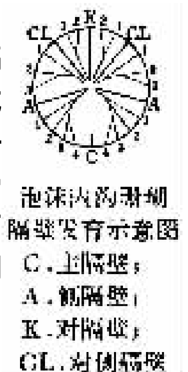
【四射珊瑚】 Tetracoralla 即“皱纹珊瑚”。皱纹珊瑚除原生的6个隔壁外，后生的一级隔壁每轮增加4个，故又称“四射珊瑚”。参见“皱纹珊瑚目”。

【扭心珊瑚亚目】 Streptolasmatina 珊瑚纲、皱纹珊瑚目的一亚目。单体为主，复体稀少。边缘厚结带为隔壁厚结带或为隔壁间小鳞板组成的边缘鳞板带。隔壁多呈羽状排列。床板为典型穹窿状。晚期类型可具有中轴或复中柱。奥陶纪至二迭纪。常见化石有：速壁珊瑚（Tachylasma）、扭心珊瑚（Streptelasma）、分珊瑚（Disphyllum）、棚珊瑚（Dibunophyllum）、簇棚珊瑚（Corwenia）、犬齿珊瑚（Caninia）等。

【柱珊瑚亚目】 Columnariina 珊瑚纲，皱纹珊瑚目的一亚目。主要为复体，单体少见。边缘带在最古老种类中缺失，但较晚的类型则发育隔壁厚结带，有的为朗士德型鳞板带或为一列发育不全的斜长形鳞板所代替。隔壁多辐射排列，在床板带内细薄，多不达轴部。床板完整平坦，或边缘下斜，或轴部凹陷。较晚期类型可具复中柱。奥陶纪至二迭纪。化石代表如：蜂房星珊瑚（Favistella）、内珊瑚（Endophyllum）、朗士德珊瑚（Lonsdaleia）、文采尔珊瑚（Wentzelella）等。

【泡沫珊瑚亚目】 Cystiphyllina 珊瑚纲，皱纹珊瑚目的一亚目。单体或群体，边缘厚结带为羽榍状及层状骨骼所组成，或为小球状鳞板带。隔壁不连续，形成孤立的隔壁脊突或较长的隔壁刺，有的相互积迭形成漏斗状的隔壁锥。床板平坦完整，或为不完整的小床板，呈倒锥形。无中轴或复中柱等轴部构造。奥陶纪至泥盆纪。常见化石如泡沫珊珊（Cystiphyllum）、拖鞋珊瑚（Calceola）等。

【中珊瑚目】 Mesocorallia 珊瑚纲的一目。单体珊瑚。原始隔壁6个，一级隔壁生长在六个位置，即主隔壁的两侧，两个侧内沟处和对隔壁的两侧。隔壁排列左右对称。次级隔壁微发育或不发育。床板完整或不完整。有或无鳞板。出现于早石炭世及志留纪。代表属为泡沫内沟珊瑚（Cystophrentis），仅见于我国南方早石炭世早期。中珊瑚的形态与骨骼构造特征与皱纹珊瑚相似，但皱纹珊瑚后生的一级隔壁不在对隔壁两侧生长，每轮生长4个。中珊瑚的隔壁发生特点预兆着中生代六射珊瑚的隔壁生长方式。



泡沫内沟珊瑚隔壁发育示意图
C.主隔壁；
A.侧隔壁；
K.对隔壁；
CL.对侧隔壁

【异珊瑚目】 Heterocorallia 珊瑚纲的一目，或列为一亚纲。现知仅包括三个属，均为小型细长柱形单体珊瑚。单体极细长，圆柱状或多角柱状，长数厘米，甚至数十厘米，直径一般仅几毫米，或为10余毫米，且变化不大。隔壁发生情况与四射珊瑚及六射珊瑚均不同，有的仅有六个隔壁，在中心相交（六异珊瑚 Hexaphyllia），或再长有许多后生隔壁，成四束状排列，形成四个窄长内沟（异珊瑚 Heterophyllia）。床板完全，中部上穹，边缘倾斜陡直。无鳞板。一般无外壁，或仅认为六异珊瑚具有外壁，但常被破坏而保存不全。边缘为由床板及隔壁加厚而形成的厚结带。表面具纵沟及钩状刺。可能为附着其他生物上，营假浮游生活。早石炭世晚期至中石炭世早

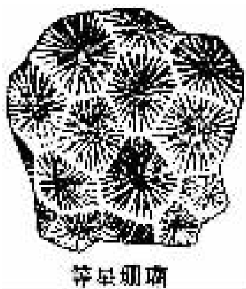
期，分布于亚洲及欧洲，欧洲泥盆系也有发现，我国下石炭统上部，亦发现有此类化石，如六异珊瑚等。


异珊瑚

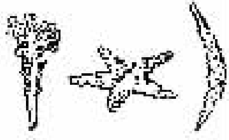
【床板珊瑚目】 Tabulata 珊瑚纲的一目，或列为一亚纲。全为群体珊瑚，外形变化大，有丛状、块状、树枝状、链状等。个体细长，圆管状或角柱状。个体间具连接构造，丛状者个体间相互分离，其间连以短小的连接管或连接板，块状者个体间紧密毗连，壁上具有圆形或椭圆形的壁孔。床板特别发育，故名床板珊瑚。隔壁不发育或仅有隔壁脊或隔壁刺，轴部构造不发育，少数种类可具鳞板。床板珊瑚也要磨制纵切面及横切面进行研究。最早出现于晚寒武世，繁盛于志留纪、泥盆纪及石炭纪，古生代末灭绝。我国古生代地层中床板珊瑚十分丰富。原列为床板珊瑚的古生代以后的代表，主要为刺毛虫类，现多已分出。参见“ 刺毛虫类 ”。

【刺毛虫类】 Chaetetids 是一类分类位置尚未最后确定的腔肠动物，多列为床板珊瑚的一个科或归入水螅纲，故也有称刺毛螅类。群体块状、半球状或板状等，个体极细，成长棱柱状，壁上无孔，横切面上可见有假隔壁突起，床板完整。中奥陶世至始新世。代表属为刺毛虫（Chaetetes）。我国晚古生代海相地层中化石颇多，珠穆朗玛峰地区上侏罗统及始新统产有波尼刺毛虫（Bauneia） 等。

【六射珊瑚目】 Hexacorallia，Scleractinia 珊瑚纲的一目，或列为一亚纲。单体或群体，但以群体为主。六射珊瑚最早生长六个隔壁，以后每次即以 6、12、24……等六的倍数增长，故名六射珊瑚。每次生长的隔壁等长，成放射状排列，隔壁的外端伸出壁外形成隔壁脊。有的六射珊瑚具中柱及鳞板，但床板极不发育。高等种类隔壁及壁上穿有小孔。六射珊瑚最早出现于中三迭世，一直延续至现代，是中生代至现代主要造礁动物之一，现代六射珊瑚主要分布于热带的温暖浅海地带。我国西南海相中生代地层中产有六射珊瑚化石，如珠穆朗玛峰上三迭统产有高壁珊瑚（Montlivaltia）、灌木星珊瑚（Thamnasteria）、剑鞘珊瑚（Thecosmilia），上侏罗统有等星珊瑚（Isastrea）、上白垩统有柱剑珊瑚（Stylosmilia）、始新统有共星珊瑚（Astrocoenia） 等，滇西北上三迭统也产有灌木星珊瑚、剑鞘珊瑚等。


等星珊瑚

【八射珊瑚亚纲】 Octocorallia 珊瑚纲的一亚纲。全为群体珊瑚，因其软体口部具八个羽状触手，腔肠内有八个隔膜而得名。群体树枝状，表面有互相连续的共肉，骨骼由钙质或角质骨针组成，骨针分散在软体内或聚集形成骨轴，也有由骨针形成管状的骨骼。八射珊瑚主要生存于中生代至现代，繁盛于新生代及现代，但化石很少，地层意义不大。


八射珊瑚骨针

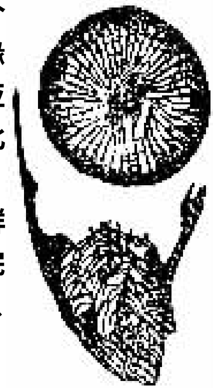
【造礁珊瑚】 hermaiypic coral 六射珊瑚的两种生态类群之一，指共生有单细胞藻类，能形成礁体的六射珊瑚。造礁珊瑚均为群体，其内胚层组织上共生有大量单细胞藻类，如虫黄藻或腰鞭毛藻等，藻类吸收珊瑚的排泄物，又促使珊瑚迅速生长，形成巨大礁体，造成珊瑚礁。造礁珊瑚因有藻类共生，故只能分布于浅水、温暖、透光的海底，水深超过 90 米，水温低于 15℃ 即不易生存，而以水深 20 米以内，水温 25℃—29℃ 的地带最为繁盛。也用于泛指能形成珊瑚礁的珊瑚，古生代的群体皱纹珊瑚及床板珊瑚也能造礁。珊瑚礁虽然主要是由造礁珊瑚的网状骨骼所组成，但尚有大量的其他生物骨骼，如有孔虫、水螅类、软体动物及棘皮动物等。现代海洋中许多岛屿是由珊瑚礁造成，我国境内也有不少，如西沙群岛等。

【非造礁珊瑚】 Ahermatypic coral 六射珊瑚的两种生态类群之一，指没有单细胞藻类共生，不形成礁体的六射珊瑚。非造礁珊瑚多为单体，适应性广，水深 6000 米，水温 -1.1℃ 的无光海底也可生存，但以水深 500 米，水温 4.5°—10℃ 地带最为繁盛。

【始内沟珊瑚】 Protozaphrentis 皱纹珊瑚目的一属。小型圆锥状单体珊瑚，外壁薄，饰有明显的细横纹及微弱的纵沟。在个体发育的幼年阶段，隔壁均长达中心，显著加厚，且其内端膨大互相融合。成年期主隔壁分离，其余隔壁稍短缩，然其膨大内端仍相互连接成马蹄形内壁，隔壁排列呈两侧对称。老年期隔壁萎缩成短脊状，内端分离不再接连。主内沟不甚显著，位于个体的凹侧，鳞板及床板均不发育。产于新疆库鲁克塔克区中奥陶统。

【扭心珊瑚】 Streptelasma 皱纹珊瑚目的一属。圆锥状或近圆柱状单体珊瑚，单带型构造。隔壁长短相间，长隔壁常伸至个体中心并扭转，形成一个疏松的轴部构造。短隔壁短。隔壁基部显著加厚，并彼此相连成边缘厚结带。床板上凸。鳞板不发育。中奥陶世至中泥盆世，分布于亚洲、欧洲、大洋洲及美洲。我国产于贵州、浙江中、上奥陶统，西北上奥陶统。

【蜂房星珊瑚】 Favistella 皱纹珊瑚目的一属。单带型角柱状群体珊瑚，个体外壁较厚。长隔壁几乎伸达轴心，短隔壁甚短。床板完整平列，两侧向外倾斜。鳞板不发育。中至晚奥陶世，分布于亚洲、欧洲、北美及大洋洲。我国产于西北上奥陶统及贵州中奥陶统。


扭心珊瑚

【十字珊瑚】　Stauria　皱纹珊瑚目的一属。丛状或块状双带型群体珊瑚。四个较厚的隔壁在中央相交成十字形，其余长隔壁长度不很一致，短隔壁很短或不显著。床板完整平列，鳞板大型，断续发育。志留纪，分布于亚洲及欧洲。我国产于四川、贵州等地志留系。

【分珊瑚】　Disphyllum　皱纹珊瑚目的一属。丛状群体双带型珊瑚，个体细筒状。长隔壁细而长，但不达轴部，短隔壁短。鳞板小型，半球状。床板常分化为轴部平列及侧部凸面向内倾斜的二部分。泥盆纪，主要分布于亚洲、欧洲及北美，少数见于志留纪。我国主要产于南方中、上泥盆统，志留系也有发现。

【六方珊瑚】　Hexagonaria　旧称“多角珊瑚”，皱纹珊瑚目的一属。块状群体双带型珊瑚。个体角柱状，具长短两级隔壁。鳞板小，半圆形，组成较宽的鳞板带。床板完整或不完整。排列近水平。泥盆纪广布于世界各地，早石炭世也有产出。我国多见于南方各省的中、上泥盆统，如广西中泥盆统上部东岗岭组，湖南上泥盆统下部余田桥组。





六方珊瑚

【多角珊瑚】　Drismatophyllum　即“六方珊瑚”。

【切珊瑚】　Temnophyllum　皱纹珊瑚目的一属，小型尖锥状单体双带型珊瑚。隔壁在鳞板带内显著加厚，相互连接而成厚的边缘厚结带。长隔壁内端细薄，多数延达中心。短隔壁发育。床板带分化为轴部及侧部二个部分：轴部床板平或微凹，侧部床板短小，向内倾斜。鳞板小，半圆形，多为边缘厚结带所掩。中至晚泥盆世，分布于亚洲及欧洲。我国主要产于南方中泥盆统上部。

【费力普星珊瑚】　Phillipsastrea 皱纹珊瑚目的一属。块状群体双带型珊瑚，个体间外壁全部或局部消失。长隔壁在鳞板带较薄，但在床板带与鳞板带交界处显著加厚，常互相连接，构成内壁。短隔壁止于内壁。隔壁上常具脊板。床板带窄，床板平列，完整或不完整。鳞板多，半球状，在鳞板带内缘处有一列马蹄形鳞板。中至晚泥盆世，分布于亚洲、欧洲、美洲及大洋洲。我国多产于南方上泥盆统下部余田桥组。

【泡沫内沟珊瑚】　Cystophrentis　皱纹珊瑚目的一属，或列为中珊瑚目。细小角锥状单体双带型珊瑚，一级隔壁发生情况特殊，生长在六个位置，除在主隔壁两侧及侧隔壁与对侧隔壁之间外，还生在对隔壁的两侧。对部隔壁细长，主部隔壁甚短且显著加厚，呈羽状排列。成年期个体边缘具泡沫带，隔壁不达外壁。短隔壁不发育。主内沟显著，位于个体凸侧。床板短小，常向个体凸侧倾斜。鳞板带与床板带的界限不明显。产于我国南方的下石炭统下部革老河段。此属隔壁发生情况与一般皱纹珊瑚不同，故也有主张将其从皱纹珊瑚中分出，另建立中珊瑚目。



泡沫内沟珊瑚

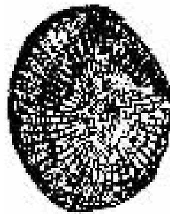
【假乌拉珊瑚】　Pseudouralinia　皱纹珊瑚目的一属。大型单体双带型珊瑚，外形为弯曲的圆锥状或圆柱状。成年期外壁内部发育有边缘泡沫带，隔壁不伸至外壁。主部隔壁短而厚，对部隔壁薄而长，常超过轴心，短隔壁一般不发育。主内沟显著。床板不完整，上凸。鳞板带宽，边缘1—3列的鳞板体积小。早石炭世早期，分布于亚洲。我国产于下石炭统下部汤耙沟段。

【贵州珊瑚】　Kueichouphyllum　皱纹珊瑚目的一属。单体双带型珊瑚，多为大型圆柱状。隔壁多，少数长隔壁伸达个体中心且扭结，短隔壁很长，为珊瑚体半径的1/3—1/2。主内沟显著。鳞板半球状，成规则同心环状排列，组成宽约相当于短隔壁长度的鳞板带。床板短小，面上凸，略向轴部升起。早石炭世晚期，分布于亚洲。我国南方、西北及东北等地下石炭统上部均有产出。


贵州珊瑚

【轴管珊瑚】　Aulina　皱纹珊瑚目的一属。群体双带型珊瑚，丛状或块状。块状的个体外壁常消失，相邻两个体则由隔壁或鳞板相联结。长隔壁的内端常向同一方向弯曲，互相联结而成轴管。轴管内床板平整，轴管外的床板向鳞板带倾斜。鳞板小。早石炭世，分布于亚洲及欧洲。我国东北、西北及南方下石炭统上部均有产出。

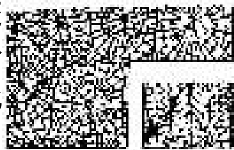
【袁氏珊瑚】　Yuanophyllum　皱纹珊瑚目的一属。单体三带型珊瑚，外形圆锥状或圆柱状。对隔壁内端伸达轴部形成中轴，幼年期中轴粗壮，至成年期中轴仍与对隔壁相连接，但变薄或弯曲。成年期长隔壁伸达中心，主部隔壁在床板带内加厚，短隔壁很短。主内沟显著。床板短小，面上凸，向中央升起。鳞板小，鳞板带宽可达个体半径的1/2。早石炭世晚期，分布于亚洲。我国各地下石炭统上部均有产出。


袁氏珊瑚

【簇棚珊瑚】　Corwenia　皱纹珊瑚目的一属。丛状群体三带型珊瑚。个体圆柱状。隔壁长短相间排列，长隔壁伸达轴部。具中轴，其两侧伴有少数长隔壁内端及床板的切线，使轴部横切面呈简单蛛网状。床板泡沫状，向中轴上升。鳞板小型，常呈人字形排列。鳞板带窄。石炭纪，分布于亚洲及欧洲。我国多产于下石炭统上部。

【泡沫柱珊瑚】　Thysanophyllum　皱纹珊瑚目的一属。丛状或块状三带型珊瑚。隔壁短，不与外壁联结，其间有一至两列大而不规则的边缘泡沫板。对隔壁伸至中心，内端加厚而成中轴，但不稳定，部分个体中常缺失。床板完整，向中轴上升，在中轴不发育的个体中，轴部床板水平，两侧向外倾斜。鳞板大型。早石炭世，分布于亚洲及欧洲。我国产于贵州、湖南等地下石炭统上部旧司段。

【石柱珊瑚】 Lithostrotion 皱纹珊瑚目的一属。角柱状或丛状的群体三带型珊瑚。隔壁长短相间排列，对隔壁伸达中心加厚而成中轴。床板帐蓬状。鳞板带一般较宽，但个体较小者鳞板常不发育。早石炭世，分布于亚洲、欧洲及北美。我国南方及西北、吉林等地的下石炭统化石很多，贵州、安徽、广西等地的中石炭统也有产出。


石柱珊瑚

【蛛网珊瑚】 Clisiophyllum 皱纹珊瑚目的一属。单体具复中柱的三带型珊瑚。外形圆锥形或圆柱形。复中柱横切面蛛网状，中板短小，辐板多，斜板密集向中板上升。隔壁分长短两级，长隔壁常延伸至中心，可与辐板相连，短隔壁较长。鳞板带宽度约相当于短隔壁的长度。鳞板小型。床板短，向边缘倾斜较缓。早石炭世，分布于亚洲及欧洲。我国南方及西北下石炭统上部均有产出。

【多壁珊瑚】 Polythecalis 皱纹珊瑚目的一属。块状群体具复中柱的三带型珊瑚。个体大部分为不规则的多角形，外壁部分消失，个体间则以泡沫板相连。复中柱蛛网状。隔壁不达外壁，其间隔以凸度较大的边缘泡沫板。隔壁带与泡沫带间的界线分明，似有围壁。床板窄而完整，微向中心倾斜。早二迭世，分布于亚洲。我国富产于南方各省下二迭统下部栖霞组，上石炭统船山组也有发现。


多壁珊瑚

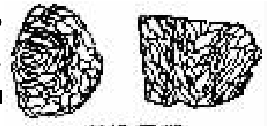
【伊泼雪珊瑚】 Ipeiphyllum 皱纹珊瑚回的一属。块状群体具复中柱的三带型珊瑚。个体角柱状，外壁完全。隔壁多，长短相间，长隔壁伸达复中柱附近。蛛网状复中柱大，圆形或椭圆形。床板带分为两部分，近复中柱部分水平排列或稍向中心倾斜，邻近鳞板带部分呈泡沫状且内倾较陡。鳞板带较宽。二迭纪，分布于亚洲。我国多产于南方下二迭统上部。

【卫根珊瑚】 Waagenophyllum 皱纹珊瑚目的一属。丛状群体三带型珊瑚。个体细筒状，隔壁始端均达外壁，长短相间，长隔壁伸抵轴部，短隔壁长约占个体半径的1/2。复中柱蛛网状。床板为大型泡沫状，向中心倾斜陡急，鳞板小，鳞板带窄。二迭纪，分布于亚洲及北美。我国二迭系中化石很多。

【泡沫珊瑚】 Cystiphyllum 皱纹珊瑚目的一属。单体泡沫型珊瑚。外形宽锥状或柱状，体内充满泡沫状板，泡沫板排列成倒锥状。隔壁基部呈板状，向内分离成刺状，分布于泡沫板上。志留纪，分布于亚洲、欧洲、大洋洲及北美。我国产于云南、贵州、湖北等地志留系。

【侯尔孟珊瑚】 Holmophyllum 皱纹珊瑚目的一属。单体泡沫型珊瑚，有时发育微弱的群体。内部构造与泡沫珊瑚相似，但具不连续的短条状隔壁，自外壁达于床板带。床板完整，平列或下凹，疏密不均。鳞板小，半圆形，组成宽的鳞板带。中至晚志留世，分布于亚洲、欧洲及大洋洲。我国产于云南、陕西等地中、上志留统。

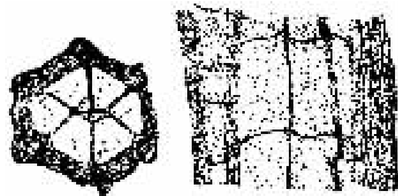
【双锥珊瑚】 Diplochone 皱纹珊瑚目的一属。锥状或柱状单体泡沫型珊瑚。床板带宽阔，由完整或不完整的下凹漏斗状床板组成。鳞板带狭窄，由 1—3 列近于直立的斜长鳞板组成。鳞板带与床板带分界明显。隔壁刺不发育。中泥盆世，分布于亚洲及欧洲。我国产于南方中泥盆统。


双锥珊瑚

【拖鞋珊瑚】 Calceola 皱纹珊瑚目的一属。单体泡沫型珊瑚。外形拖鞋状，一面平坦，另一面上凸或半圆形，具半圆形萼盖。体内全为泡沫状小板。隔壁全为短脊状，对隔壁位于个体平的一面中央。生存于亚洲、欧洲早、中泥盆世，非洲、大洋洲、北美中泥盆世。我国产于南方下泥盆统郁红组。


拖鞋珊瑚

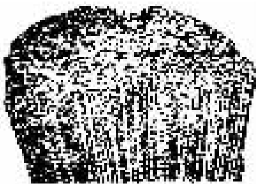
【六异珊瑚】 Hexaphyllia 异珊瑚目的一属。细长小型单体珊瑚，横切面六角柱状。仅有六个隔壁，且在中心相交，其中四个隔壁组成二个“Y”形。横板完整上拱。无鳞板。具灰质外壁。早石炭世至中石炭世早期，分布于亚洲及欧洲。我国华南及西北下石炭统上部均有产出。


六异珊瑚

【链珊瑚】 Halysites 床板珊瑚目的一属。群体珊瑚，个体椭圆柱状。相邻个体间有细的间管毗连，横断面上单行排列成链状，各链又复相连成网格状。床板发育，平列或略下凹。隔壁刺不发育或具有 12 个呈辐射状排列的隔壁刺。志留纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国多产于南方中、下志留统。此属根据壁刺发育情况，又可分为发育壁刺的针链珊瑚亚属 Halysites（Acanthohalysites）及壁刺不发育的狭义的链珊瑚亚属 Halysites（Halysites）。


链珊瑚

【蜂巢珊瑚】 Favosites 床板珊瑚目的一属。群体块状，外形半球状、圆饼状、板状或其他不规则形状。个体角柱状彼此紧密毗连，状如蜂巢。壁孔纵行排列，床板平直、规则。具隔壁刺。晚奥陶世至中泥盆世，分布于亚洲欧洲、北美及大洋洲。我国志留纪及泥盆纪地层中多有产出。


蜂巢珊瑚

【通孔珊瑚】　Thamnopora　床板珊瑚目的一属。群体枝状。角柱状个体自群体轴部呈扇状向外生长，开口处与枝体表面直角相交。体壁之灰质加厚层由枝体轴部向边缘部逐渐加厚。壁孔发达，常单列。床板完整，水平排列，间距稀疏。壁刺发育差。晚奥陶世至泥盆纪，分布于亚洲、欧洲、北美及大洋洲。我国多产于内蒙、新疆、广西、云南及东北北部的泥盆系。

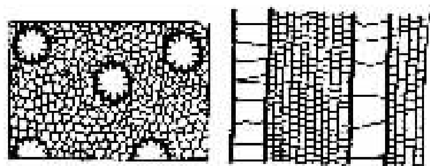
【笛管珊瑚】　Syringopora　床板珊瑚目的一属。群体丛状，个体细圆柱状。连接管分布不太规则。床板漏斗状，有时可以发育轴管构造。隔壁刺发育或不发育。奥陶纪至早二迭世，分布于亚洲、欧洲、北美及大洋州。我国志留系、泥盆系及石炭系均有产出，以下石炭统最多。


笛管珊瑚

【早坂珊瑚】　Hayasakaia（=方管珊瑚 Tetrapora）　床板珊瑚目的一属。群体丛状。个体棱柱状，断面近方形，也有成圆柱状者。相邻个体以分布在棱上的规则四排连接管相连。床板一般完整，排列水平或倾斜。有时具一列鳞板。产于我国下二迭统，南方各省下二迭统下部栖霞组中十分丰富，石炭系中也偶有发现。

【方管珊瑚】　Tetrapora　早坂珊瑚旧称“方管珊瑚”，后者为苔藓虫 Tetrapora 的次同名，已予废弃，改名早坂珊瑚。参见“早坂珊瑚”。

【日射珊瑚】　Heliolites　床板珊瑚的一属。群体有块状或树枝状等各种外形，个体柱状，截面圆形或椭园形，床板发育，隔壁缺失或发育为一般呈 12 纵列的隔壁刺。个体间由具有较密床板的角柱状细管或泡沫状组织组成的共骨相连。中奥陶世至泥盆纪，分布于亚洲、欧洲、大洋洲及北美洲我国奥陶系、志留系及泥盆系均有产出。日射珊瑚的一般特点与床板珊瑚十分相似，故多归入床板珊瑚目，但也有因这一类珊瑚隔壁构造数目稳定，一般为 12 纵列，呈刺状或成板状，个体间为共骨相连，不具任何类似床板珊瑚的连接构造，而将其从床板珊瑚中分出，另建立日射珊瑚目。


日射珊瑚

【蠕形动物】　Vermes　俗称“蠕虫”，动物界的一大类，为体形伸长、左右对称、质柔软、肌肉大多发达的三胚层动物。多无附肢，藉身体蠕动而移行，故名。绝大多数没有硬体，化石稀少。包括扁形动物门（未发现化石）、纽形动物门、线形动物门、轮虫动物门（未发现化石）及环节动物门等。我国三峡地区灯影组及云南筇竹寺组等均发现有蠕形动物化石。

【蠕虫】　Vermes　“蠕形动物”的俗称。

【线形动物门】　Nemathelminthes　旧称“圆形动物门”，动物界的一门。大部分为小形的蠕形动物，体通常呈长圆柱形，两端尖细，不分节，具原体腔，消化道不弯曲，前端为口，后端为肛门，雌雄异体。许多代表为寄生虫，如蛲虫、蛔虫、丝虫等，或在海洋或淡水中营漂浮或底栖生活。最早的化石（Scorpiophagus baculiformis）产于下

石炭统。

【圆形动物门】 即“线形动物门”

【纽形动物门】 Nemertea 动物界的一门。身体成长带形，左右对称，体不分节，前端有能收缩的吻。吻为管状盲囊，可伸出体外或缩回吻腔。有的吻上还有小刺和毒腺。无体腔，具肛门，雌雄异体。除极少数为淡水产及陆生者外，大部分海生，且多居于海底，也有为寄生者。现生代表为纽虫（Lineus）. 已知最早的化石（Legnodesmus）产于上侏罗统。


纽形动物化石
(*Legnodesmus*)

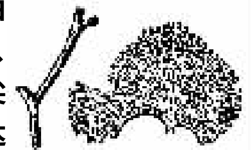
【环节动物门】 Annelida 又称“环形动物”，动物界的一门。是分节的蠕形动物，如沙蚕、蚯蚓、玛瑱等，身体呈长圆柱形或长而扁平，左右对称，由大体上相同的重复环节（体节）前后连贯组成，故名环节动物。身体前端为口，后端是肛门，体腔多数明显，有的每一环节有不分节的附肢（疣足）及成束刚毛，或仅有刚毛而无疣足，或两者皆缺。分布于海水、淡水及土壤中，少数寄生。环节动物本身因无硬体，化石稀少，有些种类（多毛纲 polychaeta）的几丁质齿状颚可保存化石，称为虫牙。有些环节动物栖居于其所分泌钙质或胶结他物而形成的管穴中，这些管穴常保存为虫管化石。最早出现于元古代，一直延续至现代。

【虫牙】 Scolecodont 环节动物多毛纲口中成对的齿状颚，保存化石称为虫牙。虫牙为几丁质及硅质，化石呈黑色，由许多锯齿状板片组成，锯齿长短不一，形态变化大。虫牙体微小，属微古生物学研究范畴。奥陶纪至现代。


虫牙

苔藓动物及腕足动物

【苔藓动物门】 Bryozoa 无脊椎动物的一门。外形很象苔藓植物，故名苔藓虫。所有苔藓虫全为由许多个体组成的群体，故亦称“群虫”。群体的骨骼部分称硬体，多为钙质，或为几丁质，可保存化石，也有极少数没有硬体。硬体由许多个体分泌的虫室组成，外形呈树枝状、块状、球状、半球状、薄片状及网状等，小的仅数毫米，大者可达数百毫米。表面常具尖峰、突起或斑点等。虫室管状，直径一般不超过 1 毫米，但长可达数毫米至数十毫米，顶端为室口，有的具口盖。虫室内常具横板和泡沫板，室口壁上有时具月牙构造。虫室紧密排列，或在其间充满着泡沫状组织或许多叫做间隙孔的小管，间隙孔横断面大多呈多边形，内部也有横板。虫室之间或虫室与间隙孔之间的体壁上常有中空或实心的黑色小管，称为刺孔。苔藓动物门原根据其肛门位于触手环的内、外而分为内肛亚门及外肛亚门两类，现称苔藓虫只


苔藓虫硬体外形

限于外肛亚门，可再分为护唇纲及裸唇纲，绝大多数苔藓虫均属后者。苔藓虫个体很小，属微古生物学研究范畴，需要制作切面在显微镜下观察。苔藓虫主要分布于海洋，固着海底或其他物体上生活，分布极广，常与珊瑚、腕足类等共生，极少数生活于淡水的种类，多无硬体，不易保存为化石。奥陶纪至现代。我国奥陶纪至三迭纪海相地层中均发现有苔藓虫化石，晚古生代地层中较为丰富。

【群虫】 Polyzoa 苔藓虫均为由许多个体组成的群体，故又称“群虫”。参见“苔藓动物门”。

【护唇纲】 Phylactolaemata 苔藓动物门的一纲。触手环马蹄形，口位其内，有唇保护，故名护唇。多无硬体，仅见于淡水。白垩纪至现代。

【裸唇纲】 Gymnolaemata 苔藓动物门的一纲。口位于圆形触手环内，无唇，故名裸唇。虫室多具钙质体壁，也有为几丁质或膜状者，现生及化石苔藓虫的绝大多数均属此纲。多为海生，仅栉口目少数代表见于淡水。一般再分为环口目、变口目、栉口目、隐口目及唇口目。现又分出泡孔目，也有将环口目及变口目分出另建立窄唇纲（Stenolaemata）。寒武纪（?）、奥陶纪至现代。

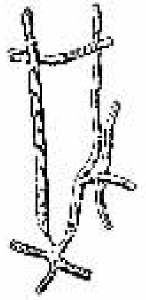
【窄唇纲】 Stenolaemata 苔藓动物门的一纲，包括环口目及变口目。参见“裸唇纲”。

【环口目】 Cyclostomata 苔藓动物门，裸唇纲的一目，或列入窄唇纲。硬体形状很多，有蔓状、丛树状、薄层状、团块状及枝状等。虫室呈简单的管状，直或弯曲，长短不一，室口圆形或椭圆形，无口盖及收缩或膨大现象，故称环口或圆口。虫室内一般无横板，室壁薄，具微孔，无刺孔。部分古生代种类的虫室之间有间隙孔或泡沫状组织。卵胞呈囊状或次管状，比虫室大，分布于硬体的中央或底部，少数位于两侧。海生，奥陶纪至现代，白垩纪最繁盛。

【变口目】 Trepostomata 苔藓动物门，裸唇纲的一目，或列入窄唇纲。硬体薄层状、板状、块状、半球状、枝状及盘状等，表面常具尖峰、突起或斑点等装饰构造。虫室长管状，直或弯曲成弧形，可分为内带（未成熟带）及外带（成熟带）二部分。内带位于硬体轴部，虫室彼此相接，壁薄，横板稀少；外带近于硬体表面，虫室间常有间隙孔及刺孔，壁厚，横板密集，室口圆形、卵形、多边形等。海生。奥陶纪至二迭纪，三迭纪也有发现。

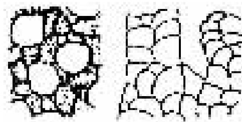
【栉口目】 Ctenostomata 苔藓动物门，裸唇纲的一目。虫室呈长梨形，几丁质，末端为室口，具有栉状口盖，故称栉口。虫室多以肉茎固结在细管状的匐茎上，匐茎粗细均一，或成串珠状，彼此纵横交叉，组成网格状、漏斗状、丛树状、杆状等，部分钙化而保存为化石，故栉口目化石多仅是匐茎部分。在匐茎中央或其膨大部分的中央或顶端见有小孔，即为虫室与匐茎交接处的残迹。几乎全为海生，有少数种见于河口。奥陶纪至现代，化石不多，如晚奥陶世的万因氏苔藓虫（Vinella），地层意义不大。

【隐口目】　Cryptostomata　苔藓动物门，裸唇纲的一目。硬体多呈漏斗形的网格状，也有为枝状或螺旋状者。虫室梨形、柱状或棱柱状，大都很短，可分为内带（未成熟带）及外带（成熟带），二者分界明显，内带虫室短，体壁薄，彼此紧密相接；外带虫室间距加宽，体壁骤然加厚。室口顶端的延伸部分呈空管状，称为外室，其在硬体表面的开口称为假室口，真正的室口则隐藏在外室底部，故称隐口。虫室内近口部有半隔板，偶见横板。可具间隙孔及刺孔。海生，最早出现于奥陶纪，繁盛于泥盆纪及石炭纪，二迭纪末灭绝。化石很多，如常见的窗格苔藓虫（Fenestella）、多孔苔藓虫（Polypora）等。


方图氏苔藓虫

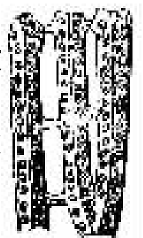
【唇口目】　Cheilostomata　苔藓动物门，裸唇纲的一目。是构造最复杂的一类苔藓虫，当虫体缩入虫室后，室口盖有铰合的角质唇，故名。硬体多为薄层状，有单层、双层和多层之分，底部常具外皮，虫室紧贴外皮匍匐生长。虫室梨形、袋形、球形等，大都很短，未见有长管状者，外形呈长方形、四边形、卵形、六边形等，中央鼓起，常纵斜成行，规则排列。没有横板、泡沫板等，常具鸟头器及鞭器。卵胞是唇口目虫室中最主要的附属器官，呈球形、囊状或袋状，都小于虫室，生长方式很多，是鉴定科、属的主要依据。海生，中侏罗世（?）、白垩纪至现代，第三纪最盛，现代海洋中分布甚多。

【笛苔藓虫】　Fistulipora　泡孔目苔藓虫的一属。硬体块状或枝状，表面具尖峰或突起。虫室口圆形或卵圆形，常有不明显的月牙构造。虫室内具横板，虫室间有泡沫状组织。出现于亚洲、欧洲、美洲及大洋洲奥陶纪至二迭纪，以晚古生代为最多。我国黑龙江及广西的泥盆系及西北和南方的石炭系、二迭系中均产之。


笛苔藓虫

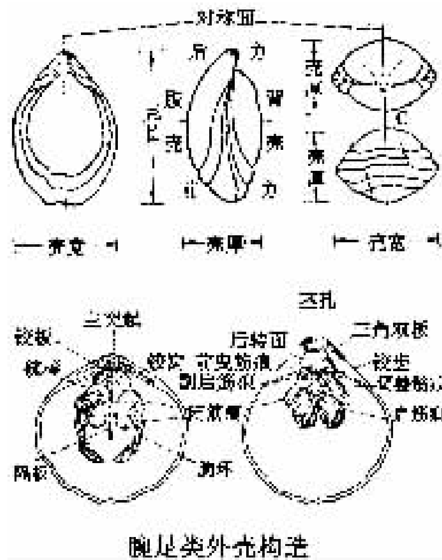
【光枝苔藓虫】　Leioclema　变口目苔藓虫的一属。硬体块状、枝状或片状，表面有突起。虫室口椭圆形或花瓣形。间隙孔多，其中横板比虫室中密而多。刺孔发育。奥陶纪至二迭纪。分布于亚洲、欧洲及美洲。我国泥盆纪地层中很多。

【窗格苔藓虫】　Fenestella　隐口目苔藓虫的一属。硬体扇状或漏斗状，由许多分枝组成，分枝直，或稍弯曲，枝与枝之间在一定距离内有横枝连接，形成窗格状。每枝具两列虫室，其间为一中棱分开。虫室口很小，圆形或卵形，体壁很厚，横枝上无虫室。志留纪至二迭纪。分布于亚洲、欧洲、美洲和大洋洲。我国分布很广，多产于泥盆纪至二迭纪地层。


窗格苔藓虫

【变隐苔藓虫】 Trepocryptopora 隐口目苔藓虫的一属。硬体薄层状，有时有二分法分成的枝，具一中板将硬体分成二层。虫室管状，自中板生出，直通硬体表面，室口卵圆形，管内具横板。间隙孔小而多，内具一、二个横板。产于我国陕西下奥陶统。

【腕足动物门】 Brachiopoda 无脊椎动物的一门，全为海生单体动物。软体有两个旋卷的腕（纤毛环），司呼吸及捕食之用，但最早研究时误以为腕与软体动物的足相当，为运动器官，故取名腕足。软体外被两个几丁磷灰质或钙质外壳所包围，化石多仅保存外壳，其轮廓有近方形、圆形、卵形、三角形等，一般壳的长宽约 50 毫米左右，小的仅约 5 毫米，大者可达 80 毫米，最大的宽可达 375 毫米。两壳大小不等，但每一壳左右对称，一般大者称腹壳，因其后端多具有肉茎伸出的茎孔，又称茎壳；小者称背壳，因腕附着其上，也称腕壳。根据两壳凹凸情况不同，可分为两壳凸度近等的双凸型，背壳凹、腹壳凸的凹凸型，背壳平、腹壳凸的平凸型，幼年期背壳凹、腹壳凸，成年期背壳凸、腹壳凹的双曲型等。壳体中央常产生凹陷的中槽及凸隆的中隆，中槽多见于腹壳，中隆多见于背壳。两壳前方开闭时，后方相联的线称铰合线，铰合线与壳喙之间的三角形面为铰合面，腹壳铰合面比较高大，壳喙也较显著。铰合面中部有三角孔，三角孔洞开，或复有三角板（窗板）或三角双板。壳面光滑或有放射状的壳纹、壳线、壳褶及同心纹、同心线、同心层、壳皱等，有的且有壳刺。壳又可分为具有微细管孔的疹壳，不具微细管孔的无疹壳及壳面虽具微小凹窝而无疹孔的假疹壳三类。在腹壳内三角孔的前侧具有一对突起的铰齿，与背壳三角孔两侧的铰窝相铰合，为两壳启闭的支点。铰齿下可支有齿板，两齿板相向展伸，联合而成一个匙形构造，称为匙形台，为体肌附着处，匙形台下可支有一个、两个或三个隔板。背壳内后端中央具有一个附着启筋的耸凸的主突起。铰窝内、外两侧分别具有隆起的内铰窝脊及外铰窝脊，内铰窝脊之间联有平或微凹的铰板。背壳内位于三角孔附近的主突起、铰窝脊、铰板等总称主基。纤毛环附着于背三角孔两前侧角的腕基突起（正形贝目）或棒状的腕棒（小咀贝目），腕基及腕棒之下可分别支有腕基支板及腕棒支板，两个腕棒支板可相向延伸联合而成与匙形台相似的腕棒腔（槽），其下也可支有中隔板。有的腕棒向前延伸而成环带状的腕环（穿孔贝目）或螺旋状的腕螺（石燕贝目），两者均是支持纤毛环的腕骨。两壳内面均有体肌留下的痕迹，如闭筋痕、启筋痕及调整筋痕等。根据壳的构造及软体特征等，腕足动物门可分为无铰纲（腹茎纲）及有铰纲（尾茎纲）两大类，各又再分为若干目、亚目、超科及科等。壳的外形，壳饰及内部构造特征是鉴定腕足类化石的主要依据，一般常用物理方法或化学方法使附着在化石标本上的围岩脱落，以观察壳的外形及壳饰。对壳的内部构造则将标本自后端向前方连续磨制光面或切制薄片进行研究，或用火烧法除去外壳研究其内模。腕足动物大多群居在水深 200 米以内的温暖浅海地带，以肉茎或壳体固着海底或附着其他物体上，或在潮汐带穴居生活，有的以腹壳或以壳刺支持壳体自由躺卧海底，也有少数种类生活在深海中。腕足类自寒武纪开始出现，晚古生代达于全盛，中生代大量减少，少数种类延至现代，演变显著，分布广泛，是一类重要的标准化石。我国古生代海相地层中腕足类化石极其丰富，对于古生代地层的划分对比十分重要，西南、西北中生代及台湾省新生代海相地层中也均有代表。



腕足类外壳构造

【无铰纲】 Inarticulata　又称“腹茎纲”，腕足动物门的一纲。贝体轮廓多为圆形或卵形，侧视锥形、凸镜形等。两壳靠体肌启闭，体肌数目及排列方式十分复杂，偶有为铰合者，但不具铰齿及铰窝，故名无铰。壳内也不具有常见于有铰纲的腕骨等构造。壳为几丁磷质或钙质，具疹或无疹，多具细弱同心纹或放射纹。肉体具有肛门。全为海生，以肉茎或腹壳固着海底或他物上生活，也有为穴居者。寒武纪至现代。可再分为四目：舌形贝目、乳孔贝目、小圆货贝目及碟形贝目。

【腹茎纲】 Gastroculia　腕足动物门的无铰纲又称腹茎纲。无铰腕足动物幼虫的肉茎系由腹套膜褶皱凸伸而成，故名腹茎。参见“无铰纲”、“尾茎纲”。

【舌形贝目】 Lingulida　腕足动物门，无铰纲的一目。贝体多呈长卵形，侧视双凸形，两壳壳喙多在壳的末端。壳为几丁磷质，也有为钙质者。多具肉茎，从两壳间伸出，茎孔为两壳所共有，腹壳后部有一个明显茎沟。壳内筋痕组合复杂。海生，有些舌形贝类能适应半咸水环境，多以肉茎固着或穴居生活。寒武纪至现代，我国此类化石甚多，如舌形贝（海豆芽 Lingula）、圆货贝（Obolus）等。

【乳孔贝目】 Acrotretida　腕足动物门，无铰纲的一目。贝体多为圆形、近圆形，腹壳多呈锥状，壳喙位于边缘或近中心。壳为几丁磷质，茎孔位于腹壳顶端或稍后（乳孔贝亚目 Acrotretidina）；或为钙质疹壳，无茎孔，以部分或全部腹壳附着外物生活（髑髅贝亚目 Craniidina）。海生。早寒武世至现代。化石代表如乳房贝（Acrothele）、同孔贝（Homotreta）、髑髅贝（Crania）等。

【小圆货贝目】 Obolellida　腕足动物门，无铰纲的一目。壳主要为钙质。贝体近圆形或长椭圆形，侧视双凸。腹壳具明显的假铰合面。茎孔位置变化大，位于两壳之间、腹壳顶部或壳体之前。背壳喙部位于壳之边缘。海生，早至中寒武世。化石代表如小圆货贝（Obolella）。我国辽宁、山东等地下寒武统均有产出。

【碟贝目】 Paterinida 又称“ 神父贝目 ”，腕足动物门、无铰纲的一目。壳磷质，贝体较小，圆形或椭圆形。腹壳凸或近锥形，假铰合面中部具三角孔。其上复以似腹三角板。背壳外形与腹壳相似，背三角孔部分为似背三角板掩盖。海生，寒武纪至奥陶纪。化石代表如碟贝（神父贝 Paterina）及小帽贝（Micromitra）等，我国北方寒武系多有产出。

【有铰纲】 Articulata 又称“ 尾茎纲 ”，腕足动物门的一纲。壳钙质，具疹、假疹或无疹，壳面光滑或具各种饰纹。由铰齿、铰窝组成的铰合构造多甚发育，故称有铰。壳内构造复杂，背壳内部后端常有主突起、铰窝脊、铰板等构造，纤毛环附着在腕基突起或腕棒上，有的且有腕环或腕螺；腹壳内可有齿板、匙形台等，筋痕发育。肉体没有肛门。全为海生，以肉茎、壳刺或腹壳附着生活，有的腹壳成圆锥形，以壳顶固着，背壳则呈盖状。寒武纪至现代。一般再分为六目：正形贝目、扭月贝目、五房贝目、小咀贝目、石燕贝目及穿孔贝目。

【尾茎纲】 Pygocualia 腕足动物门的有铰纲又称尾茎纲。有铰腕足动物的胚胎分三节，即头节、胸节和尾节。幼虫经过一段短暂的游泳期后，即以尾节固着，发育而成肉茎，故称尾茎。参见“ 有铰纲 ”、“ 腹茎纲 ”。

【正形贝目】 Orthida 腕足动物门、有铰纲的一目。贝体多横圆，两壳双凸型或平凸型，铰合线宽直，常是贝体的最大宽度。腹壳及背壳铰合面均发育，三角孔多洞开，或具三角板。齿板及腕基支板多发育良好，常具匙形台。主突起显著，偶而分叉或缺失。壳面多具壳线或壳纹，或具壳褶。疹壳或无疹壳，偶为假疹。海生，寒武纪至二迭纪。可再分为三亚目：正形贝亚目、倾脊贝亚目及三重贝亚目。常见化石有正形贝（Orthis）、中华正形贝（Sinorthis）等。

【扭月贝目】 Strophomenida 腕足动物门，有铰纲的一目。假疹壳，也有无疹壳。两壳多为凹凸型至平凸型，也有为双凸型、双曲型，或具膝曲。铰合面极发育或缺失，两壳三角孔一般均复有三角板，或仅假窗板发育。主突起多发育而复杂，偶而缺失。壳面光滑或具各种壳饰，有的且有中空的壳刺。海生，以腹壳躺卧海底，或以壳刺支持贝体于淤泥质海底之上，或以全部或部分腹壳固着他物上生活。奥陶纪至早侏罗世。扭月贝目包括化石甚多，十分重要，可再分为四个亚目：扭月贝亚目、戟贝亚目、长身贝亚目及欧姆贝亚目。

【长身贝亚目】 Productidina 腕足动物门，有铰纲，扭月贝目的一亚目，或列为独立的一目。假疹壳，腹壳凸，背壳多平或凹，可具膝曲及拖曳部。壳面饰纹多样，但均饰有中空壳刺，壳内且可有内刺。某些原始类别可具铰合面。铰齿、铰窝多不发育，主突起复杂，腕骨缺失，仅具腕痕。闭筋痕叶状或树枝状。泥盆纪至二迭纪。长身贝亚目包括的属种甚多，晚古生代分布广泛，十分重要，化石代表如小长身贝（Productel-lat）、长身贝（Productus）、耸立贝（Horridonia）等。

【戟贝亚目】 Chonetidina 腕足动物门，有铰纲，扭月贝目的一亚目，或归入长身贝目。假疹壳。除个别外两壳均呈凹凸型，具窄铰合面及假窗板、背三角板或背三角双板。茎孔一般移至三角孔外而位于腹壳壳顶。腹铰合面的后缘具有一列铰刺，其基部与内脏腔相通，铰刺长短、曲直、大小及生长角度等是戟贝类的重要分类特征。壳面可具有极细壳刺，刺难保存，一般仅保存细小卵圆形的刺痕。壳的内面具放射状排列的内刺。海生，晚奥陶世（?）、志留纪至早侏罗世，绝大多数见于晚古生代，化石代表如戟贝（Chonetes）、戴利比贝（Delepinea）等，我国晚古生代此类化石甚多。

【欧姆贝亚目】 Oldhaminidina 腕足动物门，有铰纲，扭月贝目的一亚目，或归入长身贝目。假疹壳。两壳凹凸型，或稍平坦。壳形不规则，腹壳往往向四周突伸，后半部常向背方挠曲，形成显著的主茧积。无铰合面及三角孔，铰合器官退化，腹壳内有两块上具细纹、凸起成卵圆形的铰齿面，背壳则有相对应的饰有细纹微凹的铰窝面。腹壳内具有中隔板及侧隔板。背壳小，由中叶及侧叶组成。壳面仅具同心纹，无放射纹饰。海生，以腹壳的一部或全部固着他物上生活。晚石炭世至晚三迭世，以二迭纪为主，晚三迭世仅产有一属。欧姆贝类化石多仅保存腹壳内模，侧隔板及中隔板均凹下成沟；或保存为腹壳内部，露出凸起的中隔板及侧隔板。我国二迭纪此类化石颇多，如蕉叶贝（Leptodus）、欧姆贝（Oldhamina）等。

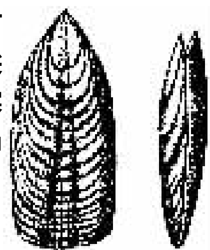
【五房贝目】 Pentamerida 腕足动物门，有铰纲的一目。壳无疹，多为强双凸型。腹三角孔洞开或部分为腹三角板掩盖。腹壳内匙形台发育，固着壳底或支有中隔板。背壳内具有腕突，其下支有腕板，腕板分离或联合而成腕房。海生，中寒武世至泥盆纪。再分为两亚目：共凸贝亚目（Syntrophilidina）及五房贝亚目（Pentameridina）。化石代表如五房贝（Pentamerus）、扬子贝（Yangtzeella）等。

【小咀贝目】 Rthynchonellida 腕足动物门，有铰纲的一目。贝体一般较小，多呈三角形，两壳双凸型，中槽、中隆发育。腹壳壳喙发育，腹三角孔部分为三角双板掩盖。齿板一般发育，有的联合成匙形台。背壳内铰板或隔板槽下常支有中隔板，腕棒长棒状。壳面多具放射状壳饰，大都无疹。中奥陶世至现代，中、晚奥陶世、泥盆纪及侏罗纪较繁盛，现代海洋中尚有少数代表。常见化石如穹房贝（Camarotoechia）、云南贝（Yunnanella）、隐孔贝（Hypothyridina）等。

【石燕贝目】 Spiriferida 腕足动物门，有铰纲的一目。具有腕螺是本目的重要特征。两壳一般双凸型，偶为平凸型，体腔较大。铰合面发育或不发育，三角孔洞开或掩复，可具有茎孔。除少数例外均具腕螺，有的腕螺之间有腕锁相连。疹壳或无疹壳，壳饰发育或缺失。海生，中奥陶世至侏罗纪。石燕贝目包括化石甚多，十分重要，可再分为四亚目：无洞贝亚目（Atrypidina）、莱采贝亚目（Retziidina）、无窗贝亚目（Athyrididina）及石燕贝亚目（Spiriferidina）。常见化石有石燕（Spirifer）、弓石燕（Cyrtospirifer）、无洞贝（Atrypa）等。

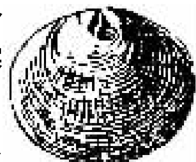
【穿孔贝目】　Terebratulida　腕足动物门，有铰纲的一目。贝体轮廓呈滴珠状，后端尖，侧视多为双凸型。腹壳具强烈的后转面，三角孔多为三角双板所掩盖，一般均具茎孔。腕骨环状，简单或复杂。齿板发育或缺失。疹壳，壳面大多光滑。海生，泥盆纪至现代。根据腕骨特点可再分为三亚目：中脊贝亚目（Centronellina）、穿孔贝亚目（Terebratulidina）及小穿孔贝亚目（Terebratellidina）。常见化石有：□头贝（Stringocephalus）、穿孔贝（Terebratula）等。

【舌形贝】　Lingula　俗称“海豆芽”。腕足动物门，无铰纲，舌形贝目的一属。壳为几丁质，两壳大小近等，轮廓长方形，后缘稍尖缩，前缘平直。腹壳有一小的假铰合面。壳面平滑，或具同心纹。寒武纪至现代，分布于世界各地。我国古生代及西南中生代海相地层中均有发现。

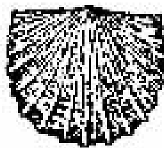

舌形贝

【海豆芽】　即“舌形贝”。

【乳房贝】　Acrothele　腕足动物门，无铰纲，乳孔贝目的一属。贝体近圆形或横阔的卵形。腹壳隆凸或近锥状，喙部与后缘之间时有一个显著的假铰合面，茎孔位于壳喙后部的斜面上。背壳近于坦平，壳面具穿过假铰合面的同心线，有时且有放射纹及不规则的线纹和小型突起。早至中寒武世，分布于世界各地。我国产于北方的下、中寒武统。


乳房贝

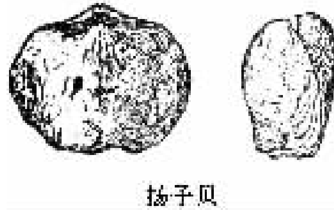
【正形贝】　Orthis　腕足动物门，有铰纲，正形贝目的一属。贝体半圆形或近方形，铰合线直而宽。两壳平凸型，背壳上有一个微弱的中槽。铰合面发育，均具三角孔，腹铰合面弯曲，喙部钩状，背铰合面坦平。壳面具粗圆而不分叉的壳线，壳线上及其间隙内并有细密的壳纹。腹壳内具齿及高强齿板，筋痕面限制在齿板之间的窗腔内，闭筋痕卵形，直长，位于中部；启筋痕一部分位于齿板上，向前方伸展，达于闭筋痕前端。背壳内主突起单刃状，厚薄不定。早至中奥陶世，分布于世界各地。我国南方及北方下、中奥陶统均有产出。


正形贝

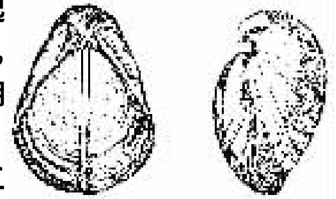
【中华正形贝】　Sinorthis　腕足动物门，有铰纲，正形贝目的一属。贝体近方圆或盾形，两壳平凸型或微弱的凹凸型，背壳具一个宽的中槽。腹铰合面高而平坦，喙部强裂弯曲，背铰合面短。铰合面上均具三角孔。壳面饰有简单的壳线，壳线之间插入有少数次生的较短壳线。腹壳内齿板强大。筋痕面长卵形或心脏形，闭筋痕刃背状，较短于启筋痕，启筋痕巨大，泪滴状，前端双叶形。背壳内主突起显著高耸，中隔脊低宽。产于我国西南早奥陶世晚期大湾组。

【裂线贝】　Schizophoria　腕足动物门，有铰纲，正形贝目的一属。贝体亚卵形或近方形，壳缘浑圆，铰合线经常短于最大壳宽。两壳双凸型，但背壳凸度更大，且有一个低平的中隆，腹壳前部则显示一个浅凹的中槽。腹铰合面较长，平或弯曲，背铰合面短而弯曲。疹壳。壳面具细密的壳线。志留纪至二迭纪，分布于世界各地。我国上志留统及二迭系均有产出。

【扬子贝】 Yangtzeella 腕足动物门，有铰纲，五房贝目的一属。贝体近方圆形，铰合线稍短于最大壳宽。两壳双凸型，背壳凸度稍大。铰合面上有三角孔。中槽、中隆显著。壳面光滑，仅具同心纹。腹壳内齿板联合而成匙形台，后部固着，前端支有一厚中板，背壳内两个腕基支板相向聚合形成腕房。两壳内部并各有许多长短不一的副隔板。产于我国南方早奥陶世晚期大湾组。


扬子贝

【五房贝】 Pentamerus 腕足动物门，有铰纲，五房贝目的一属。贝体大，五边形或长卵形。两壳为近等的双凸型。中槽、中隆不明显。腹铰合面不发育，喙部弯曲，超悬于背壳之上。壳面光滑，或仅在前部具微弱的波状起伏。腹壳内匙形台下支有两个隔板；背壳内腕板长而平行，伸达壳底。志留纪，分布于东亚、西欧及北美。我国产于湖北罗惹坪组，贵州等省的相当层位也有产出。


五房贝

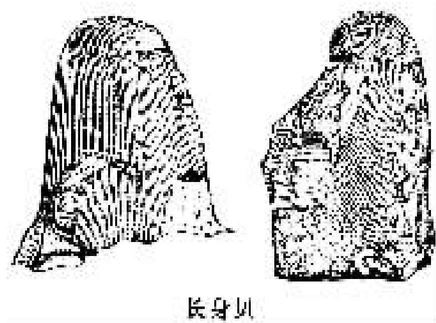
【斯特兰贝】 Stricklandia 腕足动物门，有铰纲，五房贝目的一属。贝体一般较大，近圆形、横卵形或长卵形。两壳双凸型，背壳凸度通常较大。腹壳一般具浅的中槽，但有时反而隆起成低弱的中隆；背壳常具低缓的中隆。壳面光滑或具微弱饰线。腹壳内由齿板聚合成一个短小的双柱形匙形台，其下支有短的双板型中隔板，背壳内腕板很短。早志留世，分布于东亚、北美及西欧。我国产于西南下志留统。

【瑞芬贝】 Rafinesquina 腕足动物门，有铰纲，扭月贝目的一属。贝体中等大小，近半圆形，最大壳宽位于铰合线上。腹壳隆凸，前部壳面向背方剧烈弯曲；背壳浅凹，有时平坦。两壳均具铰合面，三角孔上盖有三角板。壳面有同心纹及粗细不等的两种壳纹。有时且有壳皱。腹壳内铰齿小，无齿板及中隔板。背壳内主突起呈低的双叶状，中隔板发育。中奥陶世至早志留世，分布于世界各地。我国产于西北及南方的奥陶系。

【波纹扭月贝】 Cymostrophia 腕足动物门、有铰纲、扭月贝目的一属。贝体巨大，两壳呈强烈的凹凸型。具发育的副铰齿，分布在整个铰合缘上。壳面具粗细两种壳纹，粗壳纹分布稀疏，其间布有细密的细壳纹，同心皱出现于细壳纹之间，并被粗纹所切割，以致整个壳面呈条子皱纱状。这种特殊的壳饰为此属所特有，据之即可鉴定。泥盆纪，分布于我国、欧洲及北美。我国产于广西下泥盆统郁江组。

【米克贝】 Meekella 腕足动物门，有铰纲，扭月贝目的一属。贝体中等或大，铰合线的长度短于壳宽。两壳双凸型。腹铰合面高，往往扭曲，以致左右不对称。壳喙直耸，顶端具茎孔，三角孔上盖有强烈凸隆的三角板。壳面有粗强的壳褶，褶上有细密的壳纹。腹壳内有两个薄而高大的齿板，背壳内主突起长，成叉状。中石炭世至二迭纪，分布于世界各地。我国多产于南方的二迭系。

【长身贝】 Productus 腕足动物门，有铰纲，扭月贝目的一属。贝体中等大小，轮廓狭长，向前方伸展很长，腹壳顶部强烈凸起，前半部凸隆微弱，背壳微凹。两壳均在前方作膝状弯曲，拖曳部颇长。背壳内部沿膝曲处有隆起的围板。壳体极易沿膝曲处折断，露出围板。壳面密布壳线。后部常有壳皱。壳刺稀少，仅见于腹壳，并沿后缘排列成行，或在耳翼上聚集成束状。早石炭世，分布于世界各地。我国产于江苏下石炭统金陵组。过去长身贝一属的含义广泛，很多石炭纪及二迭纪的腕足类均归入此属。随着研究程度不断深入，狭义的长身贝属仅指具有上述特征的种类，其他则分别另立属名。

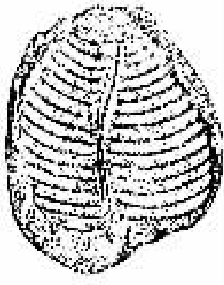

长身贝

【大长身贝】 Gigantoproduclus 腕足动物门，有铰纲，扭月贝目的一 属。贝体巨大，壳厚，近圆形，铰合线是最大壳宽处。两壳凹凸型，腹壳具一窄铰合面。壳面饰有壳线，有时壳线集合成为纵的隆脊，壳面后部有壳皱，腹壳上布有壳刺，并沿后缘排成一行。早石炭世，分布于世界各地。我国各地下石炭统均有产出。

【舟形贝】 Gondolina 腕足动物门，有铰纲，扭月贝目的一属。贝体巨大，近长三角形，两侧不对称，铰合线的长度短于最大壳宽。腹壳凸隆，壳顶尖突直伸，铰合面极高，成长三角形，三角孔狭窄，后部复有凹曲的三角板，背壳缓凹，缺失铰合面。壳面布满细圆的壳纹，在壳的中部及前部壳皱发育，呈复瓦状，并切断壳纹。背壳内主突起十分粗大，向腹方直耸，冠部三叶型，茎部颇长。产于我国南方下石炭统上部。

【刺围脊贝】 Spinomarginifera 腕足动物门，有铰纲，扭月贝目的一属。贝体小，轮廓横长，铰合线的长为最大壳宽处。腹壳顶部高凸，喙部卷曲，中槽宽而浅，背壳微凹。两壳均在前方膝曲。腹壳壳面具狭长的刺瘤，刺瘤在壳顶附近略呈五点状排列，向前方逐渐延长，并在前缘附近形成壳线。同心线在壳顶部分显著，在中槽及耳翼上不发育，向前方则完全消失。壳刺沿铰合缘排列成一行，在耳翼上聚集成簇。壳面具壳皱及少数直立的壳刺。背壳内有围脊。产于我国南方上二迭统。

【蕉叶贝】　Leptodus　腕足动物门，有铰纲，扭月贝目的一属。贝体长卵形，两侧不对称。腹壳缓凸或近平，背壳小而平。假疹壳，壳面只有同心纹。腹壳内有一贯穿全壳的中隔板，两侧有一系列侧隔板，侧隔板与壳面垂直，顶端钝平。背壳由中叶及侧叶组成，中叶较宽，在壳内形成中隔板；侧叶嵌入于腹壳侧隔板之间。蕉叶贝壳质薄，常易风化剥落，化石多仅保存壳的内模或其内部中隔板、侧隔板等构造。二迭纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国常见于南方上二迭统。此属与晚二迭世的欧姆贝十分相似，但欧姆贝腹壳圆凸，背壳凹，侧隔板呈板状，顶端尖锐，强烈地向前倾斜，排列成覆瓦状。

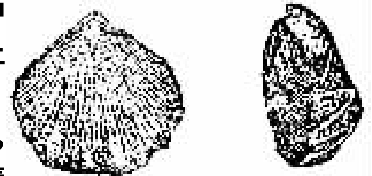

蕉叶贝

【欧姆贝】　Oldhamina　腕足动物门，有铰纲，扭月贝目的一属。贝体长卵形。腹壳高凸，背壳凹，铰合线直而短。腹壳内侧隔板顶端尖锐，向前方强烈倾斜。晚二迭世，分布于亚洲及欧洲。参见“蕉叶贝”。

【穹房贝】　Camarotoechia　腕足动物门，有铰纲，小咀贝目的一属。贝体小或中等，三角形、五边形或卵圆形。腹壳缓平，背壳高隆。中槽及中隆均甚发育。壳面全部覆有棱角形的无线。腹壳内铰齿小，齿板薄而垂直。背壳内中隔板后部分叉，形成长形的隔板槽，无主突起。志留纪至早石炭世，分布于世界各地。我国志留系、泥盆系及下石炭统均有产出。

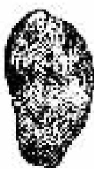
【隐孔贝】　Hypothyridina　腕足动物门，有铰纲，小咀贝目的一属。贝体近球形或立方形。腹壳后部微凸，背壳凸度高强。中槽宽浅，一般始于腹壳的中部，在前端向背壳作直角状的折曲，形成高阔的盾形前舌。两壳前缘的缝合线圆滑。壳面覆有很多低圆的壳线，壳线前端具纵沟，壳的前部常见有同心纹。腹壳内具垂直的齿板，背壳内无主突起，中隔板低或无。中至晚泥盆世，分布于世界各地。我国多产于西北及南方中、上泥盆统。

【云南贝】　Yunnanella　腕足动物门，有铰纲，小咀贝目的一属。贝体三角形，两壳双凸型。中槽、中隆仅在壳体的前缘发育，中槽浅阔，向前方强烈弯曲。腹壳喙部尖而高耸。壳面覆有细的壳线，在壳的前端则有棱角状的壳褶，壳褶系由若干壳线合并或由一根壳线扩粗而成。腹壳内齿板发育，背壳内具中隔板。晚泥盆世，分布于东亚及西欧。我国产于南方上泥盆统锡矿山组。


云南贝

【缅甸贝】　Burmirhynchia　腕足动物门，有铰纲，小咀贝目的一属。贝体中等大小，圆形或近圆形。两壳双凸形，凸度甚高。中槽、中隆不发育。腹壳喙部厚，强烈弯曲。茎孔位于三角双板的前方。壳面后部光滑无饰纹，中部及前部均覆有大量壳褶。腹壳内齿板发育，筋痕面巨大；背壳内具强大的中隔板。中侏罗世，分布于东亚及西欧。我国产于西南海相侏罗系。

【无洞贝】 Atrypa 腕足动物门，有铰纲，石燕目的一属。贝体近圆形或长卵形。两壳成不等双曲型，腹壳近平，背壳高隆。腹壳喙小而弯曲，顶端具茎孔，铰合面小，三角孔为三角双板所掩盖。壳面覆有壳线，并常有较显著的同心层。腹壳内铰齿粗大，无齿板；背壳内腕螺顶端指向背壳的中部。志留纪至早石炭世，分布于世界各地。我国主要产于泥盆系。



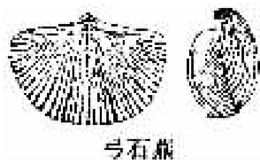
无洞贝

【始石燕】 Eospirifer 腕足动物门，有铰纲，石燕目的一属。贝体中等或大，轮廓横长，铰合线的长度短于壳宽。铰合面不高，三角孔宽，其上有时具有部分三角板。中槽、中隆发育，无壳褶。壳纹细密，遍布全壳。腹壳内齿板长而高。志留纪至中泥盆世，分布于世界各地。我国多产于西南志留系。

【巅石燕】 Acrospirifer 腕足动物门，有铰纲，石燕目的一属。贝体中等或大，半圆形或菱形，两端多呈尖翼状展伸。铰合线直而长，为壳的最宽处，铰合面微凹。两壳双凸型，中槽、中隆发育，光滑无饰褶。侧区有粗大、简单的壳褶。壳面并复有整齐的同心层，层的前缘成细的梳齿状。腹壳内齿板发育，背壳内具腕螺，螺顶指向二翼。早泥盆世至中泥盆世早期，分布于亚洲、欧洲及美洲。我国多产于南方下、中泥盆统，东北地区中泥盆统也有产出。

【印度石燕】 Indospirifer 腕足动物门，有铰纲，石燕目的一属。贝体小或中等，近方形。铰合线直，等于或短于壳宽。两壳双凸型。铰合面低，壳喙直或微弯曲。中槽、中隆均不显著，中槽内有壳线 1—5 条，侧区壳线较粗，每侧一般不超过 10 条。全部壳面均覆有与壳线斜交的细纹，此纹往往被同心纹割切成为不明显的瘤突。腹壳内齿板长。中泥盆世，分布于亚洲及欧洲。我国多产于南方及西北地区中泥盆统。

【弓石燕】 Cyrtospirifer （=中国石燕 Sinospirifer）腕足动物门，有铰纲，石燕目的一属。贝体中等大小，近菱形。铰合线直长，是壳的最宽处。两壳双凸型。中槽，中隆发育，从喙部开始，贯穿全壳。铰合面低而凹曲，具三角孔或复有三角板。壳面有细密壳线，中槽及中隆壳线细密分叉，而其两侧壳线较粗且不分叉。腹壳齿板发育，背壳内主突起粗大，二分叉。晚泥盆世至早石炭世，分布于世界各地。我国产于南方上泥盆统锡矿山组。


弓石燕

【中国石燕】 Sinospirifer 即“弓石燕”。

【分喙石燕】 Choristites 旧名“唱贝”。腕足动物门，有铰纲，石燕目的一属。贝体中等到大，近圆形或近椭圆形，铰合线的长度等于或稍短于最大壳宽。两壳双凸型，中槽窄浅，中隆低平，边缘界线均不清晰。腹铰合面大，喙部弯曲。壳面饰有宽平的壳线，壳线一次或多次分叉，间隙窄而浅。腹壳内具有平行的齿板，长可达壳长的一半。中至晚石炭世，分布于世界各地。我国各地中、上石炭统均有产出。

【唱贝】 “分喙石燕”的旧称。

【新石燕】 Neospirifer 腕足动物门，有铰纲，石燕目的一属。贝体横展，近三角形，铰合线直长，为壳体最宽处。两壳双凸型，中槽、中隆显著。腹喙尖而弯曲。壳面具分叉的壳线，壳线成簇束状组合，并有迭瓦状同心层。腹壳内齿板短，向前分叉。石炭纪至二迭纪，分布于世界各地。我国石炭系中很多，二迭系中也有发现。

【石燕】 Spirifer 腕足动物门，有铰纲，石燕目的一属。贝体大，轮廓横长，铰合线为壳的最宽部分。两壳双凸型，中槽、中隆发育。壳喙尖锐弯曲，铰合面凹曲，成横三角形。壳面饰有两分叉或三分叉的壳线，但壳线不成簇，并有极细的壳纹。腹壳内齿板短而平行，背壳内主突起低。早石炭世，分布于世界各地。我国产于南方及西北的下石炭统。

【管孔石燕】 Syringothyris 又称“管孔贝”。腕足动物门，有铰纲，石燕目的一属。贝体大小不等，铰合线直长，等于最大壳宽。腹壳强烈凸隆，成半角锥状，背壳微凸。腹铰合面特高，阔三角形，三角孔大。中槽及中隆均显著，光滑无饰纹，两侧有简单的壳线。壳面具细同心线。腹壳内齿板发育，并向上延伸胶合而成一个稍低于铰合面的内窗板，内窗板并沿中线向前作刺状突伸，其内面卷曲形成一个沟通三角孔顶端与体腔的细管孔，故名管孔石燕。早石炭世，分布于世界各地。我国产于东北北部及新疆下石炭统。

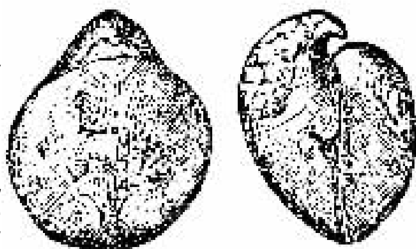
【小石燕】 Spiriferella 腕足动物门，有铰纲，石燕目的一属。贝体大小不等，直卵形，铰合线短于壳宽。两壳双凸型，腹铰合面高而弯曲。中槽、中隆发育良好，平滑或仅有微弱而简单的壳线。侧区壳线粗强，简单或分叉。壳面并有粒状微饰。腹壳内齿板粗大，后部成假匙形台，前部包围筋痕面。两壳内均有一个低的中隔板。晚石炭世及二迭纪，分布于亚洲、欧洲、大洋洲及北美。我国内蒙、东北北部及珠穆朗玛峰的二迭系均有产出。

【准石燕】 Spiriferina 腕足动物门，有铰纲，石燕目的一属。贝体小或中等，半圆形至半椭圆形。两壳双凸型。腹壳喙部高耸，铰合面高而显著，具三角孔。中槽、中隆窄，无饰褶。侧区饰有少数粗强壳褶。疹壳。壳面有同心层及细小瘤突。腹壳内齿板发育，中隔板高。三迭纪至早侏罗世，分布于世界各地。我国产于南方海相三迭系。

【□头贝】 Stringocephalus 腕足动物门，有铰纲，穿孔贝目的一属。贝体巨大，横卵形至长卵形。两壳双凸型，腹壳凸度更大。腹喙尖长。近垂直或作强烈弯曲。铰合线短。铰合面发育，三角孔上盖以三角双板，顶端并具圆形茎孔。壳面光滑，仅具同心纹。壳疹细小而紧密。两壳内皆有中隔板，背壳内腕环长而宽，平行于背壳内部边缘。中泥盆世，分布于世界各地。我国产于南方中泥盆统上部东岗岭组。Stringocephalus 意

为□头，过去多误译为“鹗头贝”。

【鹗头贝】 Stringocephalus 为“鹗头贝”之误称。


鹗头贝

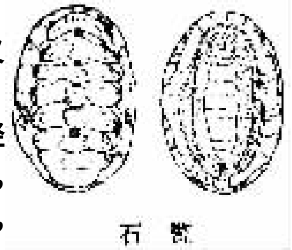
【直孔贝】 Rectithyris 腕足动物门，有铰纲，穿孔贝目的一属。贝体巨大，长卵圆形，最大壳宽位于中部。两壳双凸型。中槽、中隆不发育。腹壳喙部直伸。顶端为巨大的圆形茎孔，三角双板宽阔。疹壳。壳面光滑，仅具同心线。腹壳内铰齿不发育，背壳内腕环宽阔而简单。白垩纪，分布于东亚及西欧。我国产于新疆白垩系。

【彩孔贝】 Pictothyris 腕足动物门，有铰纲，穿孔贝目的一属。贝体大，卵圆形。两壳双凸型，最大壳厚位于壳体的后方。中槽、中隆不发育。腹喙近于垂直，顶端为中等大小的圆形茎孔。具三角双板。疹壳。壳面光滑，仅具同心线。腹壳内铰齿强，背壳内腕环长，向后方折返。上新世至现代，分布于太平洋西部地区。我国产于台湾上新统。

软体动物

【软体动物门】 Mollusca 在动物界中，种类之多仅次于节肢动物的一门。身体柔软，不分节，除腹足纲外皆为左右对称，除双壳纲外前部均有头，有肉足或腕，多以鳃呼吸，躯干背侧皮肤的一部分褶襞伸张而成外套膜，外套膜多分泌钙质外壳，壳的种类极多，有两瓣壳、锥状壳、螺旋壳、盘旋壳等，或为8块复瓦式钙质板组成，也有少数为内壳或无壳。分布极广，绝大多数生活于水中，尤以海水为主，腹足纲也有生活于陆地的类型。根据软体及壳的特点等，软体动物门可分为多板纲、单板纲、无板纲、腹足纲、双壳纲（瓣鳃纲）、掘足纲及头足纲。除无板纲外，均具硬壳，易保存为化石，尤以头足纲、双壳纲及腹足纲为最重要。一些现已灭绝的锥状壳化石也多被归入本门，如软舌螺纲、竹节石纲。

【多板纲】 Polyplacophora 软体动物门的一纲，原属双神经纲的一亚纲或目，现已提升为独立的纲。体呈椭圆形，两侧对称，背部略隆起，腹面扁平，头部在前，呈圆柱状，腹足很大，自头延及肛门。背面具迭复的钙质骨板，故又称有甲纲。骨板一般为八块，其形状、大小及纹饰等各类不同，是分类的重要依据。全为海生，自潮间带至深海海底均有分布，而以潮间带最多，常以腹足附着在岩石或其他生物体上生活。化石仅保存其背部骨板。最早出现于晚寒武世，一直延续至现代，我国东部沿海及海南岛、西沙群岛及台湾等地均有产出。典型代表为石鳖。（Chiton）。



【有甲纲】 Loricata **多板纲的背面具叠覆的骨板，故又称“有甲纲”。参见“多板纲”。**

【无板纲】 Aplacophora **软体动物门的一纲，原属双神经纲的一亚纲或目，现已提升为一独立的纲。外套膜包被全体，故外形呈蠕虫形，外套膜内有纤细钙质骨针，不具钙质骨板，故名无板。腹面中央通常有一腹沟，故又名腹沟纲。全为海生，主要分布于低潮下数十米至深海海底，也有穴居或营寄生者。迄无化石报导，仅见于现代。参见“双神经纲”、“多板纲”。**

【腹沟纲】 Solenogastres **无板纲腹面中央具有一腹沟，故又称“腹沟纲”。参见“无板纲”。**

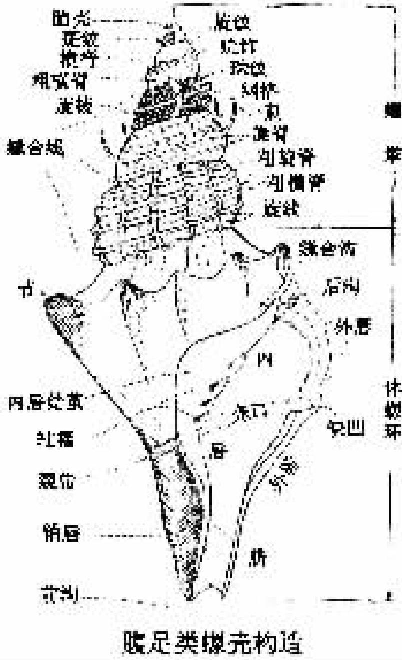
【双神经纲】 Amphineura **是一类体制比较原始的海生软体动物。体呈椭圆形，两侧对称，头部不明显，口位于前，多具齿舌，肛门在后，腹面具肥大的足用以附着或爬行。鳃一对或多对。神经系统由围咽神经环和分布在身体两侧的四条纵行神经索所构成，故名双神经。体背可具有钙质骨板。原列为软体动物门的一纲，根据钙质骨板的有无而分为多板亚纲及无板亚纲两类，现多已分别提升为两个独立的纲，替代了双神经纲。参见“多板纲”、“无板纲”。**

【单板纲】 Monoplacophora **软体动物门的一纲。壳呈帽状、匙状或低锥状，多近两侧对称。壳口近圆形至椭圆形，壳顶钝或尖，常向前方呈不同程度地弯曲，壳内留有成对肌痕。海生，寒武纪至现代。我国北方寒武系所产帐蓬螺（**Scenella**）即属此纲。**



【腹足纲】 Gastropoda **软体动物门最大的一纲，头部极发达，腹面有肥厚而宽大的足，故名腹足。内脏囊和外套膜多发生扭转，形成交叉的神经索和消化道，身体左右不对称，多具一外壳，化石多仅保存螺壳或其内核。螺壳钙质，常螺旋成锥形壳、塔形壳、梭形壳等，也有为笠状壳、盘旋壳者。全壳有螺环数层、最后的一环较大、是容纳软体头部及足部之处，称体环或末螺环，其余所有螺环统称为螺塔，螺塔的顶端为壳顶，每两个螺环的外接触线称缝合线。螺环旋转时所遗留的宽窄不一的凹窝谓之脐孔，有的旋转紧闭则形成坚实的壳轴。螺壳腹方（前方）的开口处为壳口，其上可有口盖。壳口的内、外缘分别称为内唇、外唇，内唇有时具壳质加厚而成的结茧，有的种类外唇具有凹陷深浅不等、两侧不相平行的缺凹或凹陷两侧平行的裂口，裂口逐渐被壳质填充即成裂带，有的壳口前后尚可有前沟、后沟、或前端形成管状，壳口具缺凹或前、后沟者称不全缘式，反之则为全缘式。壳面光滑或饰有纹、脊、棱、瘤、刺等。根据旋转特点，螺壳可分为右旋壳及左旋壳两类，区分方法是将壳顶向上，壳口面向观察者，壳口**

位于右方者为右旋壳，反之则为左旋壳，一般多为右旋壳，左旋者极少。螺壳平旋为盘状者外观与头足类的外壳十分相似，但其两侧多不对称，尤以壳内无隔壁、体管等构造而与头足类外壳明显不同。腹足纲的分类系根据其软体特点，一般分为：前鳃亚纲、后鳃亚纲及肺螺亚纲。广泛分布于海水、淡水及陆地，而以水生种类为最多，爬行或游泳生活。最早出现于寒武纪，一直延续至现代。古生代及中生代种类较少，新生代最盛。我国寒武纪地层中即已发现腹足类化石，奥陶纪和石炭纪有很多重要代表，新生代陆相地层中最为丰富。



【前鳃亚纲】　Probranchia　软体动物门、腹足纲的一亚纲。内脏囊扭转，外套腔移至背侧前方，侧脏神经连索交叉成 8 字形，故又名扭神经亚纲。鳃位于心脏之前，故名前鳃，也有鳃全消失而以肺腔呼吸者。头部有触角一对。一般均具螺壳，壳形多样，多为螺旋，壳口全缘或具裂口、裂带、前沟等，偶有为无壳者。常具口盖。通常为雌雄异体。大部分腹足动物均属此亚纲，多数海产，少数生活于淡水及陆地。寒武纪至现代。可再分为两目：古腹足目及新腹足目。

【扭神经亚纲】　StrePtoneura　即“前鳃亚纲”，因其侧脏神经连索扭曲交叉，故又名“扭神经亚纲”。参见“前鳃亚纲”。

【古腹足目】　Archaeogastropoda　腹足纲，前鳃亚纲的一目。原始的前鳃类，大多数古生代腹足类均属此目。鳃一对，鳃叶在鳃轴两侧作羽状排列，其前端游离，故成□状。除少数例外均具二个心耳。吻及水管缺乏。壳形变化大、多具裂带，内壳层常为珠母质。可具口盖或缺失。主要海生，少数见于淡水及陆地。最早出现于早寒武世，一直延续至现代。可再分为七个亚目。化石代表如神螺（Bellerophon）、马氏螺（Maclurites）、脊旋螺（Lophospira）、松旋螺（Ecculiomphalus）、似玉螺（Naticopsis）等。

【新腹足目】　Caenogastropoda　腹足纲、前鳃亚纲的一目。右鳃缺失，仅左侧有鳃，鳃叶排列在鳃轴一侧呈栉状，也有无鳃者。神经系统相当或高度集中，心脏只有一个心耳，吻及水管多发育。壳瓷质，形状多样，口缘多发育前沟，或延伸成管状。口盖多角质。海水，淡水及陆地均有产出，奥陶纪至现代。化石代表如曲线螺（Loxonema）、锥螺（Turritella）等。

【后鳃亚纲】 Opisthobranchia 软体动物门，腹足纲的一亚纲。内脏囊逆转，除捻螺外，侧脏神经连索不交叉成“8”字形，故又称直神经亚纲。鳃位于心脏的后方，故名后鳃。仅具一鳃，或全部消失而代以次生鳃者。头部有触角两对。螺壳退化，小而简单，有的为内壳，或完全无壳。一般无口盖。雌雄同体。全为海生，泥盆纪（?），石炭纪至现代。再分为侧腔目，翼足目及裸鳃目。

【直神经亚纲】 Euthyneura 腹足纲、后鳃亚纲的侧脏神经连索多直伸而不扭曲交叉，故又称“直神经亚纲”。参见“后鳃亚纲”。

【侧腔目】 Pleurocoela 又称“被鳃目”，腹足纲、后鳃亚纲的一目。外套腔向右开口或退化。鳃一个，多少被扩张的侧足或外套膜遮盖，故称被鳃。螺壳发达，多内旋或包旋，或为内壳，或退化无壳。海生，石炭纪至现代。化石代表如小捻螺（Actaeonella），轮捻螺（Trochactaeon）等。

【被鳃目】 Tectibranchia 即“侧腔目”。

【翼足目】 Pteropoda 浮游的软体动物，属腹足纲、后鳃亚纲。个体小，头不显著，肉足发育成一对用于游泳的翼状侧足，故名翼足。无壳或具有外壳，壳多薄而透明，常为长锥状，也有成螺旋者。全为海生。中生代至现代。现代多分布于开阔的海洋中，外壳常大量堆积海底，形成翼足类软泥（pteropodooze）。

【裸鳃目】 Nudibranchia 腹足纲、后鳃亚纲的一目。成体多无鳃及外套腔，但有具次生鳃者。螺壳小，呈杯状或耳状，通常十分退化，或全无壳。多见于现代海洋，化石少，最早出现于古新世。

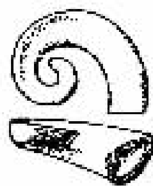
【肺螺亚纲】 Pnlmonata 软体动物门、腹足纲的一亚纲。体形较小，侧脏神经连索不交叉成“8”字形，无鳃，外套腔的壁上有许多血管分布，能呼吸气体，营肺的作用，故名肺螺。螺壳发育，或退化消失，多无口盖。雌雄同体。大多生活于陆地或淡水，少数产于海水。中生代至现代。可再分为两目：基眼目及柄眼目。

【基眼目】 Basommatophora 腹足纲、肺螺亚纲的一目。头部有伸缩性的触角一对，眼无柄，位于触角的基部，故称基眼。概具螺壳，呈螺旋或帽状。多为水生，淡水及海水中均有产出。可靠的基眼目化石最早出现于晚侏罗世淡水沉积，一直延续至现代。化石代表如扁卷螺（Planorbis）、膀胱螺（Physa）等。

【柄眼目】 Stylommatophora 腹足纲、肺螺亚纲的一目。头部长，有两对可以翻转伸缩的触角，前一对触角作嗅觉用，眼在后一对触角的顶端，故称柄眼。螺壳发达，或退化缺失。多为陆生，最早出现于晚白垩世，一直延续至现代。化石代表如琥珀螺（Succinea）、椎实螺（Lymnaea）等。

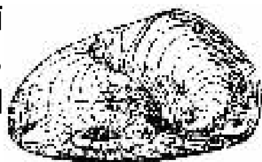
【蛇卷螺】 Ophileta 腹足纲的一属。螺壳较小，低锥形。螺环5—8个，断面近三角形，上面平，与侧面成锐角相交。壳底为宽凹的脐孔。壳面饰有生长线。奥陶纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国产于华北下奥陶统亮甲山组。

【松旋螺】 Ecculiomphalus 腹足纲的一属。螺壳盘形。螺环少，一般松旋，各环互不接触，上侧具明显旋棱，断面近三角形或尖卵圆形。壳面具生长线。奥陶纪至志留纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国奥陶纪地层中分布很广。


松旋螺

【全脐螺】 Euomphalus 腹足纲的一属。螺壳大，盘旋，螺塔凹陷，少数平或凸起。螺环上侧具旋脊，环外侧及底部圆。缝合线深，缝合线与旋脊之间平或向内凹下。壳口圆形或多角状，缺凹明显。脐孔宽大。壳面饰以弯曲的生长线。奥陶纪至侏罗纪，分布于亚洲、欧洲、美洲及大洋洲。我国石炭系及二迭系均有产出。

【马氏螺】 Maclurites 腹足纲的一属。螺壳盘形，下侧面平，螺环明显，外侧直或略倾斜。上侧凸，螺塔凹陷。脐孔深，位于上侧面。壳面饰有生长线。奥陶纪，广布于世界各地。我国南方及北方下中奥陶统均有产出。

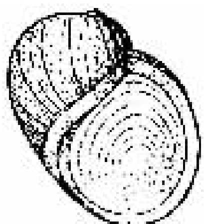

马氏螺

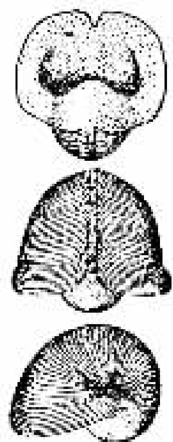
【脊旋螺】 Lophospira 腹足纲的一属。螺壳锥形，螺塔高。螺环角状，具显著的旋棱，棱上具裂带。壳口方圆形或椭圆形，外唇具缺凹。壳面具生长线或网状饰纹。奥陶纪至泥盆纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国多产于北方马家沟组。


脊旋螺

【神螺】 Bellerophon 腹足纲的一属。螺壳包旋，近球形，沿腹背两侧对称。壳口椭圆形、略扩大、裂口深。裂带明显，位于壳的对称面上。脐孔很小或无。壳面仅饰有生长线。奥陶纪至三迭纪，广布于世界各地。我国奥陶纪至三迭纪地层均有发现，而以石炭二迭纪为多。

【似玉螺】 Naticopsis 腹足纲的一属。螺壳近椭圆形，螺塔低，体环很大。螺环圆滑，缝合线深陷。壳口斜，椭圆形，轴部具厚结茧。无脐。壳面具细生长线。志留纪至三迭纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国主要产于石炭二迭系，志留纪及三迭纪地层中也有发现。


似玉螺


神螺

【前贝加尔螺】 Probaicalia 腹足纲的一属。壳小而薄，高塔状，螺环可多至十个以上，紧密排列。环面凸，常有明显的旋棱。口小卵形。无脐。壳面具细密生长线。晚侏罗世至早白垩世，分布于亚洲。我国产于东北、东南上侏罗统及下白垩统。

【环棱螺】 Bellamya 腹足纲的一属。螺壳圆锥形或低锥形。螺环面近于平。体环大，具旋棱。壳口卵圆形，口缘薄，上端角状。脐孔窄小。侏罗纪至现代，分布于亚洲及非洲。我国化石在侏罗系，白垩系及第四纪更新统均有产出。

【膀胱螺】 Physa 腹足纲的一属。壳左旋，卵形，壳质薄脆。螺塔短，壳顶尖，体环极膨大。壳口卵形，上端尖角状，下部圆。轴唇扭曲。淡水生。侏罗纪至现代，分布于亚洲、欧洲及北美。我国化石主要产于东北下白垩统，云南白垩系、山西第三系也有产出。

【扁卷螺】 Planorbis 腹足纲的一属。螺壳盘形。螺环 5—6 个，增长缓慢，断面圆，或具旋棱。壳口斜，椭圆形，唇薄而简单。壳面具斜的生长线。淡水生。侏罗纪(?)至现代，分布于亚洲、欧洲及北美。我国化石产于北方第三纪陆相地层。

【琥珀螺】 Succinea 腹足纲的一属。螺壳薄，长卵形。螺环少，增长迅速。螺塔极低，体环高。缝合线斜而深。壳口大，椭圆形至近三角形，口缘简单。壳面具生长线。淡水生。第三纪至现代，广布于世界各地，化石在我国北方第三纪中新统及第四纪更新统均有产出。

【双壳纲】 Bivalvia 软体动物门的一纲。多具瓣状鳃，又名瓣鳃纲；或因常有发育的斧形足，亦名斧足纲；或因其头部退化而称无头纲。最初命名时，则根据具有两个壳瓣，取名双壳纲，今又多采用此名替代其他名称。个体形状大小差异很大，最小的成年个体不超过 2—3 毫米，大者体长可达 2 米以上。软体外一般具有两个互相对称、大小相等、凸度相同的外壳，而每一壳的前后两侧多不对称，但固着生活的种类两壳常不等也不对称，一般固着壳较膨凸。壳形变化大，多为圆形、椭圆形、三角形或扇形等。两壳最先生成的尖端部分称壳嘴，一般指向前方，也有彼此相对或向后弯曲者。壳嘴附近的凸起部分为壳顶。壳嘴与铰合线之间的平面或曲面称为铰合区，有的则在壳嘴之前形成心脏形凹陷的小月面，壳嘴之后为尖长凹陷的盾纹面。从壳顶向壳面延伸的脊为壳顶脊，若其伸向后腹方，且其两侧壳面显著转折者则称为后壳顶脊。有的壳顶前后有翼状伸出部分，分别称为前耳及后耳，通常前耳小，后耳大。耳与壳体相连处的沟状凹槽称耳凹，右壳前耳凹与前缘相交处形成足丝凹口。壳的内面有一个或两个闭肌痕，两个者称双柱类，等大（等柱类）或前小后大（异柱类）；若为一个则称单柱类，必在后部或中央偏后。壳内近腹部有一条与腹边缘平行的外套线，有的外套线后部弯曲成外套湾。每壳背部内侧多具有齿及齿窝，两壳的齿与齿窝互相对应，司壳铰合，铰齿数目及排列方式变化很大，可分为栉齿型：两壳铰边各有一列数目较多、彼此近于相等的小齿和齿窝，小齿短直或曲成人字形；前（假）异齿型：在壳嘴之下有放射状排列的假主齿及始于壳顶向前、后或仅向后延伸的片状齿；裂齿型：左壳中央主齿分叉，右壳主齿呈八字形；异齿型：壳嘴之下有放射状排列的主齿及位于其前后两侧，始于韧带区之外的侧齿；等齿型：壳嘴之下内韧带两侧有一个或两个以上大小、形状相同的齿；也有的

铰齿很不发育，或完全消失，齿式是双壳纲分类的重要依据之一。壳面具有生长线、同心脊、同心层、放射线、放射脊，有的具有刺、瘤等。双壳纲，壳分左右，一般将壳顶向上，再根据壳嘴，足丝凹口，外套湾及闭肌痕等的位置，特征来确定壳之前后，将壳之前端指向前方，则在观察者左方的壳为左壳，右方的壳为右壳。双壳纲化石多仅保存外壳或外壳印模等。外观与腕足类外壳十分相似，但腕足类壳分腹背，具有茎孔，两壳大小不等，也不对称，每一壳两侧对称，没有韧带、足丝凹口等，腹壳具齿，背壳具齿窝，数目均为两个，壳内且可有腕骨、齿板、中隔板等复杂构造，壳内肌痕及壳层构造也明显不同。双壳纲的分类意见很不一致，我国目前分为：古栉齿目，古异齿目、异齿目、厚齿目、新栉齿目、弱齿目及贫齿目。双壳纲全为水生，大部分生活于海水，少数生活于半咸水或淡水，底栖爬行或穴居于泥沙或其他物体中，也有固着或游泳生活，分布广泛。从中寒武世开始出现，一直延续至现代，以中生代及新生代最为繁盛，目前已知我国最早的双壳纲化石见于下奥陶统，自奥陶纪至新生代地层中均有发现。


双壳类外壳构造

【瓣鳃纲】　Lamellibranchia　双壳纲因多具瓣状鳃，故也常用瓣鳃纲一名。参见“双壳纲”。

【斧足纲】　Pelecypoda　双壳纲因常有发育的斧形足，故又名斧足纲。参见“双壳纲”。

【无头纲】　Acephala　双壳纲的头部退化，故又称无头纲。参见“双壳纲”。

【古栉齿目】　Palaeotaxodonta　双壳纲的一目。壳体较小，两壳等大。铰齿栉齿型，内韧带或外韧带。双柱类，两闭肌痕近于等大。多无外套湾，少数有浅的外套湾。内壳层常为珠母质。全为海洋底栖生活。奥陶纪至现代。化石代表如栗蛤（Nucula）、梳齿蛤（Ctenodonta）等。

【古异齿目】　Palaeoheterodonta　双壳纲的一目。两壳等大或近等大。外韧带，两韧式或后韧式，铰齿为裂齿型或前异齿型等。无外套湾。双柱类。内壳层珠母质。海生或淡水生，水底移动生活。中寒武世至现代。化石代表如珠蚌（llnio）、三角蛤（Trigonia）、古米台蚌（Palaeomutela）、丽蚌（Lamprotula）等。

【异齿目】　Heterodonta　双壳纲的一目。两壳等大或不等大。铰齿异齿型。外韧带，多为后韧式，但常沉陷于背边之下，有时也有内韧带。双柱类。有或无外套湾。无珠母质层。壳饰多变。海生或淡水生，多为水底移动生活，也有钻孔生活者。奥陶纪至现代。化石代表如：满月蛤（Lucina）、帘蛤（Venus）、蓝蚬（Corbicula）等。

【厚齿目】 Pachyodonta 双壳纲的一目。多为特化的种类，由异齿目中较特化的种类演化而来。壳体一般较厚，等壳至极不等壳，多数种类由于以一壳壳顶固着生活而形状特殊，如固着壳锥状，另一壳似口盖，形如珊瑚；或一壳至两壳壳顶强烈旋卷，近似腹足类或头足类。具有宽大厚重的铰板，主齿 1 至几个，短圆而强大，侧齿弱或缺失。双柱类，闭肌痕发育，有的在壳嘴下方的壳内面有称为附肌骨的附结肌肉的片状或棒状突起。全为海生，多为暖海海滨固着生活，仅侏罗纪前的种类营自由生活。中志留世至现代。化石代表如伟齿蛤（Megalodon）、猿头蛤（Chama）、马尾蛤（Hippuritcs）等。

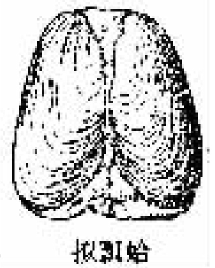
【新栉齿目】 Neotaxodonta 双壳纲的一目。壳小至大，等壳。多为外韧带，两韧式。壳顶下有特别明显的铰合区。铰齿栉齿型，小齿常不相等。闭肌痕近于等大。无外套湾。内壳层磁质。多具足丝。多数海生，极少数能适应半咸水生活。奥陶纪至现代。化石代表如箱蛤（Arca）、粗饰钳（Anadara）等。

【弱齿目】 Dysodonta 双壳纲的一目。多不等壳，壳形多变，壳顶两侧多有耳或耳状突起，右壳前方有足丝凹口。外韧带，两韧式或后韧式，或为内韧带。铰齿不发育或具弱的齿状突起，少数种类等齿型。异柱类或单柱类。无外套湾。内壳层珠母质、半珠母质或片状。绝大多数海生，游移或以足丝或壳体固着生活。奥陶纪至现代。化石代表如：翼蛤（Pteria）、海扇（Pecten）、牡蛎（Ostrea）、壳菜蛤（Mytilus）等。

【贫齿目】 Desmodonta 双壳纲的一目。壳多不等大，前后端多张开，内韧带，附结于弹体窝和内韧托上，并常有称为石带片的薄片状突起附着其上以加强内韧带的附结。铰齿不发育或缺失。双柱类。均有外套湾。内壳层珠母质或非珠母质。多在海底钻洞生活，极少数能在微咸水生活。晚寒武世（?）奥陶纪至现代。化石代表如蛏海螂（Solemya）、海笋（Pholas）等。

【梳齿蛤】 Ctenodonta 双壳纲的一属。壳较大。伸长，沿铰缘具一列小而弯曲的栉齿。后韧式外韧带。两个闭肌痕近等大。无外套湾。壳面光滑，仅具生长线。奥陶纪至志留纪（?），广布于世界各洲。我国产于北方奥陶系。

【拟瓢蛤】 Modiolopsis 双壳纲的一属。壳薄，斜长形前小后大。壳嘴近于前端，壳面于壳顶中部无明显的中央凹陷。齿不发育。闭肌痕两个，前闭肌痕小而深，后闭肌痕大而浅。壳面具生长线。中、晚奥陶世。广布于世界各地。


拟瓢蛤

【克氏蛤】 Claraia 双壳纲的一属。壳近圆形，两壳不等，左凸右平。壳嘴位于前方，铰边直，短于壳宽。前耳小而显著，后耳较大，常呈截圆状，但与壳顶部分界不甚明显。壳面多具生长线，有的具放射纹。齿不发育。海生。出现于亚洲、欧洲、北美、大洋洲及东非早三迭世。我国产于海相下三迭统。

【鱼鳞蛤】 Daonella 双壳纲的一属。两壳扁平，半圆形至半卵形。铰边直而长，壳嘴小而微凸，位于中部。无耳。壳面放射纹发育。铰齿不发育。海生。中三迭世至晚三迭世，分布于亚洲、欧洲及北美。我国产于四川、云南、贵州及广西等省中三迭统。

【褶翅蛤】 Myophoria 双壳纲的一属。壳近三角形，壳面具一条或少数放射脊。后壳顶脊发育，此脊以上的饰纹与壳面其余部分不同。每壳有两短齿，属裂齿型。海生。三迭纪，分布于亚洲、欧洲、大洋洲、东非及北美。我国产于南方各省海相三迭系。

【真形蛤】 Eumorphotis 又称“ 正海扇 ”双壳纲的一属。壳扇形，不斜，壳嘴较靠前，两侧近于对称。铰边直而长，多与壳长相等。两耳发育，前耳具显著足丝凹口，以较发育的耳凹与壳顶部分开，后耳较大，与壳顶部无显著的耳凹相隔。铰齿不发育。壳面具放射脊或放射纹。海生。三迭纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国产于海相三迭系。

【费尔干蚌】 Ferganoconcha 双壳纲的一属。壳长卵圆形或近四边形，相当膨凸至略膨凸。壳顶宽平，常靠近前端，不突出于铰边之上，无显著后壳顶脊。壳面具细密之同心纹，或形成较深的同心层。每壳在壳顶前后各有一短狭的片状铰齿。生存于亚洲侏罗纪。我国陆相侏罗纪地层中化石很多。


费尔干蚌

【假铰蚌】 Pseudocardinia 双壳纲的一属。卵形至三角圆形，后部向后下方伸展。常具有后壳顶脊。右壳嘴下有一个具小沟棱的三角形假主齿，其后有时尚有弱而短的齿状突起，前片状齿 2 个，后片状齿 2—3 个，均与壳边近于平行。生存于亚洲侏罗纪，中侏罗世最繁盛。我国产于陆相中侏罗统。

【球蚬】 Sphaerium 双壳纲的一属。壳小而薄，球形或卵圆形。壳顶微向前倾，前端较短。壳面光滑或具生长线。异齿型，左壳具两个常与铰线平行的薄主齿，前、后侧齿均为光滑片状，右壳有一个常分叉的主齿。闭肌痕浅，位于壳边，无外套弯。淡水生活。中侏罗世至现代，广布于世界各地。化石在我国多见于北方上侏罗统，白垩系和新生界中也有产出。

【珠蚌】 Unio 双壳纲的一属。壳厚，横向延长成卵圆形或方圆形，壳嘴位于前方四分之一处。壳面具生长线或同心皱，或有刺状、瘤状突起。铰齿片状，位置近于水平，后端铰齿长片状，与铰边平行。两闭肌痕前小后大，无外套弯。淡水生活。晚三迭世至现代，广布于世界各地。我国此类化石多产于陆相中、新生代地层中。



【楔蚌】 Cuneopsis 双壳纲的一属。壳厚大，前端宽圆，后端狭而稍尖，略呈楔形。壳面具粗生长线。壳顶饰有倒人字形或“ W ”形纹饰。后壳顶脊明显。假主齿短，位于壳嘴下，片状齿长。闭肌痕两个，前深后浅。淡水生活。侏罗纪至现代，分布于东亚及非洲。我国侏罗纪及新生代陆相地层中均有此类化石。

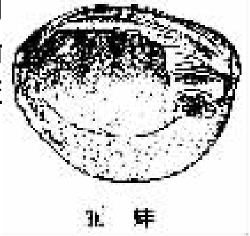

楔蚌

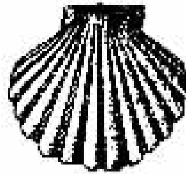
【类三角蚌】 Trigonioides 双壳纲的一属。壳中等大小，近三角形至横长梯形，壳面饰脊特殊，中部为尖端略向后斜的 V 字形放射脊，其前、后部分分别与壳面前部与后部的放射脊交成人字型壳饰。齿较发育，假主齿粗短，假主齿及片状齿上均具规则刻纹。淡水生活。分布于亚洲白垩系。我国陆相下白垩统中化石较多。

【日本蚌】 Nippononaia 又称“富饰蚌”。双壳纲的一属。壳椭圆形，前端略高，壳顶宽平，位于前端。壳面具有 V 字形及人字形纹饰。具两个短假主齿和两个后片状齿。晚侏罗世至早白垩世，分布于亚洲东部。我国产于东北上侏罗统及下白垩统。


日本蚌

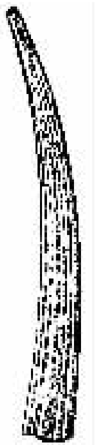
【海扇】 Pecten 双壳纲的一属。壳近圆形。两壳明显不等，右壳显著凸起，左壳平或凹。耳发育，前耳较后耳稍大。壳内铰合线中央有三角形内韧带窝，在其两侧各生一齿，齿的大小与位置互相对称，属等齿型。闭肌痕一个，位于后端。壳面多具放射纹。海生。新第三纪至现代，广布于世界各地。我国化石产于台湾省中新统。


丽 蚌


海 扇

【丽蚌】 Lamprotula 双壳纲的一属。壳厚，三角形、长方形或近卵形。壳顶部分隆起。壳面有较粗且微成片状的同心纹，并常具瘤状突起。壳顶部分隆起并常组成尖端指向后方的 V 字型褶皱。假主齿粗大，片状齿长，均具有刻纹。前闭肌痕深而小。淡水生活。生存于亚洲中侏罗世至现代。我国陆相中侏罗统和北方新生代地层中化石很多。

【掘足纲】 Scaphopoda 软体动物门的一纲。体细长，两侧对称，头不发育，无限，腹面伸出一锥状足，作掘泥沙之用，故名掘足。体外被钙质锥状壳，壳微弯曲，两端开口，后端尖细，常具细管或凹缺。壳面光滑或具饰纹。海生底栖，掘泥生活，仅壳的后半端露于海底泥沙之上。泥盆纪至现代。典型代表为角贝（Dentalium）。我国黔西上二迭统已有发现。

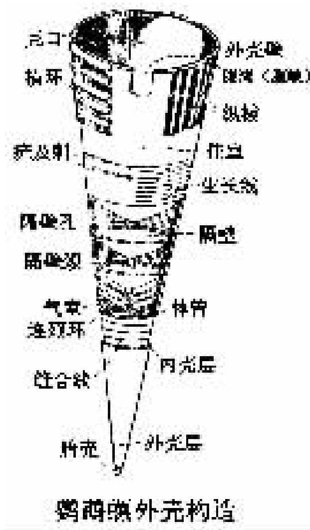

角 贝

【头足纲】 Cephalopoda 头足纲是软体动物门中最高级的一纲，现生的乌贼、章鱼、鹦鹉螺等均属此纲。因头部有环状分布的触手，用以捕食或爬行、游泳，故名头足。头足动物的外套膜分泌钙质或角质硬壳，壳易保存化石。根据壳的位置，头足纲可以分为两个亚纲：壳在软体外部的称外壳亚纲，因具四鳃，又称四鳃亚纲；壳在软体内部的为鞘螺亚纲，又称内壳亚纲，因具两鳃，亦称二鳃亚纲。外壳亚纲又可分为鹦鹉螺超目，杆石超目及菊石超目，化石在古生代及中生代海相地层中非常丰富，十分重要，现多将这 3 个超目分别提升为独立的亚纲，或再将内角石类及珠角石类也提升为亚纲，而共分为五个亚纲。鞘螺亚纲中的化石种类以箭石类为主，繁盛于中生代。头足类全为海生，开始出现于晚寒武世，一直延续到现代，分布极广，古生代及中生代化石十分丰富，是一类很重要的标准化石。

【外壳亚纲】 Ectocochlia 头足纲的一亚纲，因壳在软体外部，故名。因具四鳃，又称四鳃亚纲。外壳亚纲包括鹦鹉螺超目，杆石超目及菊石超目，现多将这 3 个超目提升为亚纲，或再将内角石类及珠角石类也提升为亚纲，而将外壳亚纲分为 5 个独立的亚纲。

【四鳃亚纲】 Tetrabranchiata 即“外壳亚纲”，因具四鳃，故名。

【鹦鹉螺亚纲】 Nautiloidea 软体动物门，头足纲的一亚纲，或列为超目。化石仅保存外壳，壳为一长锥状管，两侧对称，直或弯曲或旋卷，可分为直形的直角石式壳，弓形的弓角石式壳，环形的环角石式壳，短粗的短角石式壳，内卷的鹦鹉螺式壳，松卷的塔飞角石式壳，螺旋形的轮角石式壳等。弯曲或旋卷壳的腹边位于凹边或内侧者为内腹式壳，反之则为外腹式壳。壳面光滑或具饰纹。壳的内部为许多隔壁分为若干气室，最前一个壳室最大，是软体居住之处，称住室。壳的始端则为灯泡状或片状的胎壳。隔壁的边缘与壳壁接触处所形成的缝合线大都为简单的环形，少数弯曲。隔壁中央有一小圆孔，在圆孔周围隔壁向后延伸而成隔壁颈。隔壁颈一般向后直伸，长短不一，短者只 1—2 毫米，长者可达一个气室或更长，有的隔壁颈弯曲，也有的无颈。隔壁颈的特征是分类的重要依据之一，可细分为无颈式、斜颈式、直颈式、亚直颈式、弯颈式、半颈式、亚全颈式、全颈式、长颈式。通过隔壁颈、纵贯所有气室的细管称为体管。体管可分为外体管及内体管两部分，外体管由隔壁颈及连颈环相连而成，内体管系指外体管内的各种沉积构造，如内锥、内锥管、内隔壁、内体房、环节珠沉积、星节珠沉积等。体管一般为直管状，隔壁颈弯曲者则成串珠状，粗细不一，位于壳体中心，或靠近腹面或背面。壳体的形状及体管特点是研究鹦鹉螺类化石的重要依据，鉴定时需将壳沿体管中心剖开，磨成光面或切制薄片进行观察。鹦鹉螺亚纲可再分为爱丽斯木角石目、内角石目、珠角石目、直角石目、袋角石目、箭钩角石目、迭盘角石目、塔飞角石目、巴兰底角石目及鹦鹉螺目。鹦鹉螺全为海生，底栖爬行或游泳底栖生活。最早出现于晚寒武世，奥陶纪最盛，是奥陶纪的一类重要标准化石，志留纪后显著衰退，现代只有鹦鹉螺（Nautilus）一属，仅分布于西南太平洋，自吕宋岛至萨摩亚群岛一带，我国台湾海峡、南海等地也有产出。我国奥陶纪鹦鹉螺类化石非常丰富，古生代志留纪以后及中、新生代地层也有产出。



鹦鹉螺外壳构造

【爱丽斯木角石目】 Ellesmerocerida 头足纲，鹦鹉螺亚纲的一目。一般壳体较小，直或微弯曲，内腹式壳。体管内偶具闭板，隔壁密集，隔壁颈短，直或弯曲，连颈环厚而复杂。本目特征变化大，除上述一般特征外，尚有具轮环的直角石式壳、外腹式壳、体管近于中心、连颈环薄、隔壁颈长的类型。最早出现于晚寒武世，早奥陶世即大盛，中、晚奥陶世衰退，有一属可能延至中志留世。化石代表如产于我国北方上寒武统的短棒角石（Plectronoceras）、奥陶纪的前环角石（Protocycloceras）、梯级角石（Bathmoceras）等。

【内角石目】 Endocerida 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一目，现在也有人将其提升为内角石亚纲而与鹦鹉螺亚纲并列。一般为直形壳，也有微弯者，中等大小至巨大，已发现有长近 6 米的标本。体管一般粗大，圆柱状，多位于壳的腹边或近腹边。隔壁颈为无颈式至长颈式，连颈环简单或复杂，体管后部具内锥及体隙。无气室沉积。生存于奥陶纪，只有一属可能延至中志留世。化石甚多，分布也广，十分重要，如内角石（Endoceras）、“房角石”（Cameroceras），满洲角石（Manchuroceras）、弓内角石（Cyrtendoceras）等。

【珠角石目】 Actinocerida 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一目，现在也有将其提升为珠角石亚纲而与鹦鹉螺亚纲并列。多为直形壳，中等大小至巨大，体管粗或细，位于壳的近中心或近腹部，具独特的环节珠沉积。隔壁颈多短而弯曲，体管节向气室方向膨胀，呈串珠状，一般宽大于长，也有长大于宽或近球状者。气室沉积发育。奥陶纪至石炭纪。奥陶纪化石多而重要，如多泡角石（Polydesmia）、阿门角石（Armenoceras）、链角石（Ormoceras）、棱角石（Gonioceras）等。

【直角石目】 Orthocerida 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一目。壳一般较细，直或略弯，但不旋卷。体管细，圆柱状，或体管节略膨胀，隔壁颈直颈式，或为次生弯颈式，连颈环薄，可具有附壁沉积。气室沉积发育。壳面光滑或具饰纹。奥陶纪至三迭纪，繁盛于

奥陶纪至志留纪。再分为两超科：具直颈式或亚直颈式的直角石超科，化石代表如米契林角石（Michelinoceras）、震旦角石（Sinoceras）等；具弯颈式的假直角石超科，化石代表如假直角石（Pseudorthoceras）、豆房沟角石（Tofangoceras）等。

【袋角石目】 Ascocerida 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一目。壳形奇异，由代表两个不同生长阶段、特征各异的壳体组成。幼年期壳细直或略弯，气室长，隔壁颈直颈式或亚直颈式，体管细小，近于中心，体管节略有膨胀。成年期壳突然变为粗短形的短角石式，气室少，隔壁在背部弯曲、隔壁颈为弯颈式，体管粗大，位于腹边或近腹边，体管节膨大。幼年期壳常脱落或在动物死后断去，而仅保存成年期壳。奥陶纪至志留纪。化石相对较少，代表属为袋角石（Ascoceras）。



袋角石

【箭钩角石目】 Oncocerida 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一目。多为外腹式短角石式或弓角石式壳，两侧压扁，口部通常收缩，也有壳为直形、旋卷、呈内腹式，腹背压扁者。隔壁薄、隔壁颈幼年期为直颈式或亚直颈式，成年期则为弯颈式，连颈环一般薄。体管位于腹侧，体管节细，也有较大且膨胀者。可有星节珠沉积及薄的气室沉积。壳面光滑或具饰纹。奥陶纪至早石炭世。化石代表如箭钩角石（Oncoceras）、雷加逊角石（Richardsonoceras）等。

【迭盘角石目】 Discosorida 头足纲，鹦鹉螺亚纲的一目。壳中等至大，短角石式或短的弓角石式，也有为直角石式壳，内腹式，偶为外腹式，口部常收缩。体管较大，位于中央或边缘，隔壁颈弯颈式，体管节膨胀，连颈环厚而复杂，围绕隔壁颈形成由内层及外层组成的瘤节，可具附壁沉积及内锥。奥陶纪至中泥盆世，晚泥盆世？以奥陶纪、志留纪为主。化石代表为迭盘角石（Discosorus）、闭角石（Pbragmoceras）等。迭盘角石类与珠角石类十分相似，可根据其厚而复杂的连颈环及内体管特征区别。

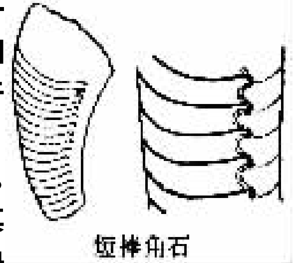
【塔飞角石目】 Tarphycerida 头足纲，鹦鹉螺亚纲的一目。壳平旋、松卷或外卷，成年期壳常松开而不与早期的壳接触，或成直壳（如薇角石）。旋环断面形状变化大，是分科的重要依据之一。幼年期体管位于腹边，成年期可移至背侧、腹侧或近中部，隔壁颈全为直颈式，连颈环厚。壳口常变形，口缘具明显的腹弯。奥陶纪至志留纪化石代表为盘角石（Discoceras）、薇角石（Lituites）等。

【巴兰底角石目】 Barrandeocerida 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一目。壳弓角石式或为松旋、外旋、螺旋等，体管细，位于中心或近中心，壁薄，无内体管，隔壁颈直颈式。某些衍生种类体管移至腹部或略偏于背部，隔壁颈为弯颈式，体管节膨胀。未见有气室沉积。壳面光滑或具轮环、纵肋。奥陶纪至中泥盆世。化石较少，如巴兰底角石（Barrandeoceras）等。

【鹦鹉螺目】 Nautilida 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一目。壳旋卷，外旋或内旋，也有为弓角石式、环角石式等。除少数例外，体管为细圆柱状，连颈环薄，位于近中心。缝合线直线形，或具明显的鞍和叶，有些特殊类型的缝合线十分复杂。壳面光滑或具饰纹。泥盆纪至现代。化石代表如带角石（Tainoceras）、助鹦鹉螺（Pleuronautius）等，现存鹦鹉螺（Nautilus）一属，是鹦鹉螺亚纲中惟一的现生代表，仅分布于西南太平洋

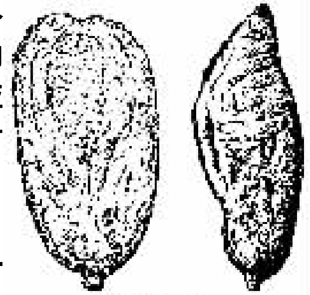
自吕宋岛至萨摩亚群岛一带，我国南海也有产出。

【短棒角石】 Plcctronoceras 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。壳弯曲，侧面压缩。体管细小，位于壳的边缘并与凹面相接触。隔壁多而密，隔壁颈呈弯钩状，体管内无闭板。出现于晚寒武世。只产于我国北方上寒武统。


短棒角石

【梯级角石】 Bathmoceras 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。壳直，腹背压缩。体管宽，位于腹部边缘。隔壁颈直而短，其尖端向上翘起。连颈环向前膨大呈棒锤状。缝合线在腹部中央常形成窄陡的倒 V 形鞍。气室低。生存于亚洲、欧洲及大洋洲早奥陶世。我国产于湖北下奥陶统大湾组。

【满洲角石】 Manehuroceras 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。壳短粗，直或稍弯曲，横断面圆或椭圆形。化石多仅保存体管，体管大，位于边缘，直或稍弯曲，横切面圆形或腹背压缩，腹边常扁平，顶端常具一乳状突起。体管外面具向腹面上升之斜环。内体房更近体管之背面，其腹边向内凹入，形成腹突。有时腹侧具有一体隙早奥陶世，分布于亚洲、北美及大洋洲。我国多产于北方下奥陶统亮家山组，南方也有产出。近年有人又称之为“东北角石”。

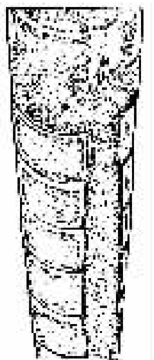

满洲角石

【东北角石】 见“满洲角石”。是无效学名，现多不用。

【房角石】 “Cameroceras” 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。壳直，隔壁颈长达一个气室，化石多仅保存体管。体管多为圆管状，复以内壁，壁外饰有倾斜环纹。内体房短，顶角大。此属出现于奥陶纪，广泛见于亚洲、欧洲及北美，但对属的特征认识很不一致。我国北方及南方下奥陶统均有产出，但标本绝大部分仅见体管，可能属于不同的属，尚待今后进一步研究。

【内角石】 Endoceras 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。壳直，横断面为圆形，壳面光滑。隔壁颈直，长仅达一个气室。体管粗大，位于壳的腹部或靠近腹部，体管内有由锥体迭置而成的内锥，其顶端连接起来成为管状的内锥管，最后一个内锥形成尖圆锥形的内体房。奥陶纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国主要产于南方大湾组及牯牛潭组，北方桌子山灰岩组也有产出。

【鞘角石】 Vaginoecras 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属，与内角石相似。但鞘角石内锥较细长，两侧压缩，横断面呈楔形，具有两个由内体房向体管延伸的纵板状构造（体隙），连颈环较厚；而内角石内锥横断面近圆形或腹背压缩，未见体隙，连颈环较薄。我国过去所发现的这一类标本，体管内构造多未保存，仅以隔壁颈的长度区分，即隔壁颈长仅达一个气室者为内角石，超过一个气室者为鞘角石。奥陶纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国产于湖北、江苏等地。

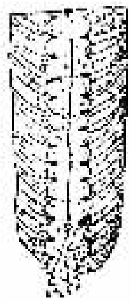

鞘角石

【双房角石】 Dideroceras 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。壳细长，与内角石（Endooeras）相似，但隔壁颈长达一个半至两个气室。内锥管顶部靠近体管中央，未见体隙，内隔壁不显。早至中奥陶世，分布于亚洲、欧洲及南美洲。我国主要产于南方大湾组及牯牛潭组。

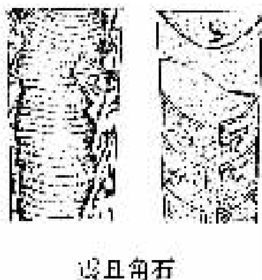
【鄂尔多斯角石】 Ordosoceras 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。壳大而直，横切面为圆形或稍显椭圆形。体管粗大，位近壳的中心。隔壁颈较长且向外扭转，连颈环向外呈球状弯曲，最后部分收缩升高，与下面隔壁形成1—1.5毫米的间距。气室较小。体管内部有放射状细支管。主要产于我国北方桌子山灰岩组及马家沟组下部。

【珠角石】 Actinoceras 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。壳直。体管粗大，体管节扁宽似串珠。隔壁颈向外弯曲与隔壁作45度角。体管内部有钙质充填物，仅在中央留有管状细隙（中央管）及两隔壁间的细支管（放射管）。奥陶纪，分布于亚洲及北美。我国过去所定北方奥陶系中的“珠角石”，现多已改称为阿门角石（Armenoceras）或链角石（Ormoceras）

【阿门角石】 Armenoceras 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。与珠角石相似，但体管节更扁宽，隔壁颈极短，隔壁颈延长的颈缘部分很长，且向外反转与隔壁接触或相距甚近。奥陶纪至志留纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国多产于北方马家沟组。


阿门角石

【震旦角石】 Sinoceras 旧称“中华角石”。头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。壳为长圆锥形，壳面复以显著的波状横纹，隔壁颈直而长，约相当于气室深度之半。体管细小，位于壳的中央或稍偏。住室无纵沟。只分布于中国，主要产于南方宝塔灰岩组。


震旦角石

【中华角石】 即“震旦角石”。

【米契林角石】 Michelinoceras 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。壳直，扩大缓慢，横切面为圆形。住室长，无纵沟。体管细，近于壳的中央。隔壁颈直而短，连颈环为管状。气室高。壳面光滑或具纵纹。奥陶纪至三迭纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国多产于南方的下、中奥陶统。此属与中奥陶世的直角石（Orthoceras）极为相似，但直角石的主要特征是住室中具三个对称排列的纵沟，壳壁外层表面具细的纵肋与横肋，壳壁内层具细斑状结构。我国过去所发现的这一类标本多是壳的气室部分，未见住室，是否具有三个纵沟难以断定，故现多归在米契林

角石属中，作为形态属。

【直角石】 Orthoceras 参见“米契林角石”。

【豆房沟角石】 Tofangoceras 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。壳直，横切面为卵圆形。体管小，串珠状。隔壁下凹浅，具不规则的体管及气室沉积物。壳面具轮环，轮环与隔壁平行或略稍倾斜。中奥陶世，分布于中国及朝鲜北部。我国产于北方马家沟组。

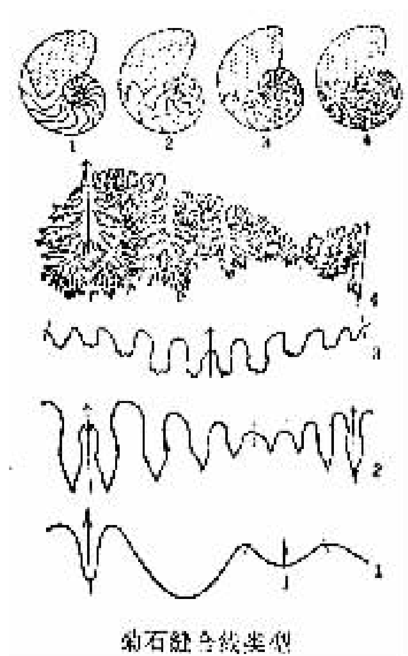
【薇角石】 Lituites 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。幼年期壳平卷，形成3—4个旋环，成年期后变成直壳。螺环高，其腹面较背面为宽。体管位于壳的近背边，隔壁颈直而短。壳面具明显的横肋及与之平行的生长纹。口缘弯曲，具一腹缺、一背缺及二个腹侧突起。中奥陶世，分布于亚洲及欧洲。我国产于南方及新疆中奥陶统。


薇角石

【头带角石】 Tainoceras 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。壳外卷呈盘状，旋环少，横断面近四方形。体管细小，位于壳的近腹部。脐宽而深。腹侧部分各有一排瘤，腹部中间为一浅沟，沟之两侧各具一排瘤。壳面饰有生长纹。缝合线在腹部、背部及两侧各具一宽浅的叶部，鞍部短窄。石炭纪至二迭纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国产于湖南、江西下二迭统。

【湖南角石】 Hunanoceras 头足纲、鹦鹉螺亚纲的一属。壳旋卷呈球形，旋环增长很快，腹背压缩很强，侧面具尖锐的侧旋棱，脐大且深，脐壁高而陡。腹部宽，具有两排长瘤。体管细小，位于壳的中心及背面之间。壳口宽而低，具有一宽形的腹弯。缝合线略呈直线形。产于我国湖南下二迭统。

【菊石亚纲】 Ammonoidea 软体动物门。头足纲的一亚纲。壳旋卷，多呈盘状或球状。壳面光滑或饰有纹、肋、瘤、刺等。体管小、构造简单，除海神石目外，多位于壳的腹面，隔壁颈向后方伸延者，称为后伸体管，反之便是前伸体管。有的壳口可具单口盖或双口盖。隔壁边缘褶皱，与外壳接触处所形成的缝合线，类型复杂，对于研究菊石的演化及分类非常重要。缝合线可分为内外两部分，自腹部经两侧面到两旋环接合线（脐线）的部分称为外缝合线；自脐线经过背部到另一面脐线的部分称为内缝合线。缝合线向前弯曲的部分称为鞍，向后弯曲的部分称为叶，根据其位于壳的腹部、侧部及背部而分别各为腹叶、侧叶、背叶，位于脐线内外部分的叶称为脐叶，其在脐线外边的可见部分称为悬叶，再行分化成小型波状曲线便为助线系。有些科属的第一侧鞍又再分化，形成次生的叶部，其大小可与原生的叶相等，称为偶生叶。菊石缝合线一般可分为棱菊石型缝合线（1、2），鞍部及叶部均完整，不呈齿状，多见于晚古生代，可延至三迭纪；齿菊石型缝合线（3），又称菊面石型缝合线，鞍部完整而叶部分支成齿状，初见于早石炭世，以三迭纪为主，中生代后期也有代表；菊石型缝合线（4），鞍部及叶部均再分支成齿状，主要分布于侏罗纪及白垩纪。菊石亚纲根据缝合线的特征等可再分为八个目：似古菊石目、海神石目、棱菊石目、前碟菊石目、齿菊石目、叶菊石目、弛菊石目及菊石目。菊石全为海生，游泳或在海底爬行生活。最早的菊石发现于早泥盆世，中生代最为繁盛，对中生代海相地层的划分对比作用很大，中生代末即全部灭绝。我国晚古生代及中生代海相地层中都含有丰富的菊石。


菊石缝合线类型

【似古菊石目】　Anarcestida　头足纲、菊石亚纲的一目。原始的菊石，体管位于腹侧，隔壁颈向后，缝合线棱菊石型，叶的数目不等，有些仅有3—4个，多者可具10个，或具助线系或（及）偶生叶。仅出现于泥盆纪。化石代表如尖棱菊石（Manticoceras）、无棱菊石（Agoniatites）等。

【海神石目】　Clymeniida　头足纲、菊石亚纲的一日。是一类原始的菊石，壳外卷到内卷，住室很长，一般等于一旋环或更长。无脐孔。体管位置与一般菊石不同，位于壳的背部。隔壁颈向后伸延，一般很长，壳面光滑或具各种横肋或刺状物。缝合线棱菊石型，腹叶及侧叶圆或尖棱状。仅出现于晚泥盆世。化石代表如海神石（Clymenia）、棱海神石（Gonioclymenia）等。我国广西、贵州等地上泥盆统发现有丰富的海神石类化石。

【棱菊石目】　Goniatitida　头足纲、菊石亚纲的一目。壳形变化大。缝合线棱角石型，多具8个叶，原始类型叶的数目较少，也有多达20—30个者。有些进化类型缝合线菊石型，并具助线系。除原始类型外，为前伸体管。中泥盆世至二迭纪。化石代表如圆叶菊石（Tornoceras）、棱菊石（Goniatites）、环叶菊石（Cyclolobus）等。

【前碟菊石目】　Prolecanitida　头足纲、菊石亚纲的一目。壳盘形至薄透镜形，缝合线棱角石型至齿菊石型，具助线系。隔壁颈向后伸延，为后伸体管。晚泥盆世至三迭纪。化石代表如：前碟菊石（Prolecanites）、麦得利菊石（Medlicottia）、假胄菊石（Pseudosagenoceras）等。

【齿菊石目】 Ceratitida 头足纲、菊石亚纲的一目。壳形多种多样、但多具各种壳饰，尤以粗的横肋为常凡。缝合线齿菊石型，叶部均呈齿状。二迭纪至三迭纪。大部分三迭纪菊石均属此目。如蛇菊石（Ophiceras）、米克菊石（Meekoceras）、前粗菊石（Protrachyceras）等。

【叶菊石目】 Phylloceratida 头足纲、菊石亚纲的一目。壳平卷，壳面光滑或具微弱饰纹。缝合线菊石型，但其鞍部裂成叶片状，每一个小叶的顶部浑圆，整个鞍部颇似蕨类植物的一片复叶。叶菊石类是从齿菊石目诺利菊石超科演化而来，并是三迭纪以后菊石的祖先。三迭纪至白垩纪。化石相对较少，有光叶菊石（Leiophyllites）等。

【弛菊石目】 Lytoceratida 头足纲、菊石亚纲的一目。壳外旋、松旋或不旋卷，也有螺旋呈塔形者，旋环横断面近圆形。缝合线由少数很复杂的鞍和叶组成，鞍部分裂成许多小叶，其顶端多较尖锐而不浑圆，似苔藓状。侏罗纪至白垩纪。化石代表有弛菊石（Lytoceras）、杆菊石（Baculites）、塔菊石（Turrilites）等。

【菊石目】 Ammonitida 头足纲、菊石亚纲的一目。壳多包卷，厚且多具显著饰纹，如横肋、纵脊、瘤、刺等。缝合线大都十分复杂，很少为二分叉的叶部或叶片状的鞍部。侏罗纪至白垩纪。除弛菊石目及叶菊石目外的所有侏罗白垩纪的菊石均属此目，包括属种极多。化石代表如香港菊石（Hongkongites）、束肋旋菊石（Virgatosphinctes）、白羊石（Arietites）等。

【尖棱菊石】 Manti coceras 头足纲、菊石亚纲的一属。壳旋卷，呈扁饼状，腹部窄圆形到尖棱状。壳面饰有弓形的生长线，脐中等宽，缝合线棱菊石型。晚泥盆世，广布于世界各地。我国产于湖南、广西上泥盆统余田桥组及榴江组。


尖棱菊石

【假海乐菊石】 Pseudohalorites 头足纲、菊石亚纲的一属。壳内卷为球形或椭圆形，旋环横断面呈半圆形。体管位于中央。脐很窄或闭合。壳面具有显著的横肋和沟，横越腹部而不中断。缝合线为齿菊石型，由 8 个叶和相同数目的鞍组成。产于亚洲下二迭统。我国产于湖南下二迭统。

【水城菊石】 Shuichengoceras 头足纲、菊石亚纲的一属。壳内卷呈扁盘状，旋环包卷很紧。脐窄而深，腹部窄圆。壳面具很多弯曲的细纹。缝合线棱菊石型，腹叶被一个大的中鞍分成两个尖的支叶，中鞍具近直角弯曲的侧边，外鞍宽而深，顶端尖，侧叶窄稍尖。产于我国贵州水城中石炭统。

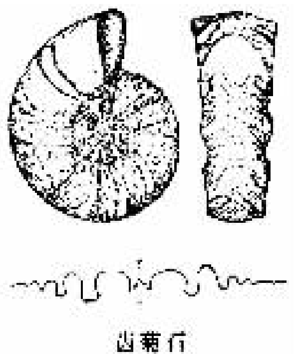
【棱菊石】 Goniatites 头足纲、菊石亚纲的一属。壳近内卷呈球形，脐部窄小，缝合线为标准的棱菊石型，腹叶分为两支叶，外鞍顶部为近棱形至棱形。早石炭世，分布于亚洲、欧洲、非洲及北美。我国产于宁夏下石炭统。

【腹菊石】 Gastrioceras 头足纲、菊石亚纲的一属。壳旋卷，呈亚盘状到球形。脐大，脐缘上有瘤，腹部圆。壳面饰有细的纵纹和横纹。缝合线棱菊石型。中石炭世，广布于世界各地。我国产于甘肃、宁夏、贵州中石炭统。

【假胄菊石】 Pseudosagenoceras 头足纲、菊石亚纲的一属。壳内卷、两侧扁平，住室短，腹部尖或具窄的双腹棱。缝合线为多叶式，由许多二分的偶生叶、一个或二个三岔的侧叶及很短的辅助叶组成。鞍顶完整，呈窄圆形或矛状。早三迭世，分布于亚洲、欧洲及北美。我国产于广西，贵州等地下三迭统。

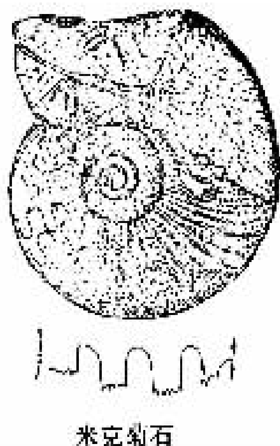
【假提罗菊石】 Pseudotirolites 头足纲、菊石亚纲的一属。壳外卷，侧部具明显的肋，近腹部常有侧瘤和横肋。腹部具明显的中脊，缝合线为齿菊石型，外缝合线的侧叶宽而深，下端具很多锯齿。腹叶被低的腹鞍分为两个尖的腹支叶。鞍部为圆顶。产于我国南部上二迭统大隆组。

【齿菊石】 Ceratites 头足纲、菊石亚纲的一属。壳圆盘状，壳面有横肋，近脐及外缘上常有瘤。腹部宽平，无肋纹。缝合线齿菊石型。产于欧洲中三迭统。


齿菊石

【蛇菊石】 Ophiceras 头足纲、菊石亚纲的一属。壳蛇形旋转，呈盘状，腹部窄圆。脐部很宽，具有高而直立的脐壁。壳面一般光滑或具少数不明显的肋或瘤。缝合线为菊齿石型。早三迭世，分布于亚洲。我国产于南方下三迭统大冶灰岩组底部。

【米克菊石】 Meekoceras 头足纲、菊石亚纲的一属。壳外卷至半内卷，呈扁盘状，侧面一般平滑或饰有微弱的横纹。腹部平。缝合线为菊齿石型，叶部下端只有少数的齿。早三迭世后期，分布于亚洲及北美。我国产于广西、贵州下三迭统。


米克菊石

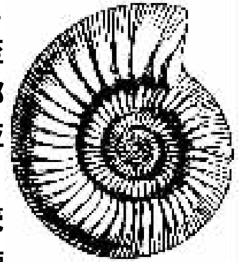
【粗菊石】 Trachyceras 头足纲、菊石亚纲的一属。壳近内卷呈厚盘状或扁盘状。腹部窄圆，中间具有明显的腹中沟，其两旁有两排瘤。侧面饰有微弯的肋纹，肋上有若干排成旋转状的瘤。缝合线为菊石型，每边有两个分齿不长的侧叶。中三迭世晚期至晚三迭世早期，分布于亚洲、欧洲及北美。我国产于云南中、上三迭统。

【塔菊石】　Turrilites　头足纲、菊石亚纲的一属。壳旋转成尖塔状，旋卷较密，顶角小。旋环横断面为圆形或方形。壳面具直立的横肋，常在露出面的中央间断，肋上有3—4排长瘤。缝合线菊石型，侧叶二分。晚白垩世，分布于亚洲、欧洲、非洲及北美。我国产于西藏上白垩统。

【香港菊石】　Hongkongites　头足纲、菊石亚纲的一属。壳半外卷，呈肥厚的盘状。旋环断面为长方形。腹部穹圆，具浅的腹沟。壳的两侧面上有单一的及二分的粗肋，在腹部中间中断，成为光滑的浅腹沟，缝合线不详。我国产于广东、香港下侏罗统。

【白羊石】　Arietites　头足纲、菊石亚纲的一属。壳体一般很大，外卷呈盘状，脐宽。旋环增大很慢，横断面为方形，侧面具有明显的单一粗肋，至腹侧部分迅速转向前方。腹部具三条脊棱，中间一条棱显著突起，两侧各有一条光滑的腹沟。缝合线菊石型。早侏罗世，分布于亚洲、欧洲及美洲。我国产于广东、湖南、西藏下侏罗统。

【束肋旋菊石】　Virgatosphinctes　头足纲、菊石亚纲的一属。壳大，半外卷，旋环横断面为扁圆形。侧面的内侧围具有粗肋，至外侧围二分叉、三分叉或四分叉，在外围呈明显的束状并越过腹部而不中断。口围有腹缺。缝合线菊石型。晚侏罗世晚期，分布于亚洲、欧洲、北非及美洲。我国产于西藏上侏罗统上部。





束肋旋菊石

【杆石亚纲】　Bactritoidea　软体动物门，头足纲的一亚纲。壳多为直的窄圆锥形成宽圆锥形，也有稍为弯曲者，横断面圆形或椭圆形，胎壳球形或蛋形。体管简单，位于壳的腹缘。隔壁颈为直颈式或弯颈式，缝合线直或略弯曲，成年期均具一小而浅的V形腹叶，某些进化类形可具有一背鞍及侧叶。壳面通常光滑，有的具有饰纹。杆石在头足纲的分类中，过去多根据其体管位置而列入菊石亚纲，并认为菊石是从杆石演化而来。但也有将其隶属于鹦鹉螺亚纲，现在多主张建立为一个独立的亚纲。杆石全为海生，最早出现于奥陶纪，二迭纪末灭绝，主要生存于晚古生代。化石代表如杆石（Bactrites）、叶杆石（Lobobactrites）、副杆石（Parabactrites）等。



杆石

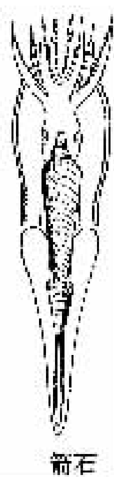
【蛸螺亚纲】　Coleoida　软体动物门，头足纲的一亚纲。现生头足类除鹦鹉螺一属外均属蛸螺亚纲，如乌贼，章鱼等。因只具内壳或无壳，故又称内壳亚纲。有鳃和肾各一对，也称二鳃亚纲。多具10腕，或具8腕。腕上具吸盘，一般具墨囊。根据腕的数目可分为十腕目（Decapoda）、及八腕目（Octopodida）。十腕目又可再分为箭石亚目、乌贼亚目及枪瘢亚目，现多将这三个亚目提升为独立的目。全为海生，生活于近海者，多不善游泳，活动较缓慢，胴部常呈球形，如八腕目的章鱼；生活在远洋者，体呈纺锤形或流浅型，游泳能力较强，如十腕目的枪乌贼、柔鱼等。石炭纪至现代，化石以箭石目最重要。

【十腕目】 Decapoda 头足纲，蛸螺亚纲的一目。

【内壳亚纲】 Endocochlia 头足纲的一亚纲，即蛸螺亚壳，因壳在软体内部，故名。或因具鳃一对，又称“二鳃亚纲”。参见“蛸螺亚纲”。

【二鳃亚纲】 Dibranchiata 头足纲的一亚纲，即蛸螺亚纲，因具鳃一对，故名。或因其壳在软体内部，又称“内壳亚纲”。参见“蛸螺亚纲”。

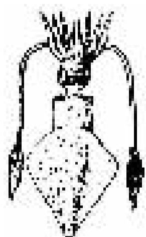
【箭石目】 Belemnitida 头足纲、鞘螺亚纲的一目。现已灭绝。内壳由鞘闭锥及前甲三部分组成，化石多仅保存鞘。鞘一般呈柱状或圆锥状，横断面圆形、近四方形或卵形等，鞘面常具纵向凹沟。闭锥呈锥形，位于鞘的前锥槽内，颇似直角石式壳的鹦鹉螺，内由隔壁分成许多气室，但其体管位于腹缘而不近于中心。闭锥背部长而阔的舌状突起称前甲。闭锥及前甲均很少保存化石。过去将箭石类的许多属种统称为箭石，随着对这类化石研究的不断深入，目前已将箭石目分为五个科，约 50 个属。箭石生存于早石炭世至始新世，但古生代很少，是中生代侏罗纪和白垩纪海相地层中常见的化石。我国西藏、云南等地中生代海相地层中均发现有丰富的箭石，如似箭石（Belemnopsis）等。


箭石

【乌贼目】 Sepiida 头足纲、蛸螺亚纲的一目。具 10 腕，体背腹扁平，胴部两侧具鳍。内壳钙质，又称海螵蛸，呈椭圆形，几乎全由前甲组成，闭锥及鞘均极退化。发现于晚侏罗世的最早乌贼类化石 Voltzia，是一近完整的前甲，闭锥很小。旋壳乌贼（Spirula）的内壳非常特殊，鞘及前甲均退化，闭锥成长锥形，松旋，隔壁密，可分壳为 30—40 房室，隔壁颈长，体管位于壳的凹侧，外形很象鹦鹉螺，但无住室。口缘呈简单圆形，体管位置及壳的旋转方向等也不相同。乌贼类全为海生，游泳生活，化石不多，最早出现于晚侏罗世，第三纪也有报导，盛产于现代海洋，如乌贼（Sepia）等。


旋壳乌贼

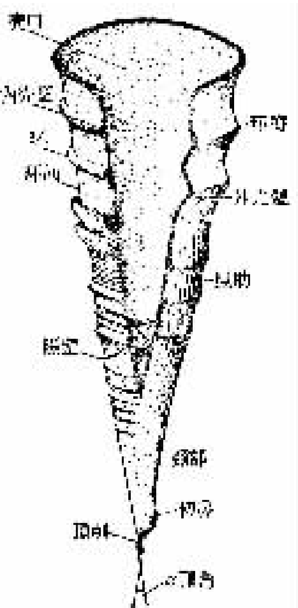
【枪癫目】 Teuthida 头足纲、蛸螺亚纲的一目。腕五对，具角质内壳，呈长羽状，主要为前甲部分，鞘极小或缺失，闭锥也不发育。全为海生，游泳生活。最早出现于侏罗纪，一直延续至现代，化石少见，如侏罗纪的针枪癈（Acanthoteuthis），近枪癈（Plesioteuthis）等，现生者有枪乌贼（Loligo），柔鱼（Ommastrephes）等。


枪乌贼

【八腕目】　Octopodida　头足纲、蛸螺亚纲的一目。体短，后端圆，一般无鳍，腕仅 4 对，腕吸盘无柄及角质环。一般无内壳，有的具小的鞍状壳，特殊的是船蛸（又称舡鱼 Argonauta），雌体的背腕具翼状腺质膜，分泌钙质假外壳，卵即产于壳内，为特殊的孵卵袋。壳小，旋卷，旋环增大很快，内部无隔壁及体管等构造，壳面有明显横肋及瘤，分布于现代暖海中，新第三纪地层中也有报导。八腕目全为海生，多在近岸海底生活，活动比较缓慢，常潜居岩石裂隙、窟洞中，伺机捕猎食物。最早的化石古蛸（Palaeoctopus）产于上白垩统、现代海洋中产有章鱼（又称蛸 Octopus）等。


古蛸

【竹节石纲】　Tentaculita　是分布于奥陶纪至泥盆纪的一类小型锥状壳化石，一般作为一个独立的纲归入软体动物门。壳为细小尖锥状，辐射对称，一般长 1—10 毫米，最小的长不及 1 毫米，大者长可达 80 毫米，断面圆形，直径通常为 1—3 毫米，生长角 2—18°。壳厚或薄，由钙质薄层组成，厚壳的近壳口部穿有放射状细管。胎壳尖锐或膨胀成滴珠状。壳面多具粗细、间距不等的各种横环、横纹，很象竹节，故名，也有的壳面具有纵纹或光滑。壳的内面光滑或具圆环，有的近壳顶部分为少数隔壁分隔成几个房室。壳口无缺凹或突起，不具体管及口盖。竹节石纲根据胎壳与壳面饰纹特征等再分为竹节石目、塔节石目及光壳节石目。全为海生，化石常与介形类、牙形刺、苔藓虫，小型腕足类等共生，分布很广，最早出现于奥陶纪，志留纪增多，泥盆纪最盛，泥盆纪末即灭绝，是泥盆纪地层的重要分带化石之一。我国南方许多省及黑龙江等地均发现有丰富的竹节石。


竹节石外壳构造

【竹节石目】　Tentaculitida　竹节石纲的一目。壳体较大，一般长约 10 毫米或更长，壁厚，表面发育有均等或粗细不等的横环，壳的内壁平滑或重复壳表构造呈环节形。初房尖锥状。奥陶纪至泥盆纪。化石代表如竹节石（Tentaculites）、等环节石（Homoctenus）、同环节石（Uniconus）等。

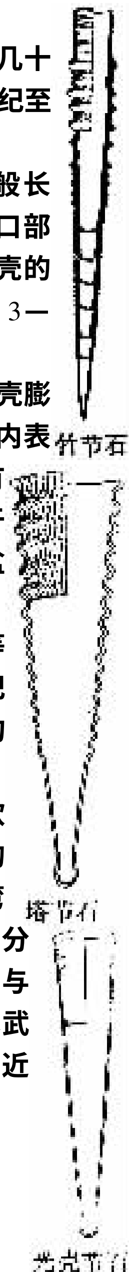
【塔节石目】 Nowakiida **竹节石纲的一目。壳体大小不一，一般长约** 1—10 **毫米。壳面发育有强劲的横环和均匀分布的纵肋，壳的内壁重复壳的表面构造或平滑。初房球形或滴珠形。仅出现于泥盆纪，分布很广。常见化石有塔节石（**Nowakia**）、厚壁节石（**Crassilina**）等。**

【光壳节石目】 Styliolinida **竹节石纲的一目。壳小到大，长几毫米到几十毫米，壁薄，表面光滑或具纵肋，壳的内壁光滑。初房钝锥状或滴珠状。志留纪至泥盆纪。化石代表如光壳节石（**Styliolina**）、肋壳节石（**Striatostyliolina**）等。**

【竹节石】 Tentaculites **竹节石纲、竹节石目的一属。壳锥形，一般长** 15—30 **毫米。壳厚，穿有放射状细管。壳的幼年部分被隔壁分隔，隔壁向口部微凹。壳面具粗的圆环，近壳口部分圆环间距不等，其间常具细环或横纹。壳的内面具低缓圆环。初房为中空或坚实的锥形。生长角** 7—12°**，成年部分则为** 3—7°**志留纪至泥盆纪，分布于亚洲、欧洲、非洲、美洲及大洋洲。**

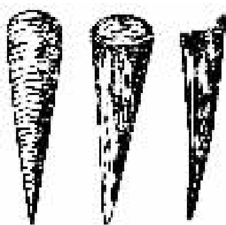
【塔节石】 Nowakia **竹节石纲、塔节石目的一属。壳小，圆锥形，胎壳膨胀成滴珠状。壳薄，表面具宽的波状横环。横环窄而高，环脊锋锐，在壳的内表面与横环相应处具凹入的窄沟，壳面并具横纹及纵肋，纵肋清晰。近来也有主张将塔节石限于横环离初房一定距离才开始发育的类型。泥盆纪，分布于亚洲、欧洲、非洲、北美及大洋洲。我国西藏、广西、云南等地下、中泥盆统均有产出。**

【光壳节石】 Styliolina **竹节石纲，光壳节石目的一属。壳体小至中等大小。壳表光滑或具生长线。壳的内面光滑，初房滴珠状或钝锥状。志留纪至泥盆纪，广布于世界各地。我国珠穆朗玛峰下泥盆统及广西中泥盆统等均有产出。**



竹节石　塔节石　光壳节石

【软舌螺纲】 Hyolitha **是分布于古生代的一类锥状壳化石，多归入软体动物门为一独立的纲，或将其列为腹足纲的一目。壳钙质，呈左右对称的锥状，断面近三角形或为透镜形、椭圆形等，壳长** 1—150 **毫米，直或微弯曲。壳口腹面常伸出唇状突起。胎壳尖锥状，柱状或球状，壳的幼年部分常分隔成几个房室。壳口具口盖，口盖的内部具一或两对左右对称的肌痕，口盖与壳口间具一对支持物。全为海生，寒武纪至二迭纪，分布于世界各地，以寒武纪最多。代表属为软舌螺（**Hyolithes**）。我国下寒武统中软舌螺十分丰富，近来在南方灯影组中也有发现。**

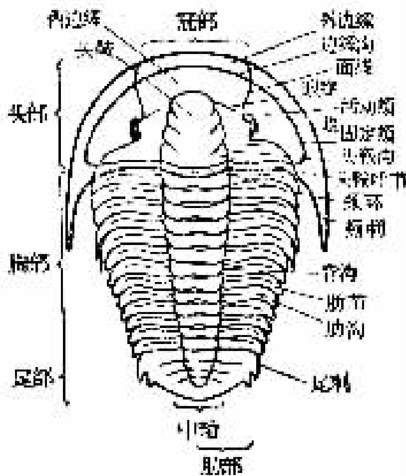


软舌螺

节肢动物

【节肢动物门】 Arthropoda 动物界中种类最多的一门。常为左右对称，身体分节，一般可分为头部、胸部及尾部。具分节的附肢，神经系统发育完善，多具眼。大都具几丁质外壳，在其生长过程中有脱壳现象。分布极广，生活于水、陆及空中，除自由生活的类型外，还有寄生者。节肢动物根据其呼吸器官及分节等特点可进一步分为若干纲，分类意见很不一致，一般可分为：三叶虫纲、甲壳纲、肢口纲、蛛形纲、原气管纲、多足纲及昆虫纲。各纲均有化石，尤以生存于古生代的三叶虫为最重要，甲壳纲及昆虫纲等也都形成重要的化石。

【三叶虫纲】 Trilobita 节肢动物门中已灭绝的一纲。个体一般长数厘米，最大的长可达 70 厘米，小型的长仅数毫米。体分节，背部覆以几丁质背壳，化石多仅保存此背壳或其外模。背壳一般为椭圆形，被两条纵向背沟分为三部：中轴及其两侧的肋部，



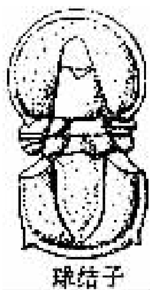
三叶虫背壳构造

故名三叶虫，也可横分为头、胸、尾三部。头部多为半圆形，两背沟之间的中央隆起部分为头鞍，两侧为颊部。头鞍圆锥形、圆柱形、梨形或球形等，其大小、凸度等变化很大，是三叶虫的重要特征之一，表面光滑或被一至五对头鞍沟分为若干头鞍叶节，最前面的一节称头鞍前叶。头鞍之后为颈环，其间界以颈沟，颈环上可具有颈瘤或颈刺。头鞍之前的背壳部分为前边缘，有时前边缘又为一边缘沟分为外边缘及内边缘。颊部的后侧角为颊角，颊角可向后延伸而成颊刺。多数三叶虫的颊部被称作面线的狭缝所切而分为固定颊及活动颊。活动颊位于面线之外，常脱离固定颊掉去，剩下的头鞍及连于其两侧的固定颊合称头盖，固定颊的后部可另名为后侧翼和后边缘，固定颊外缘的隆起部分为眼叶，其位置与活动颊上的眼相对，面线即由眼与眼叶之间穿过，并据以分为面线前支和面线后支两部分。眼叶与头鞍之间可有隆起的眼脊相连。面线形式很多，是三叶虫分类的重要依据之一。面线后支切于颊角之内的为后颊类型面线，切在颊角之前的为前颊类型面线，切于颊角的称为角颊类型面线。有的三叶虫头部前端长有一个或一对向前伸出的头刺。胸部由若干胸节组成，故许多三叶虫都能卷曲，以保护其腹部器官。胸节最少者两节，最多 40 余节。每一节可分为中间的轴节及两侧的肋节，肋节上具肋沟，末端常延长而成肋刺。尾部的中间部分为中轴，两侧为肋部。均分节或不分节。可具有凹下或凸起的边缘，边缘光滑或具尾刺，多数三叶虫壳面光滑，也有的壳面有陷孔、瘤包、斑点、线纹或短刺等。三叶虫全属海生，绝大多数营游移底栖生活，少数钻入泥沙中或漂游生活。开始出现于早寒武世，以

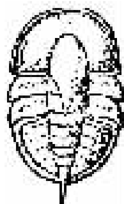
寒武纪及奥陶纪最繁盛，志留纪已形衰退，晚古生代仅有少数代表生存，古生代末全部灭绝。化石繁多而重要，可分为：球结子目、莱得利基虫目、耸棒虫目、褶颊虫目、镜眼虫目、裂肋虫目及齿肋虫目，也有分为少节目及多节目两大类者。我国三叶虫化石非常丰富，是早古生代地层的重要标准化石之一。

【球结子目】 Agnostida 三叶虫纲的一目。为头、尾大小约相等的小型三叶虫，胸部只有 2 或 3 个胸节。寒武纪至奥陶纪。再分为两个亚目：球结子亚目及古盘虫亚目。

【球结子亚目】 Agnostina 三叶虫纲，球结子目的一亚目。头部无眼及面线，胸部二节，尾轴三节或少于三节，尾缘圆润或具刺一对。寒武纪至奥陶纪。我国寒武纪产球结子甚多，如等称球结子（Homagnostus），假球结子（Pseudagnostus）等，奥陶纪也有产出。


球结子

【古盘虫亚目】 Eodiscina 三叶虫纲、球结子目的一亚目。为具有 2 或 3 个胸节、头尾近等大的小型三叶虫。头鞍明显，近柱形或向前收缩，颈环浑圆或引伸成颈刺。颊部两侧凸起，在头鞍之前则下凹。头部边缘可具疣点或放射状痕纹。面线为前颊类型而具有小的活动颊（佩奇虫科）或完全缺失且多无眼（古盘虫科）。尾轴长而明显，分 4—12 节，肋部肋沟可有可无，边缘狭，多为光滑，少数具刺。有的尾轴末节延伸成刺。早寒武世至中寒武世。我国甘肃、贵州等地中寒武统产有佩奇虫（Pagetia），华南下寒武统产有湖北盘虫（HuPeidiscus），遵义盘虫（Tsunyidiscus）等。


佩奇虫

【莱得利基虫目】 Redlichiida 三叶虫纲的一日。是一类头部大、尾部小，胸节多的三叶虫。头部半圆形，颊刺发达，面线后颊类型成融合不显，头鞍分节显著，眼长，呈新月形。早寒武世至中寒武世。可再分为三个亚目：小油栉虫亚日、莱得利基虫亚日及宽背虫亚日。

【小油栉虫亚目】 Olenellina 三叶虫纲、莱得利基虫目的一亚目。背壳长，平或微凸。头部大，半圆形，常具明显的边缘或颊刺。头鞍长，鞍沟多而明显。眼大，新月形。面线融合不显，腹边缘板镰刀形，伸达颊角。胸节多，有的分前胸和后胸，并具有肋沟，肋节末端常延伸成刺。尾部极小。早寒武世。代表属为小油栉虫（Olenellus）。

【莱得利基虫亚目】 Redlichiina 三叶虫纲，莱得利基虫目的一亚目。背壳长，亚椭圆形，头部半圆形至半椭圆形，多具颊刺。头鞍两边近平行，或向前收缩或向前扩

大，一般分节明显。面线后颊类型。眼大，新月形。胸节多，尾小。早寒武世至中寒武世。代表属为莱得利基虫（Redlichia），我国下寒武统产出甚多，其他尚有后莱得利基虫（Metaredliecnia）、始（古）莱得利基虫（Eoredlichia）、古油栉虫（Palaeolcnus）等。

【宽背虫亚目】 Bathynotina 三叶虫纲、莱得利基虫目的一亚目。背壳椭圆形，小尾。头鞍大而强烈凸起，向前收缩，前端圆润，鞍沟2至3对，后一对相连。面线为后颊类型。内边缘缺失或极小。眼大，约为头鞍长度的3/4，眼脊宽。颈环具颈疣或颈刺。头部各沟均明显。胸部13节，轴宽而凸，具轴疣或轴刺，肋部狭。尾部半圆形或近三角形，轴宽肋狭，分节不显。早寒武世至中寒武世。我国贵州下寒武统产有宽背虫（Bathynotus）。

【耸棒头虫目】 Corynexochida 三叶虫纲的一目。背壳长椭圆形，多为大尾，头部半圆形，颊刺发育。头鞍长，两侧近平行，有的向前扩大。眼窄长，常具眼脊。面线后颊类型，前支近于平行。胸部5至11节，肋沟明显，具肋刺。尾部中等至大型，常具边缘刺。出现于寒武纪。常见属有叉尾虫（Dorypyge）、库廷虫（Kootenia）、双耳虫（Amphoton）等。

【褶颊虫目】 Ptychopariida 三叶虫纲的一目。多数为后颊类，少数为前颊类，有些具边缘面线。头鞍一般向前收缩，鞍沟形状不一，内边缘多发育。多数胸大尾小。寒武纪至二迭纪。褶颊虫目是三叶虫纲的一个大目，包括属种极多，可分为五个亚目：褶颊虫亚目、栉虫亚目、斜视虫亚目、镰虫亚目及三瘤虫亚目。

【褶颊虫亚目】 Ptychopariina 三叶虫纲、褶颊虫目的一亚目。头鞍多向前缩小，也有近长方形者，鞍沟平行。多为后颊类，少数为前颊类或为边缘面线。内边缘多发育或缺失。一般胸部大尾小，也有胸部短而尾大者。寒武纪至奥陶纪。包括属种甚多，我国寒武纪的三叶虫带化石多属此亚目，如褶颊虫（Ptychoparia）、毕雷氏虫（Bailiella）、德氏虫（Damesella）、蝴蝶虫（Blackwelderia）、蝙蝠虫（Drepanura）、长山虫（Changshania）、蒿里山虫（Kaolishania）、济南虫（Tsinania）、方头虫（Quadraricephalus）、泰勒氏虫（Tellerina）等。

【栉虫亚目】 Asaphina 三叶虫纲、褶颊虫目的一亚目。后颊类，头尾大小近等。活动颊在前部中线分离或互相融合，腹边缘宽，头鞍具不明显的鞍沟，或光滑，常具有中疣，眼脊微弱或缺失。胸部6—9节。尾部大小与头部大致相等。壳面极少具有疣饰。中寒武世至奥陶纪。常见属有栉虫（Asaphus）、小栉虫（Asaphellus）、古等称虫（Eoisotelus）等。

【斜视虫亚目】 Illaenina 三叶虫纲、褶颊虫目的一亚目。后颊类，具有大的或相当大的腹边缘板，腹边缘宽。鞍沟一般微弱或缺失。所有标准类型均无眼脊。胸部6—10节。尾部与头部等大或略小。壳面疣饰极少。奥陶纪至二迭纪。重要属有斜视虫（Illaenus），蚜头虫（Proetus）、菲利普虫（Phillipsia）、小耳虫（Otarion）等。

【镰虫亚目】 Harpina 三叶虫纲、褶颊虫目的一亚目。头部近半圆形至卵形，颊部具长的向后引伸部分或颊刺。头鞍凸，向前变狭，头鞍沟1—3对，后一对分头鞍后

侧部成两个侧叶。颈环及颊部均凸起。额部向外向下倾斜直至平或凹的饰边或双层边缘。可具有叶状体。眼叶或眼粒显著，位于颊部中央，眼脊发育，有的具颊脊。面线除在背面的颊角外均为边缘类型，在具眼叶的类型中面线两支非常靠近。胸部 12 节或更多，中轴凸，肋部平，肋沟宽。尾部短，近三角形，尾轴凸。颊部、额部和饰边常具放射状的颊脊，头部外壳可具疣点或斑点。晚寒武世至泥盆纪。代表属为镰虫（Harpes），我国西北早奥陶世产有圆月形镰虫（Solenoharpes），似镰虫（Harpides）等。

【三瘤虫亚目】　Trinucleina　三叶虫纲、褶颊虫目的一亚目。头部近半圆形至三角形。头鞍凸，次方形至棒状，有的具中疣或头鞍刺，鞍沟 3 对或少于 3 对，有的具一对卵形侧叶，颈环短而狭。幼虫期具叶状体、有的可保留至成年期。颊部凸，无眼叶，仅有眼粒，有的具颊脊。边缘狭，或具有陷孔的宽阔双层饰边。颊刺长。面线为后颊类型或为边缘面线。胸部一般 5—7 节，胸轴狭，肋部宽平，肋沟深。尾部近半圆形或近三角形，尾轴狭，伸达后边缘，分节多，肋部平，边缘宽。壳面光滑或具网状或放射状脊线。奥陶纪至中志留世。我国奥陶纪产出三瘤虫甚多，如南京三瘤虫（Nankinolithus）、汉中三瘤虫（Hanchungolithus）、线形头虫（Ampyx）等。

【镜眼虫目】　Phacopida　三叶虫纲的一目。为可能源出于褶颊虫类的寒武纪后的三叶虫类。面线主要为前颊类型或角颊类型，但也有后颊类或无面线。头鞍多向前扩张，或向前收缩，鞍沟发育程度不同。内边缘短或缺失。胸部 8—19 节。尾部中等或大，少数早期种属尾部小。奥陶纪至泥盆纪。分为三个亚目：手尾虫亚目，隐头虫亚目及镜眼虫亚目。

【手尾虫亚目】　Cheirurina　三叶虫纲、镜眼虫目的一亚目。多为前颊类，少数属角颊类，极少为后颊类，也有缺失面线者。头鞍向前扩大或收缩、或作卵形，鞍沟可多达 4 对，有的横越头鞍。内边缘狭或缺失，固定颊具颊刺或无刺，眼小或缺失。胸部 8—19 节，肋部光滑，或具脊线，或具肋沟。尾部分 2—16 节。奥陶纪至泥盆纪。代表属为手尾虫（Cheirurus），我国志留纪产有王冠虫（Coronocephalus），似慧星虫（Encrinuroides）等。

【隐头虫亚目】　Calymenina　三叶虫纲、镜眼虫目的一亚目。背壳中等大小至大。头部半圆形或近三角形，具边缘或无边缘。头鞍钟形或梯形，鞍沟 4 对或少于 4 对，明显程度不等，也有少数无鞍沟者。固定颊后部靠近轴沟部分常分出呈半月形的部分（付头鞍区），多无颊刺。面线后支切于颊角或颊角之前。胸部多为 13 节、中轴约占胸宽的 1/3，肋节末端圆润。尾部多为中等大小或大型，横椭圆形至长三角形，早期属群分节少，晚期者分节多，肋部下弯。奥陶纪至中泥盆世。我国南方奥陶纪产有瑞德隐头虫（Reedocalymene）、岛头虫（Neseuretus）等。

【镜眼虫亚目】　Phacopina　三叶虫纲、镜眼虫目的一亚目。头部具聚合眼。面线前颊类型，沿前部边缘相连、无腹边缘板。胸部 11 节，具肋沟，关节面明显。奥陶纪至泥盆纪。代表属为镜眼虫（Phacops），著名的小达尔曼虫（Dalmanitina）也属此类。

【裂肋虫目】 Lichida 三叶虫纲的一目。为中等大小至极大的三叶虫，头部平凸或极凸，头鞍宽阔，伸达前边缘，前边缘有时不明显，具一对纵长的侧头鞍沟，头鞍侧叶和颈环之间并与头盖其他部分多趋于融合。面线后颊类型。尾大，肋部较平，具3对成叶状或刺状的肋节。壳面多具大小不等的疣点。奥陶纪至泥盆纪。化石不多，代表属为裂肋虫（Lichas），我国南方奥陶纪产有眉形裂肋虫（Metopolichas）、双裂肋虫（Amphilichas）。

【齿肋虫目】 Odontopleurida 三叶虫纲的一目。头部凸，头鞍两侧近于平行或向前收缩，最大宽度在颈环处，头鞍侧叶2—3对。颈环可向颊部后方引长，具侧叶，有一中刺或成对颈刺，或具疣点。颊部凸，后侧部与颈环的前侧融合。眼叶显著，多位于颊部中央，眼脊向前弯曲，与头鞍前侧角相接。面线前支内弯，后支外伸。活动颊具粗大颊刺，外缘有向前方变短的一列短刺。胸部8—10节，中轴凸起，肋部平，可具肋沟，边缘具刺一对，前肋刺短，后肋刺长。尾部短，近三角形，中轴2—3节，肋部平，具成对边缘刺，有或无中后刺，一对长刺以凸脊与第1轴节相连。壳面多具疣点或细刺，较大的刺及疣点多对称排列。中寒武世至泥盆纪。代表属为齿肋虫（Odontopleura），我国南方志留纪产有狮头虫（Leonaspis）等。

【少节目】 Miomera 三叶虫纲的一目。指仅具2或3个胸节的三叶虫。少节目均为小型，头尾近等大。相当于球结子目。参见“多节目”。

【多节目】 Polymera 三叶虫纲的一目。包括所有胸节多于3个的三叶虫。除球结子目外的所有三叶虫均属此目，下分20余超科。参见“少节目”。

【球结子】 Agnostus 三叶虫纲、球结子目的一属。体小，头部及尾部约等大，胸部两节。头部近圆形，无眼及面线。头鞍分为2个叶节，前叶圆形。头鞍之前有一纵沟。尾部也近圆形，中轴分3节，最后一节略膨大，但不伸达边缘。壳面光滑或具皱纹。晚寒武世，分布于亚洲及欧洲。我国产于南方及西北上寒武统。过去将寒武纪至奥陶纪的头部尾部相等，胸分两节的小型三叶虫均泛称为球结子，现已详细分为许多属，并建立了一些新属与科，均隶属于球结子目。

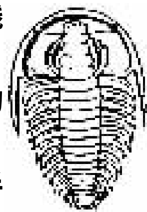
【三瘤球结子】 Trinodus 三叶虫纲、球结子目的一属。头部及尾部均为半椭圆形，近等大。壳面光滑，背沟明显。头鞍较长，卵形，不分节。头鞍之前无中沟。尾轴短，约为尾长的一半，分3节。奥陶纪，分布于亚洲、欧洲及美洲。我国产于西北下、中奥陶统。

【褶纹球结子】 Ptychagnostus 三叶虫纲、球结子目的一属。头部及尾部等大，近圆形。头鞍圆锥形，头鞍前叶近三角形，头鞍后部两旁分为两个小基底叶。尾轴三角形，中部具大的中瘤，尾缘无刺，壳的表面有沟纹或小点。中寒武世，分布于亚洲、欧洲及美洲。我国产于南方及西北中寒武统。

【假球结子】 Pseudagnostus 三叶虫纲、球结子目的一属。头部及尾部近等大，均为半圆形至半椭圆形。头鞍之前有一中沟。尾轴粗而短，其末端两侧具有向后扩张的斜沟一对，在中轴之后造成一假叶节。尾缘后侧边常有一对小侧刺。壳面光滑或具沟纹。晚寒武世，分布于世界各地，极少见于中寒武世及早奥陶世。我国北方及南方上寒

武统均有产出。

【莱得利基虫】　Redlichia　三叶虫纲、莱得利基虫目的一属。头部大，半圆形。头鞍锥形成近柱形，头鞍沟显著，向后斜伸，中部连接或不连接。眼叶长大，弯曲成半月形，且靠近头鞍。内边缘极狭。固定颊窄，活动颊宽，具强颊刺。面线前支向前扩张与中轴成45—90°角。尾部小，不分节，具有一对小突起。早寒武世，分布于亚洲、大洋洲及非洲。我国产于北方的馒头组，西南的沧浪铺组及龙王庙组等。

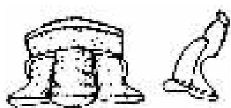

莱得利基虫

【古油栉虫】　Palaeolonus　三叶虫纲，莱得利基虫目的一属。头部半圆形。头鞍长方形，前端或略为扩大，头鞍沟3—4对。眼脊长而明显，与眼叶相连，后端延至头部后边缘沟。内边缘发育。固定颊宽平，活动颊窄，具有颊刺。尾部小，中轴宽，分为1—2节，肋部小，宽仅为轴部宽度的一半。早寒武世中期，分布于中国及欧洲南部。我国主要产于南方下寒武统中部。

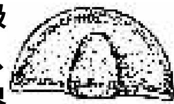
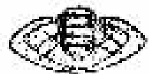
【叉尾虫】　Dory pyge　三叶虫纲、耸棒头虫目的一属。头盖近梯形。头鞍大，凸出显著，两边近平行，前端两侧有明显的凹坑，有3对短而不清晰的头鞍沟。颈环凸起，中部略宽，且有一长颈刺。前边缘极窄。固定颊狭，眼叶较小，位于中部。尾部大，近梯形，中轴柱状，凸起甚高。尾轴及肋部均分节明显，具5—6对尾刺，后侧端的一对或两对尾刺粗而长，成叉状，其余尾刺短小。壳面布满疣点。中寒武世，分布于亚洲、欧洲及大洋洲。我国主要产于北方中寒武统上部张夏组。


叉尾虫

【山东盾壳虫】　Shantungaspis　三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头盖短而宽，近方形。头鞍长方形，顶端极平。头鞍沟3对，后一对有时分叉。颈环凸起，中部宽，两侧较窄，具有一个向后并向上斜伸的颈刺。眼叶中等大小，眼脊凸起，近于平伸。固定颊宽度约相当头鞍宽度的一半。内边缘平缓凸起，宽度与眼前翼相同或稍宽。前边缘沟较宽且深。外边缘窄而凸起，中部较宽，两侧变窄。产于我国北方毛庄组。

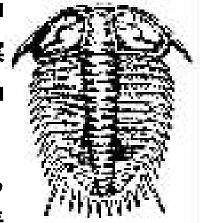

山东盾壳虫

【毕雷氏虫】　Bailiella　三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头部半圆形。头鞍短锥形，具3对浅头鞍沟，颈沟明显。内边缘及固定颊均宽大，无眼。活动颊极窄，具颊刺。尾部较小，分3节，边缘清楚。中寒武世，分布于亚洲、欧洲及北美。我国主要产于北方中寒武统徐庄组，中国云南与越南交界处也有发现。



毕雷氏虫

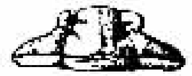
【小裂头虫】　Crepicephalina　三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头鞍凸起，圆柱形，顶端圆，具3对头鞍沟。内边缘极窄，外边缘平而宽。眼叶中等大小，眼脊清楚。尾部长方形，中轴粗而短，分节清楚，肋部分节仅前一、二节明显。尾刺一对较大，向后并向外分散延伸。产于我国北方中寒武统张夏组。

【德氏虫】 Damesella 三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头部宽，头鞍长，近柱状，向前逐渐收缩，具有3对短的头鞍沟。固定颊宽度约与头鞍宽度相等。眼叶中等大小，眼脊窄。无内边缘，外边缘宽而凸起。尾部大，半圆形，分节清楚。中轴锥形，后端圆。肋节向外伸出成长短不同的尾刺。壳面具疣点。中寒武世，晚寒武世早期也有发现，分布于亚洲东部。我国主要产于北方中寒武统上部张夏组，上寒武统下部崮山组也有产出。


德氏虫

【蝴蝶虫】 Blackwelderia 三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头部宽，头鞍长，锥形或截锥形，头鞍沟深而后斜。眼叶中等大小，约位于头盖中部，无眼脊。内边缘深凹，外边缘挠起。面线前支弧形，后支略成斜线伸延。尾部较小，尾轴锥形，后端尖。肋节伸出成刺。壳面光滑或具疣点。亚洲晚寒武世。我国主要产于北方上寒武统下部崮山组，湖南也有产出。

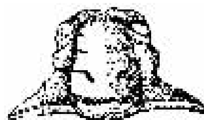
【蝙蝠虫】 Drepanura 三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头盖近三角形。头鞍前狭后宽，具3对头鞍沟。固定颊窄，三角形，眼叶小，位于前端。尾部大，半圆形。中轴凸起，锥形或近柱形地。前侧端向后伸出一对长刺，两刺之间尾缘成锯齿状或具较短的尾刺，形似蝙蝠，故称蝙蝠虫。壳面光滑或具疣点。晚寒武世早期，分布于亚洲及欧洲。我国主要产于北方上寒武统下部崮山组，湘西及云南中越交界处等地也有产出。

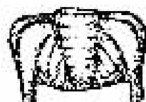



蝙蝠虫

【双刺头虫】 Diceratocephalus 三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头盖梯形。头鞍凸起，切锥形，头鞍沟不显著。背沟宽而深。前边缘宽而隆起，前侧端具一对向前伸出的弯曲长刺。颈环中部宽，向后引长成一长刺。眼叶极小，具有眼脊。尾部宽，半椭圆形，两端略尖。中轴短，分4—5节。边缘甚宽，其上有不规则线纹。产于我国东北南部上寒武统下部崮山组。

【蒿里山虫】 Kaolishania 三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头鞍截锥形，具一中脊，头鞍沟3对，第三对向后斜伸。颈沟明显，颈环中部宽，两侧狭。前边缘狭。固定颊的宽度约为头鞍宽度的一半。眼叶中等大小，位于中部，眼脊斜伸。尾部大，近方形，中轴细长，分为7节，肋部宽，第二对肋节向后延伸成一对粗壮侧刺，边缘狭而明显。壳面具疣点。产于我国北方上寒武统中部长山组。化石原产地名蒿里山（huaolishan），拉丁文学名误拼为 Kaolisban（高里山）。




蒿里山虫

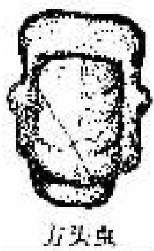
【长山虫】 Changshania 三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头鞍细长，锥形或截锥形，光滑。眼叶长，新月形，位于中后部。固定颊狭，内边缘宽平。尾部甚宽，前侧角向两端延长成菱形。尾轴长锥形，分为 5 节，边缘窄而明显。产于我国北方上寒武统中部长山组。

【济南虫】 Tsinania 三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头部及尾部一般均光滑，分节不明显。头盖近方形，前缘浑圆，后侧翼短小。头鞍与固定颊界限不清。眼叶中等大小，位于中部。尾部近三角形，长宽略相等，中轴不显，外壳破裂时隐约可见分节现象。壳面光滑或具有细小粒点。晚寒武世晚期，分布于亚洲。我国产于北方上寒武统上部风山组。

【褶盾虫】 Ptychaspis 三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头鞍大，近柱形，具 3 对连接的头鞍沟。头鞍前叶圆球形，大而突出。前边缘极窄，无边缘沟。固定颊近三角形。眼叶小，位于前端。尾部横宽，中轴粗而凸起，肋部平，分为 4—5 节。可具边缘。晚寒武世，分布于亚洲及北美。我国产于北方上寒武统风山组。


褶盾虫

【方头虫】 Quadraticephalus 三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头盖除后侧翼外呈长方形。头鞍长柱状，中部具一纵脊，头鞍沟 3 对，均短而浅，眼叶小，位于中部稍前。前边缘宽平，无边缘沟，前侧角圆滑。壳面布有细粒点。晚寒武世，分布于亚洲东部。我国产于北方上寒武统上部风山组。


方头虫

【卡尔文虫】 Calvinella 三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头鞍近长方形，两侧略向前收缩。颈环上有颈刺。固定颊窄。活动颊具有中等长度的颊刺。前边缘一般突起，前边缘沟斜伸到头鞍前侧角。尾部近半椭圆形。中轴窄，明显地向后收缩。肋沟及间肋沟短，分每肋节成不等的二部分。边缘极宽，有时尾轴之后的后缘可向前弯曲。壳面光滑或具疣点。晚寒武世，分布于亚洲及北美。我国主要产于北方上寒武统上部风山组，中国云南和越南交界处也有发现。

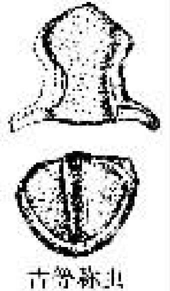
【却尔却克虫】 Charchaqia 三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头鞍长方形，前端浑圆，无头鞍沟及颈沟，颈环与头鞍完全融合，但与颈环两旁相对的后边缘仍然明显。内边缘凹下。眼叶位于头鞍中线的前方。固定颊自眼叶向后急剧变宽。而线前支在头盖前部边缘相遇略作半圆形，后支向后斜伸。胸分 8 节，肋节末端圆润，无肋刺。尾部半圆形，大小与头部相等，中轴 7 节，肋部 4—5 节。晚寒武世，分布于我国及大洋洲。我国产于西北及南方上寒武统。

【浆肋虫】 Remopleurides　三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头鞍□形，中后部膨大而成圆形，前部向前伸出成一前舌叶。头鞍沟 2—3 对，不甚明显或完全缺失。颈沟清楚，颈环宽度约与头鞍前舌叶相当。眼叶极长，直接围绕在头鞍中后部圆形部分，其间无固定颊。胸部 11—13 节，中轴宽，肋部窄，肋节前边缘有一突起与前一节后边缘的凹陷紧相接合。尾部小，近方形，中轴短，肋节长，后侧具有两对小刺。奥陶纪，分布于亚洲、欧洲及北美。我国产于南方及西北奥陶系。

【桐梓虫】 Tungtzuella　三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头盖光滑，前端尖，中部收缩。头鞍与固定颊的界限不显，无头鞍沟及颈沟。眼小，位于中部。面线前支遇于头盖的前端中部。尾部宽，近四边形。中轴长，前宽后窄，中轴及肋部分节均不太显著，具边缘，尾刺一对，向后斜伸，两尾刺之间的边缘内凹。产于我国南方下奥陶统下部。

【栉壳虫】 Asaphopsis　三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头鞍凸，前端微收缩，长度约为头盖长度的一半。头鞍沟 3 对，均成坑状，不与背沟相连。眼叶中等大小，位于中部。固定颊狭，后侧翼宽，在头鞍的两侧旁有一对半圆形的叶状体。前边缘大而平，向前扩大。尾部近方形，中轴窄而凸，分 7—8 节，肋部分 6—7 节，边缘窄，平或略凹，在侧缘中部伸出一对尾刺。早奥陶世，分布于亚洲及大洋洲。我国产于南方下奥陶统。

【古等称虫】 Eoisotelus　三叶虫纲、褶颊虫目的一属。背壳前后端均圆滑，头鞍长，中部收缩，前端特别扩大。背沟宽而深。固定颊狭，后侧翼大。眼叶小。面线前支在头鞍的前下方相遇。胸部 8 节，中轴宽。尾部半圆形至半椭圆形，光滑，中轴窄而长，不分节，边缘宽而明显。产于我国北方马家沟组下部。


古等称虫

【斜视虫】 Illaenus　三叶虫纲、褶颊虫目的一属。背壳卵圆形，中轴约占体宽的三分之一。头尾大小约相等，均短而宽，无边缘。头鞍光滑，向前扩大，与前边缘的界限不清，无头鞍沟及颈沟。眼叶中等大小，位于后端。胸部 10 节。尾部光滑，中轴短，向后变窄，后端与肋部无明显分界。奥陶纪至志留纪，分布于世界各地。我国南方及西北奥陶系中化石很多。

【三瘤虫】 Trinucleus　三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头鞍前叶及颊部均凸起似三瘤，故名三瘤虫。头鞍具 3 对短而深的鞍沟，第二对及第三对较长，有一中瘤。颈环无刺。颊部光滑，无侧眼粒。具宽阔饰边，由上、下两叶板组成。上叶板下凹，前部及侧部有放射形陷沟，沟内有上下串通的小陷孔。下叶板具极长的颊刺。胸部 6 节。尾部宽三角形，宽度约为长度的 3—4 倍，中轴狭，分节。早至中奥陶世，分布于亚洲及欧洲。我国产于贵州下奥陶统上部。

【南京三瘤虫】 Nankinolithus　三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头部宽，头鞍及颊部均凸起，头鞍有一明显的假前叶节。头鞍沟 3 对，后两对较明显。颊部无侧眼粒及眼脊。边缘分为凹下的内边缘及略为凸起的颊边缘，内边缘有三行排列在放射形陷坑内的小陷孔，颊边缘的前部有放射状排列的小陷孔，侧部的小陷孔则为不规则的互相交错排列。无颈刺。颊刺向外后伸或向后伸。尾部短，三角形，中轴窄，分节明显，肋部有 3

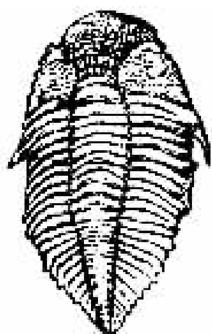
对深的肋沟。产于我国南方上奥陶统下部。

【小耳虫】 Otarion 三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头部半圆形，具长的颊刺。外边缘窄，内边缘较宽，边缘沟清楚。头鞍沟一对，斜伸至颈沟分出一对显著的基底叶。眼小，无眼脊。胸部第6节较其他各节大，并具一向后弯曲的长刺。尾小而短，中轴分5—7节，壳面具疣点。中奥陶世至泥盆纪，分布于世界各地。我国产于湖南跳马涧组及吉林二道沟组。

【双切尾虫】 Ditomo pyge 三叶虫纲、褶颊虫目的一属。头部半椭圆形，宽度大于长度。头鞍大，前部相当膨大，头鞍基底叶大而明显，呈次三角形。颈环之前有一叶节，并有一横沟与颈环分界。眼大，约为头鞍长度的一半。固定颊窄。胸部9节。尾部明显分节，半椭圆形，边缘明显。中轴宽，凸出，由10—15节组成，肋部7—10节，从中部开始向边缘下弯。晚石炭世至二迭纪，分布于世界各地。我国产于甘肃永昌上石炭统。

【瑞德隐头虫】 Reedocalymene 三叶虫纲、镜眼虫目的一属。头部宽大，次三角形，前边缘向前延伸成一个大的舌状物，其中后部隆起，前部成一轴脊。头鞍短，截锥形，头鞍沟3对。眼叶小，位置靠近头鞍。面线为角颊类型。尾部近圆形，中轴狭，前部呈锥形，后部近柱形，各肋节外端有一中沟。早、中奥陶世，分布于我国云南及湖北等地。

【王冠虫】 Coronocephalus 三叶虫纲、镜眼虫目的一属。头部近三角形，头鞍前沟不清楚。头鞍前端球形，后部窄，两侧平行。有3对互相连接、宽而深的头鞍沟及3节瘤状叶节。面线为前颊类型。固定颊长三角形，后端具一对长颊刺。壳面具有粗瘤，活动颊上有排列规则的齿状疣，一般9个。胸部11节。尾部长三角形，轴节数目较肋节多，中轴分节沟中部较浅，两侧较深，轴沟及肋沟较窄。志留纪，分布于亚洲。我国西南地区的秀山组、上翁项组及江苏坟头组中均有产出。



王冠虫

【小达尔曼虫】 Dalmanitina 三叶虫纲、镜眼虫目的一属。头部及尾部近等大。头鞍前部扩大，略似五边形。头鞍沟3对，前一对斜，后一对分支。前边缘极窄或缺失。面线为前颊类型。活动颊较大，固定颊的颊角具短颊刺。尾部大，近三角形，中轴宽，分节多。末端常具一刺。中奥陶世至早志留世，分布于亚洲、欧洲、北美及北非洲。我国产于陕西南部南郑页岩组及湖北、四川观音桥组。

【镜眼虫】 Phacops 三叶虫纲、镜眼虫目的一属。头鞍向前变宽，前端下弯或向前伸出。前一对及中部一对头鞍沟不显，后一对头鞍沟横越头鞍，形成一与头鞍前部明显区分的头鞍后环节。颊角圆润，无颊刺。面线为前颊类型。尾短，半圆形或短半圆形。志留纪至泥盆纪，分布于世界各地。我国产于南方及东北、西北等地泥盆系。

【甲壳纲】 Crustacea 节肢动物门中较原始的一纲，虾、蟹、水蚤等均属此纲。体分头、胸、腹三部，胸部或多或少的胸节与头部愈合而成头胸部，体外被以一层硬壳，故名甲壳。具触角两对，附肢多为两叉型，用鳃或皮肤呼吸。一般雌雄异体。多为水生，海水及淡水中均有分布，少数陆生。寒武纪至现代，种类很多，可再分为6个亚纲：鳃足亚纲、介形亚纲、挠足亚纲、鳃尾亚纲、蔓足亚纲及软甲亚纲，除鳃尾亚纲外，均有化石，以鳃足亚纲及介形亚纲最重要。

【鳃足亚纲】 Branchiopoda 又称“叶足亚纲”，甲壳纲的一亚纲。几乎全为淡水生的小型浮游动物，头胸甲呈介壳形或背盾形，或缺失，胸部附肢数目变化大，为运动及呼吸器官，故名鳃足，因其多呈叶片状，又名叶足。泥盆纪至现代。再分为四目，化石以介甲目化石（叶肢介）最重要，我国产出甚多。西南中侏罗统还发现有背甲目化石。

【叶足亚纲】 Phyllopoda 鳃足亚纲的附肢多呈叶片状，又名“叶足亚纲”。参见“鳃足亚纲”。

【叶肢介】 “Estheria” 在现代生物分类中称介甲目，介甲目化石（Fossil Gonchostraca）总称叶肢介。是一类生活于淡水或半咸水的小型节肢动物，属节肢动物门、甲壳纲、鳃足亚纲。叶肢介具左右两瓣几丁质外壳，多呈斜卵形、半圆形、椭圆形等，长一般不超过20毫米，小的仅1—3毫米，大的可达42毫米。壳呈浅琥珀色，或为褐至褐红色，半透明，有光泽。两壳大小及形状相似，背缘较直，以肌肉韧带相连。壳顶位于壳的前方，据之可定壳的左右，即壳顶位于壳之左侧者即为左瓣，位于右侧者就是右瓣。壳面一般具有细而规则的生长线，相邻两条生长线之间的环形带状区域称为生长带，生长带数目不等，少者几条，多者数十条，宽度相等或前窄后宽，或向背缘逐渐尖灭。有的背缘或生长带的两端延长成刺。生长带上常有瘤状、网状、线状、树枝状等微细壳饰，壳饰特点是叶肢介分类、鉴定的重要依据之一。有的种类且有少数几条粗强的放射脊，自壳顶向前腹缘、后腹缘或顺背缘延伸。叶肢介外壳外形颇似双壳类，但后者壳为钙质、具由齿及齿窝组成的铰合构造，无微细壳饰等可以区别。叶肢介现已划分为3个亚目、5个超科、20几个科、150多个属，但在本世纪40年代以前，泛用“Estheria”这一属名代表，沿用很久。后来发现这一名称早已被一昆虫占用，根据动物命名法则，次同名理应予废除，但仍习称叶肢介为“Estheria”。叶肢介分布很广，最早出现于泥盆纪，一直延续至现代，主要分布于晚古生代及中生代陆相地层。我国晚古生代、中生代及第三纪地层中均发现有叶肢介，而以侏罗系和白垩系最多。

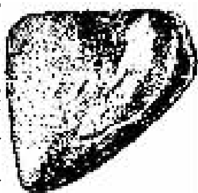


叶肢介

【介甲目化石】 fossil conchostraca　介甲目为节肢动物门、甲壳纲、鳃足亚纲的一目，其化石总称“叶肢介”。参见“叶肢介”。

【介形亚纲】 Ostracoda　是一类具两瓣外壳的微小节肢动物，为节肢动物门、甲壳纲的一亚纲。化石多仅保存其外壳，壳长一般 0.5 至 4 毫米，长者可达 30 毫米。现代介形类壳瓣分外薄板和内薄板两层，外薄板又可再分为外、内几丁质层及中间的钙质层，仅钙质层能保存化石，内薄板为表皮层几丁膜，不易保存，但其两端边缘和外薄板接触处常钙化成钙化襞，钙化襞与外薄板之间空腔称为前庭，在壳瓣接触边缘上有较粗的脊状突起称为织边。壳形多种多样，侧视有圆形、半圆形、椭圆形、纺锤形、菱形等。壳分左右，两壳等大或不等大，不等大者大壳直接叠覆在小壳上，或是小壳嵌入大壳边缘里的一条沟槽而被大壳包覆。两壳背缘以韧带和铰合构造相连，古生代种类的铰合构造大多简单，由一壳铰边上的长条形铰脊与另一壳的铰槽组成。中、新生代海相介形类铰合构造复杂，可分为具前部、中部和后部三个铰合单元的三元型及四个铰合单元的四元型，两壳均具脊与槽，且各再分化成齿形、叶形、双裂形等形式的铰齿、铰窝等，形成不同类型的铰合构造。壳的内面中部或偏前方有肌肉留下的肌痕，肌痕的数目、排列形式和分布特点是介形类分科的主要依据。壳面光滑或具瘤、槽、刺、喙、网纹、条纹及球状、叶状等各种饰纹及不同形状的突起。壳面饰纹是鉴定介形类化石的重要特征。现分为五目：原足目、豆足目、古足目、速足目及丽足目。介形类从奥陶纪出现，一直延续到现代，化石分布极为广泛，海相及陆相地层中均有产出，各种沉积岩中都可保存。介形类个体微小，需要在显微镜下观察，属微古生物学研究范畴，在石油地质中应用很广。我国介形类化石十分丰富，全国各地都有发现，解放后随着我国石油勘探工作的大规模进行，介形类化石的研究大量开展，对中、新生代含油地层的划分与对比具有十分重要的意义。

【原足目】 Archaeocopida　介形亚纲的一目。壳微钙化，薄而柔。眼疣多显著。铰线长，直或弯曲。壳面多具细斑点、皱纹，有的饰有粗褶，也有为光滑者。早至中寒武世，早奥陶世产有可能属于该目的个别属。包括原属于古介形亚纲的高肌介科、闭壳介科及印第介科等，代表属如高肌介（Bradoria）、闭壳介（Beyrichona）、印第介（Indiana）等。参见“古介形亚纲”。


闭壳介

【豆足目】 Leperditicopida　介形亚纲的一目。壳大而厚，钙化好。两壳明显不等或近等大。闭壳肌痕甚大，由许多小肌痕组成。壳面多光滑，或具细瘤。晚寒武世？奥陶纪至泥盆纪，代表属为豆石介（Leperditia），我国产出很多。

【古足目】 Palaeocopida　介形亚纲的一目。背缘长而直。壳面光滑或具装饰，常具叶状突起、槽、腹边构造等。无钙质内薄板。具双形现象或无。奥陶纪至二迭纪，个别属延至侏罗纪。化石甚多，可再分为两亚目：瘤石介亚日及小克罗登介亚目。

【瘤石介亚目】 Beyrichico pina　介形亚纲、古足目的一亚目。两壳近等大，背缘直，腹缘凸。无钙化襞。壳面常有叶状突起、槽等，边缘构造发育。具双形现象或无。奥陶纪至二迭纪。化石甚多，如瘤石介（Beyrichia）、小镰刀介（Drepanella）、荷尔介（Hollina）、克尔克贝介（Kirkbya）、小奥毕克介（Oepikella）等，我国此类化石十分丰富。

【小克罗登介亚目】 Kloedendlocopida　介形亚纲、古足目的一亚目。壳强钙化，两壳不等大，大壳叠覆小壳自由边缘的全部或一部。背缘直，腹缘凸，偶有内凹者。壳面光滑或具肋、槽等。有或无双形现象。主要生存于奥陶纪至二迭纪，个别属可延至侏罗纪。代表属为小克罗登介（Kloedenella）、我国产有原始介（Primitia）、中国原始介（Sinoprimitia）等。

【速足目】 Podocopida　介形亚纲的一目。背缘弯曲或为短于壳长的直缘。钙化襞狭或宽。闭壳肌痕由许多肌痕聚集成圆形（后足亚日）；或肌痕数目减少、聚集成双行排列（平足亚目）；或分散不规则排列（速足亚目）。铰合构造不分化（平足亚目、后足亚目），或分化为三元型、四元型（速足亚目）。奥陶纪至现代，海水、淡水及半咸水均有产出。包括属种甚多，再分为三亚目：速足亚目、后足亚目及平足亚目。

【速足亚目】 Podocopina　介形亚纲、速足目的一亚日。壳的前端不常开口，腹缘中部内凹。肌痕分散，闭壳肌痕则常集聚一起。钙化襞一般宽阔，有或无前庭，自由边缘具织边。铰合构造分化为三元型或四元型，部分或全部具有细齿。奥陶纪至现代。速足亚目是速足日中主要的一类，包括属种甚多，如女星介（Cypridea）、达尔文介（Darwinula）、玻璃介（Candona）、土星介（Ilyocypris）等，我国此类化石十分丰富，从东北到珠穆朗玛峰、西北至东南一带均有产出。

【后足亚目】 Metacopina　介形亚纲、速足目的一亚目。铰合构造明显，简单或为三元型。肌痕圆形，由许多小肌痕集聚而成。内薄板狭或不发育。奥陶纪至早白垩世，主要见于晚古生代。化石代表有赫尔特介（Healdia）、金星土菱介（Bairdiacyris）等，我国多有产出。

【平足亚目】 Platycopina　介形亚纲、速足目的一亚目。肌痕由小肌痕聚集成双行排列。壳背缘凸，两壳不等大，一般右壳大，大壳叠覆小壳，大壳具有接触沟，小壳织边即嵌入其内。钙化襞狭或缺失。具双形现象。侏罗纪至现代。化石不多，代表属为小浪花介（Cytherella）。我国珠穆朗玛峰上白垩统及第三系产有小浪花介及小花形介（Cytherelloidea）等。

【丽足目】 Myodocopida　介形亚纲的一目。壳不等大，壳面具有装饰或光滑。本目主要特征为壳的前缘多具有发育的喙状突起，其下并有凹痕，为触角伸出处。第二触角已变为游泳器官。具双形现象。奥陶纪至现代，全为海生。可再分为两业目：丽足亚目及平足亚目。

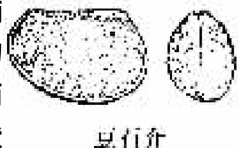
【丽足亚目】　Myodocopina　介形亚纲，丽足目的一亚目。壳的大小变化大，大者可达 2—3 厘米，有的钙化差。背缘直或弯曲，前缘常具喙状突起及凹痕，有的后腹部边喙开口或形成管状构造。或可具发育的中槽，缺失喙状突起，古生代类型尤为明显。第一触角不变为游泳器官。奥陶纪至现代，全为海生。我国此类化石也有产出，如泥盆纪的利希特介（Riehterina）、志留纪的伪足介（Pseudoento mozoe）等。

【枝足亚目】　Cladocopina　介形亚纲，丽足目的一亚目。壳均较小，小于 0.8 毫米，侧视近圆形，前缘不具凹痕。肌痕由 3 个紧密并列的肌痕组成。两对触角均用于游泳。泥盆纪？石炭纪至现代。包括 4 属，化石仅有多枝介（Polycope）及可能属于本目的小盘介（Discoidella）。

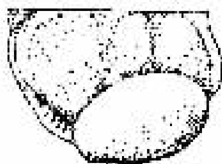

多枝介

【古介形亚纲】　Archaeostraca　是一类分类位置不确定的节肢动物。过去一般根据其壳薄，钙化差，肌痕多在前基角而不在中部，两壳背部紧联，腹缘不相叠覆，且具一窄的裂缺等特点，认为与介形类不同而建立为独立的亚纲，包括四个目，即高肌虫目、有突虫目、背板虫目及圆□虫目，主要出现于古生代。现在认为高肌虫类特征与介形类基本相似，应归入介形亚纲的原足目，后三目特证与高肌虫类差别明显，不属介形类。我国早、中寒武世产有此类化石甚多，如小梁山介（Liangshaella）、小汉中介（Hangchungella）等。参见“原足目”。

【豆石介】　Leiperditia　介形亚纲的一属，壳长而大。似长椭圆形，通常超过 8 毫米。背边缘直，前背角和后背角明显成尖锐的角棱。腹侧厚度强。两壳不等，右壳大，沿腹边叠覆左壳。铰合简单。在壳体前背部的 1/4 处有眼结节。壳面光滑或有粒状、细斑状饰纹。奥陶纪至早泥盆世，分布于亚洲、欧洲和北美。我国产于云南等地。


豆石介

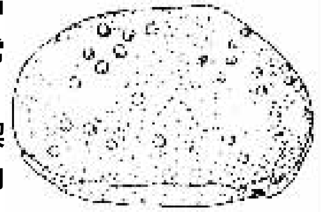
【瘤石介】　Beyrichia　介形亚纲的一属。背直，壳面具三个显著的叶状突起，第二叶状突起圆而小，往往是孤立的；第三叶状突起较长，但也不与其他叶状突起相连。孵育囊近球形或卵形，位于壳体的后腹部。奥陶纪至石炭纪，分布于亚洲、欧洲及美洲。我国产于湖北等地。


瘤石介

【原始介】　Primitia　介形亚纲的一属。壳小，椭圆形，背缘直。两壳大小相等。壳面靠近背部具有小而清晰的中槽，其两侧无明显的瘤凸。奥陶纪至二迭纪，分布于亚洲、欧洲及美洲。我国奥陶纪、泥盆纪及石炭纪地层中均有产出。

【女星介】　Cylpridea　介形亚纲的一属。壳呈长椭圆形，前端较宽。背缘直，壳前 1/3 处最高，呈角状突起。前腹角处有一喙，喙后为凹痕。两壳不等大，左壳叠覆右壳。壳面光滑或具斑点、瘤或刺等壳饰。女星介根据其壳喙、凹痕及壳饰特点等可分为

若干亚属。常见于世界各地陆相中生代地层，新生代地层中也有代表。我国陆相侏罗纪及白垩纪地层中分布很广，是常见的一种重要化石。

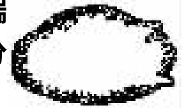

女星介

【达尔文介】　Darwinula　介形亚纲的一属。壳体长，楔形，前端窄而扁，后端宽而钝圆。背边缘近直，腹边缘微向内弯。两壳不等。肌痕左右对称似肋叶状，位于壳的中前方。中石炭世至现代，分布于亚洲及欧洲。我国产于山东新第三纪。

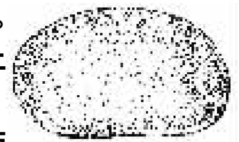
【玻璃介】　Candona　介形亚纲的一属。壳体肾形，较长，后端高。背边缘直或向外弯，腹边缘内弯。钙化襞宽。肌痕梅花形。壳面光滑。白垩纪至现代，新生代最盛，分布于亚洲、欧洲及美洲。我国吉林、黑龙江白垩系均有产出。

【土星介】　Ilyocypris　介形亚纲的一属。壳肾形，前端稍宽于后端，凸度不大，背缘直，腹缘中部内凹。壳的中部具一中粒痕，前背部三分之一处有两条向腹方延伸的槽。壳面饰有瘤、刺、结节及网纹。铰合构造简单。第三纪至现代，分布于亚洲、欧洲及美洲。我国化石产于新生代陆相地层及滨海相沉积的陆相夹层中。

【赫尔特介】　Healdia　介形亚纲的一属。壳体小，近卵形或三角形，背边缘弯曲，中间常高起。前端宽圆，后端尖圆。左壳大，整个叠覆右壳。后端有1—2条向后延伸的粗刺。壳面光滑或呈斑状。晚泥盆世至二迭纪，分布于亚洲、美洲。我国产于广西上泥盆统。


赫尔特介

【小浪花介】　Cytherella　介形亚纲的一属。壳卵形至近长方形，背视前端较窄，后端较宽。右壳大，沿周缘叠覆左壳。铰合构造右壳具一边缘浅沟，左壳则为一凸边。壳面光滑，或具斑点，没有粗大壳饰。侏罗纪至现代，分布于亚洲、欧洲、美洲。我国产于珠穆朗玛峰上白垩统及下第三系。

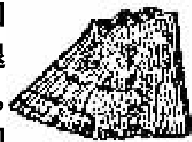

小浪花介

【利希特介】　Richterina　介形亚纲的一属。壳卵形，壳面饰有条纹，凹痕显著或缺失，没有沟。泥盆纪，分布于亚洲及欧洲。我国产于广西上泥盆统。

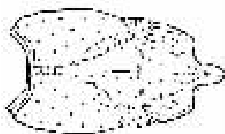

利希特介

【挠足亚纲】　Copepoda　甲壳纲的一亚纲。是一类小型浮游或寄生的甲壳动物，体形变化大。头部与一胸节或二胸节愈合而成头胸部，无甲壳，头部及胸部附肢司运动，腹部无附肢，末端有尾叉。种类极多，占海洋浮游生物的大部分，常见属如蜇镖水蚤（Calanus），淡水中也有产出，如剑水蚤（Cyclos），寄生者幼虫与一般挠足类相似，成虫体形奇特。化石稀少，产于中新世湖相沉积。

【蔓足亚纲】　Cirripedia　甲壳纲的一亚纲。全为海产，成体营固着生活，或固着于游泳生物为假游泳生活。一般为雌雄异体，腹部多退化，头胸甲极发达，呈套形包被体外，动物体用头部向下固着于壳中，触角退化，体节不明显，胸肢末端曲屈如蔓，故名蔓足。晚志留世至现代，常见属有藤壶（Balanus）等。


藤壶

【软甲亚纲】　Malacostraca　甲壳纲的一亚纲。高等甲壳动物，如蟹、虾等均是。体节数目固定，头部5节，胸部8节，腹部6或7节，除尾节外，均有附肢。具一对复眼。绝大多数水生，主要是营自由生活的海生种类，也有陆生及寄生者。寒武纪至现代，现代海洋中极其丰富，化石稀少。我国贵州三迭系产有中华泡虾（Sinopemphix）、华北侏罗系产有河虾（Astacus）、台湾上新统有平蟹（Galene）等。

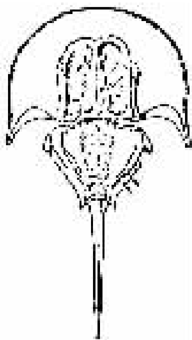


贵州中华泡虾

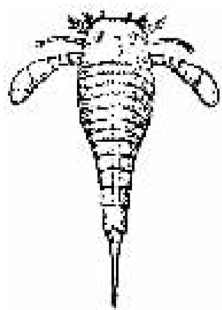
【肢口纲】　Merostomata　又称“腿口纲”，节肢动物门的一纲。为巨大的用鳃呼吸的海生有螯肢动物，头胸部有圆形附肢6对，第一对形小具螯，位于口前为螯肢。其余5对为步足，其基部形成咀嚼面，生在口的周围，故名肢口（腿口）。腹部附肢板状，内侧有叶状鳃。头胸部背面生复眼和单眼各一对。寒武纪至现代。可再分为剑尾目及板足鲎目。

【腿口纲】　即“肢口纲”。

【剑尾目】　Xiphosura　肢口纲中目前仅存的一目。头胸部宽阔，呈马蹄形，被覆大而坚的头胸甲，有单眼及复眼各一对，腹面有6对附肢。腹部较小，近三角形，也具6对板状附肢，后5对各有一对鳃，末端有一坚长能活动的剑状尾节，故名剑尾。本目大部分均已灭绝，现存者分布于太平洋及中美东海岸和东南亚沿海，均生活于砂质海底，代表属为鲎（Limulus），其幼虫很象三叶虫。化石最早出现于奥陶纪，二迭纪有古鲎（Paleolimulus）、侏罗纪有中鲎（Mesolimulus）等。

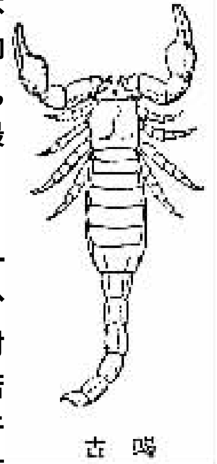

古鲎

【板足目鲎】　Eurypterida　又称“阔翅目”，肢口纲中现已灭绝的一目。代表属为板足鲎（Eurypterus），体形大，有的可达2—3米，头胸部小，由6个体节合拼而成，具背甲，有单眼及复眼各一对，具6对附肢，最后一对呈板状，用于游泳。腹部12节，末端具一刺状尾节。奥陶纪至二迭纪，志留纪及泥盆纪最盛，奥陶纪及志留纪海生，晚古生代转以淡水生为主。我国产于三峡地区志留系。


板足鲎

【阔翅目】 即“板足鲎目”。

【蛛形纲】 Arachnida 节肢动物门的一纲。为多用书肺和气管呼吸的陆栖有螯肢动物，体由头胸部及腹部构成，高等者则合成一整体。头胸部通常不分节，无触角，不具甲壳，有 6 对附肢，第一对为螯肢，第二对为脚须，其余四对为步足。腹部常分节，无附肢。大多陆生。也有寄生者，现在种类甚多，如蜘蛛、蝎、蜱、螨等，化石稀少，主要为蝎目，最早出现于志留纪，如古蝎（Paleophonus）等。


古蝎

【原气管纲】 Protracheata 又称“有爪纲”，节肢动物门的一纲。为陆生用气管呼吸的原始节肢动物，身体延长似蠕虫，但体节分界不明显，体表仅具角质薄膜，无坚实外壳。头部具一对触角，一对单眼，躯干部每个环节有一对圆形附肢，足的基部不分节，末端由若干细小环节组成，并有一对爪，气管构造简单，故名原气管。生活于热带陆地及潮湿地区，现生代表为栉蚕（Peripatus），化石有发现于海相寒武系的 Aysheaia 等。本类动物兼具环节动物和节肢动物的特点，代表两者间的过渡类型，故有将其提升为独立的一门，或列为节肢动物门的一原始类别而与真正的节肢动物相区别。

【有爪纲】 Onychophora 即“原气管纲”。

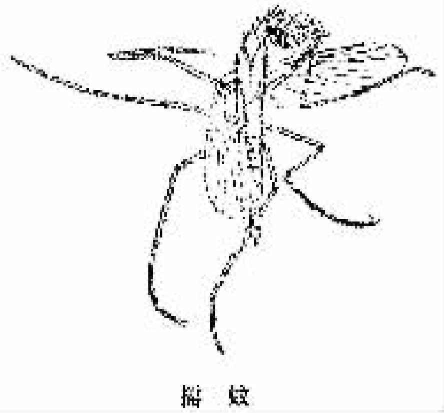
【多足纲】 Myriapoda 节肢动物门的一纲。蜈蚣、马陆等都属本纲，为蠕虫形的陆生节肢动物，体延长呈扁平或圆筒形，头部明显，具一对触角及数对单眼，躯干部由许多环节组成，每一体节具爬行用的足一对或两对，故名多足，以气管呼吸，全为陆生。晚志留出至现代，化石稀少，有 Kampecaris、Euphoberia 等。

【昆虫纲】 lnsecta 又称“六足虫纲”，节肢动物门的一纲。成虫体分头、胸、腹三部，头部有触角一对，有单眼和复眼，具口器。胸部 3 节，每节腹面生有不分叉的节足一对，故又名六足虫。有翅一或两对，生于第二胸节或第二及第三胸节的背侧，或全无翅，翅的变化复杂，翅脉特点为昆虫分类的主要依据。腹部无足，通常 10 节，高等种类仅 3—4 节或 5—6 节，末端有一对分节尾毛及生殖附肢。体表被覆一层几丁质外骨骼，由气管进行呼吸。雌雄异体，发育大多经过变态。广布于地面、土壤中、空中、水中，最早出现于泥盆纪，一直延续至现代，种类极多，约占整个动物种数的 80%。可再分为二亚纲：无翅亚纲、有翅亚纲。

【六足虫纲】 Hcxapoda 即“昆虫纲”，昆虫胸部有足三对，故又称六足虫。参见“昆虫纲”。

【无翅亚纲】 Apterygota 昆虫纲的一亚纲。为原始性昆虫，无翅，腹部具有附肢遗迹，发育无显著变态。一般均为陆栖，极少数水生，种属较少，现生代表如衣鱼等。化石贫乏，最早出现于泥盆纪，有 Rhyniella 等。

【有翅亚纲】 Pterygota 昆虫纲的一亚纲。有一对或两对翅，或翅再度消失。成虫腹部无附肢。生活史大都有变态。分目甚多，晚石炭世至现代，大多数现代和化石昆虫均属此亚纲。我国昆虫化石丰富，如晚侏罗世的拟蜉蝣（Ephemeropsis）、早白垩世的大翅石蛾（Macropteryx）等，辽宁抚顺始新统抚顺群煤层琥珀中含有大量昆虫化石，如摇蚊（Chironomus）、中国小茧蜂（Sinobracon）等，化石保存完美，栩栩如生，甚为珍贵。


摇 蚊

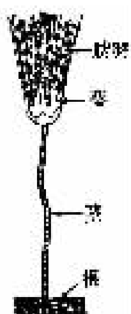
棘皮动物及笔石动物

【棘皮动物门】 Echinodermata 是一门高级的无脊椎动物，具有与其他无脊椎动物外骨骼不同的、由中胚层分泌的内骨骼，并有司呼吸及运动的水管系统，体腔明显，幼年期两侧对称，成年期则多为辐射对称。体不分节，无头部，体表具瘤粒或棘刺，故名棘皮，现生的海星、海胆、海参等均属本门动物。棘皮动物的内骨骼多为一球形、梨形、瓶形、薄饼形、或星形的钙质壳，壳由许多骨板组成。壳上有口、肛门、水孔等。并有五条自口向外辐射对称排列的步带，步带之间为间步带。有的且有由许多骨板组成的茎及腕。壳及茎等均易保存化石。棘皮动物门过去分为多以茎固着生活的有柄亚门（Pelmatozoa）及无茎而游移生活的无柄亚门（Eleutherozoa）。现主张分为四个亚门，即海胆动物亚门，扁形动物亚门，海百合动物亚门及海星动物亚门，并细分为 20 余纲。棘皮动物全为海生，从潮汐带到深水皆有分布，固着海底或游移生活。化石自寒武纪即有发现，以海胆动物亚门的海胆纲、海百合动物亚门的海林擒纲、海蕾纲、海百合纲等最重要。我国棘皮动物化石也很丰富，古生代和中、新生代海相地层中都有发现，其中很多是标准化石。

【海林擒纲】 Cystoidea 棘皮动物门的一纲。体似林擒（即沙果），故名。萼部卵形、球形、瓶形等，无辐射对称，由许多多边形骨板组成，骨板数目不等，具单孔、双孔或菱孔。口孔位于萼顶中央或近中央处，肛孔位于其侧，上覆以由小板形成的肛锥，二者之间有水孔及生殖孔。腕、茎均不发育，有的完全缺失。全为固着海底生活，生存于奥陶纪至泥盆纪，以奥陶纪，志留纪最繁盛。我国云南、贵州、陕西等省奥陶纪地层中产有中国海林擒（Sinocysits）、椭圆海林檎（Ovacystis）等

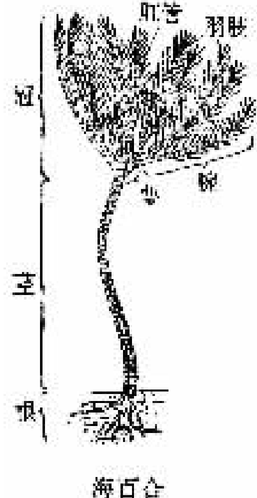

中国海林檎

【海蕾纲】 Blastoidea **棘皮动物门中已灭绝的一纲。硬体分腕羽、萼、茎及根。萼球形、卵圆形或花蕾形，多由** 13 **块骨板组成，排列规则，五射对称，口在萼的腹部中央，周围有五对或五个小吸呼孔，其中较大的一个兼为肛门。海蕾为海底固着生活，最早出现于志留纪，石炭纪最盛，二迭纪末灭绝。我国黑龙江密山中泥盆统产有泥盆海蕾（**Devonblastus**），贵州独山下石炭统产有中海蕾（**Mesoblastus**）等。**



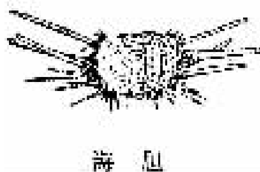
海蕾

【海百合纲】 Crinoidea **棘皮动物门的一纲，外形似百合花，故名。硬体分根、茎、冠三部，冠部又分为萼和腕，均由许多钙质骨板组成。萼为海百合鉴定的主要部分，常呈球形或杯形，由交错排列的几圈钙质骨板组成，其上有由小骨板组成的萼盖，口孔位于萼盖之下或露于其外。腕由许多腕板组成，两侧可有排列紧密的羽肢。茎由许多茎板迭置而成，长短不一，外形有圆形、椭圆形、五边形等，中心具大小不等、形状不同的茎孔。根据茎的形态特征可定为形态属种，对确定地层时代也有一定作用。根简单或分叉，或呈锚状等，浮游生活的海百合根茎不发育，或在茎的末端系以漂浮器。海百合全为海生，最早出现于奥陶纪，一直延续至现代，以石炭纪为最盛，古生代是典型的浅海生物，现代多在深海生活。我国奥陶纪至侏罗纪海相地层均发现有海百合化石，如四川志留系的豆海百合（**Piscerinus**）、河北上石炭统的中国海百合（**Sinocrinus**）、贵州中三迭统的创孔海百合（**Traumatocrinus**）等，海百合茎化石则产出更多，常在灰岩中大量富集，形成海百合茎灰岩。**



海百合

【海胆纲】 Echinoidea **棘皮动物门的一纲。无腕及茎。壳呈球形、半球形、心脏形、盘形等，由许多钙质骨板组成，可分为冠部、顶系、肛围及口围四部分，大多呈辐射对称，少数两侧对称。冠部占据壳之大部，分为** 10 **带，**5 **带具成对的小孔，为步带，其间** 5 **条为间步带。顶系在背部顶端。肛围位于顶系之内或移至顶系之外。口围位于腹面中央或移至腹面前方。壳上生有可活动的棘刺及瘤粒。海胆纲根据其对称性及肛围位置特点等可分为规则海胆及不规则海胆两大类。全为海生、底栖游移生活。奥陶纪至现代，我国湖南、广西下石炭统中发现有瓜海胆（**Melonechinus**）、珠穆朗玛峰上白垩统产有半孔海胆（**Hemipneustes**）、半星海胆（**Hemiaster**），下第三系产有灯笼海胆（**Echinolampas**）、玫瑰海胆（**Eurhodia**）等，台湾第三系有□海胆（**Clypeaster**）等。**


海胆

【海星纲】 Stelleroida **棘皮动物门的一纲。体腹背扁平，中部为中央盘，由中央盘向外伸五条辐射状排列的腕，呈星状，故名。口位于腹面中央，内脏器官延伸或不伸入腕内。体内骨骼由许多骨板组成，动物死后，骨板多分散保存。可再分为中央盘与腕之间界限不明显的海星亚纲（**Asteroidea**），腕细长与中央盘之间界限明显的蛇尾亚纲（**Ophiuroidea**）及腕不明显、体呈五边形的体星亚纲（**Somasteroldea**），或列为独立的纲。奥陶纪至现代，现生者分布甚广，几乎所有海洋均产出，如海盘车（俗称星鱼）、海燕、阳遂足等，化石少见，地层意义不大。我国贵州海相下三迭统发现有皮蛇尾（**Ophioderma**）、广东海相下侏罗统产有鳞蛇尾（**Ophiolepis**）。**

【海星亚纲】 Asteroidea **棘皮动物门、海星纲的一亚纲，或列为独立的一纲。体呈星状，中央盘与腕之间界限不明显。内脏伸至腕中。参见“海星纲”。**

【蛇尾亚纲】 Ophiuroidea **棘皮动物门、海星纲的一亚纲，或列为独立的一纲。腕细长，与中央盘界限明显。内脏不伸至腕中。参见“海星纲”。**



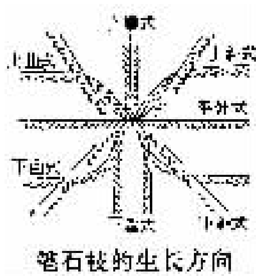
皮蛇尾

【体星亚纲】 Somasteroidea **棘皮动物门、海星纲的一亚纲，或列为独立的一纲。体呈五边形，腕不明显。参见“海星纲”。**

【海参纲】 Holothurioidea **棘皮动物门的一纲。体近圆柱状，颇似蠕虫，口在前端，周围有触手，肛门在后端，没有完整的壳体，骨骼主要为微小的钙质骨片。骨片形状多样，有轮状、锚状、薄片状、弯钩状、十字形、针形等，可保存为化石。现代各海洋中均有分布，海底爬行或大部埋于土中，仅身体前部和触手露出土外。奥陶纪即有可能属于海参的化石，可靠的海参化石最早出现于泥盆纪，除骨片外还发现有整个海参动物的印痕化石，地层意义不大。**

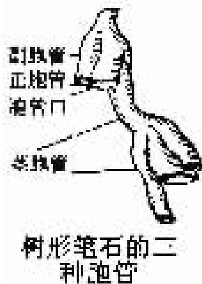
【笔石纲】 Graptolithina **是一类已经灭绝的海生群体动物，过去一般将其隶属于腔肠动物门，现多列为脊索动物门隶索亚门的一纲。化石很象保存在岩石层面上的笔迹，故名笔石。笔石体由** 1 **个或若干个笔石枝组成，始端具一个长锥形的胎管，胎管尖端逐渐变细，形成向外伸出极细的线管，有的线管被笔石体包裹变成硬直的中轴。笔石枝的数目不等，**1 **个或许多个，系由向一个方向连续生长的许多胞管相连而成，笔石枝的分枝可分为：同分枝、后分枝及微分枝。同分枝及后分枝的分枝是从胞管壳壁生出，同分枝是一枝同时生出两枝，又可再分为正分枝及侧分枝，正分枝为一枝同时分为对称的两枝，两枝各再连续正分，而形成一级枝、二级枝、三级枝等；侧分枝为一枝同时分成两个不对称的枝，其一枝沿原来方向生长，形成主枝，另一枝向旁侧发展，名为侧**

枝。后分枝是主枝发育一段之后，才由早期生成的某一胞管芽生出次枝。假分枝的分枝是从胞管口部或胎管口部生出幼枝，形成具有中轴的胞管幼枝或胎管幼枝，这种分枝仅见于正笔石目的有轴亚目。笔石枝下垂、下斜、平伸、上斜或攀合生长。胞管为笔石动物个体的住室，成单列、双列或四列排列，前后相互叠覆，后一胞管被前一胞管遮盖的部分称为掩盖部分，未遮盖部分称为露出部分，二者之和即为胞管长度，其始部互相贯通形成共通沟，末端露出，形状变化很大，是鉴定笔石的重要特征之一。笔石枝上胞管开口的一面为其腹侧，反之则为背侧，左右两边为枝的侧面。一般页岩中的笔石标本，只有从侧面压扁保存时，才能反映胞管特点，从枝的腹面压扁的标本仅能见到胞管口部，如为背侧向上压扁的标本则看不到胞管。笔石纲根据其胞管特点等可分为树形笔石目、管笔石目、腔笔石目、茎笔石目、甲壳笔石目及正笔石目，其中以树形笔石目及正笔石目最为重要。笔石全为海生、多为漂浮生活，也有固着海底者，分布极广，演化迅速，最早出现于中寒武世，奥陶纪及志留纪最盛，早泥盆世末期衰退，仅部分树形笔石延至石炭纪后期全部灭绝。笔石在我国分布广泛，是奥陶纪、志留纪及早泥盆世地层的重要标准化石之一。



笔石枝的生长方向

【树形笔石目】 Dendroidea 笔石纲的一目。有三种胞管，即体积较大、多为简单直管状的正胞管，体积较小、形状变化很大的副胞管及不开口于外的茎胞管。笔石体多成树枝状、漏斗状或扇状，分枝规则或不规则，枝间有时有横靶或绞结相连。也有笔石体比较简单而规则、外形似正笔石者，又称为正笔石式树形笔石。一般固着海底，少数漂浮生活。中寒武世至石炭纪，以早奥陶世最盛，分布于世界各地。我国早奥陶世树形笔石甚多，如树笔石（Dendrograptus）、网格笔石（Dictyonema）、无羽笔石（Callograptus）及正笔石式树形笔石等，晚寒武世，志留纪及泥盆纪也有发现。参见“正笔石式树形笔石”。



树形笔石的三种胞管

【正笔石式树形笔石】 Graptodendroids 树形笔石的一大类，属树形笔石目、反称笔石科。反称笔石科具有两个、三个或四个原始枝，各枝正分、侧分或不再分枝，笔石体的外形与正笔石相似，有些属过去就被归入正笔石目内，后来发现其胞管性质与树形笔石相同而移入树形笔石目，故称为正笔石式树形笔石。重要的属有枝笔石（Clonograptus）、匿笔石（Adelograptus）、苔藓笔石（Bryograptus）、反称笔石（Anisograptus）、十字笔石（Staurograptus）等。主要生存于早奥陶世特马豆克期。我国南方广大地区下奥陶统下部，如广东新厂组、浙江印渚埠组等均发现有大量正笔石式树形笔石，北方冶里组也有产出。

【反称笔石科】 Anisograptidae 树形笔石目的一科，原归入正笔石目，现据胞管性质移入树形笔石目，称“正笔石式树形笔石”。

【管笔石目】 Tuboidea 笔石纲的一目。笔石体树枝形，或形成底盘，管状正胞管从底盘上直立伸出。具有三种胞管，但其组合不规则。正胞管长管状，或变形。茎胞管不如树形笔石明显：多限于底盘。付胞管数目多于正胞管，分布不规则，也多分布于底盘，或联于枝间成“假横靶”。晚寒武世？奥陶纪至志留纪。代表屈如管树笔石（Tubidendrum）、奇管笔石（Idiotubus）等。

【腔笔石目】 Camaroidea 笔石纲的一目。笔石体完正外形不明。正胞管构造复杂，明显分为始部膨大的腔部及末部较细而直立的管部。付胞管细管状，分布不规则，或缺失。茎胞管不发育或成网状分布在正胞管的腔部上。现知仅出现于欧洲奥陶纪，代表属为复腔笔石（Bithecocamara）等。

【甲壳笔石目】 Crustoidea 笔石纲的一目。笔石体完正外形不明，具三种胞管，胞管下部为薄膜相连。正胞管具有直立的颈部，口部变形，常具口叶。付胞管细长圆柱状。茎胞管细管状，茎系发育。现知仅出现于欧洲奥陶纪，化石有布尔曼甲壳笔石（Bulmanicrusta）等。

【茎笔石目】 Stolonoidea 笔石纲的一目。笔石体仅由茎胞管及正胞管组成，无付胞管。茎胞管具非常发育之茎系，芽茎分叉不规则，外形奇特，蠕虫状，单一的或成束的位于茎胞管内。正胞管呈管状，直或弯曲。仅包括一科（茎树笔石科 Stolonodendridae），代表属为茎树笔石（Stolonodendrum），产于欧洲下奥陶统。



正笔石目的胞管形态
1.均分笔石式，2.单笔石式，3.卷笔石式，4.半耙笔石式，5.耙笔石式，6.纤笔石式，7.栅笔石式，8.叉笔石式，9.褶笔石式，10.中国笔石式

【正笔石目】 Graptoloidea 笔石纲的一目。笔石体仅具有一种正胞管，且多为规则分枝，具有或缺失中轴。笔石枝 1 个或多个，下垂、下斜、平伸、上斜或攀合生长。胞管单列、双列或四列，形状变化很大，有成简单直管状的均分笔石式胞管；腹缘波状曲折的纤笔石式胞管；口部向内转曲的叉笔石式胞管；褶曲形成背褶及腹褶的中国笔石式胞管；强烈波折形成方形口穴的栅笔石式胞管；向外卷曲成球形的卷笔石式胞管；孤立成耙形的耙笔石式胞管等，是正笔石的重要鉴定特征之一。有的胞管体壁退化成网状，或仅有大网，或兼有大网及细网。有的胞管口部或（及）腹部分别

长有口刺、腹刺等，有的口刺间有横靶相联或相邻口刺互相绞结而成刺网。根据中轴的有无及其生长特点，正笔石可分为不具中轴的无轴亚目、中轴发育长在笔石枝间隔壁或共通沟中的有轴亚目及中轴夹于攀合的笔石枝之间的隐轴亚目三大类。正笔石全为漂浮生活，分布极广，仅见于奥陶纪至早泥盆世。演化迅速，是这一时期的重要标准化石之一。我国正笔石极其丰富，奥陶纪及志留纪地层中均产有大量化石，珠穆朗玛峰、云南、四川等地下泥盆统也发现有丰富的单笔石类。

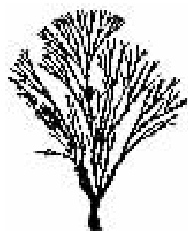
【无轴亚目】 Axonolipa 笔石纲、正笔石目的一亚目。为不具中轴的正笔石。胎管露出，具有线管，笔石枝一个至多个，其分枝系由胞管壳壁生出，可分为两枝同时生出的同分枝及一枝先生、一枝后生的后分枝，同分枝又可再分为正分枝及侧分枝。胞管单列，直管状、或向内转曲，或褶曲，也有个别向外弯曲者。生存于奥陶纪，个别属可延至早志留世。可再分为 10 余科，包括属种极多，有均分笔石（Dichograptus）、对笔石（Didymograptus）、中国笔石（Sinograptus）、娇笔石（Abrograptus）、叉笔石（Dicellograptus）等，早志留世产有新叉笔石（Neodicellogralptus）。

【隐轴亚目】 Axonocrypta 笔石纲、正笔石目的一亚目。为中轴夹于攀合的笔石枝之间的正笔石，起源于无轴亚目、并进一步演化为有轴亚目。笔石体由攀合的四个笔石枝（叶笔石科）或两个笔石枝组成，两枝攀合的笔石体又可分为两枝背部相接的双肋式（心笔石科）或两枝侧面相迭的单肋式（隐笔石科）。生存于奥陶纪。代表属如叶笔石（Phyllograptus）、心笔石（Cardiograptus）、舌笔石（Glossograptus）等。

【有轴亚目】 Axonophora 笔石纲，正笔石目的一亚目。中轴发育，长在枝间隔壁或共通沟中，或在枝的背侧壁中。笔石体由 1 个至多个笔石枝组成，分枝方式为假分枝，即由胞管口部或（及）胎管口部生出具有中轴的胞管幼枝或（及）胎管幼枝。胞管单列或双列，形状变化很大，有的体壁退化而成网状。奥陶纪至早泥盆世。可分为具有双列胞管的双笔石类及单列胞管的单笔石类，各又再分为若干科或亚科，包括属种甚多，代表属如双笔石（Diplograptus）、细网笔石（Retiolites）、两形笔石（Dimorphograptus）、单笔石（Monograptus）、弓笔石（Cyrtograptus）等。

【笔石体复杂化】 the complication of graptolite rhabdosome 指在正笔石的演化过程中，笔石体由于笔石枝增多而由简单变为复杂的现象。笔石体复杂化的方式有侧枝的增多、次枝的发生及幼枝的发生等三种类型。据其发生特点及地史分布规律可分为三个阶期七次复杂化：1. 早奥陶世后期均分笔石动物群侧枝的增多；2. 中奥陶世至晚奥陶世纤笔石动物群次枝的发生，又可分为以卡拉道克初期的丝笔石（Nemagraptus）、卡拉道克末期的肋笔石（Pleurograptus）、阿什极末期的棠垭笔石 Tangyagraptus）等为代表的三次复杂化；3. 志留纪单笔石动物群幼枝的发生，又可分为以凡伦期后期的反向笔石（Diversograptus）、温洛克期的弓笔石（Cyrtograptus）、拉德洛期的线痕笔石（Linograptus）等为代表的三次复杂化。笔石体复杂化是笔石在一定环境条件下的正常发展，是笔石演化的一个趋向，对研究笔石的系统分类、演化及笔石地层的划分等都有很重要的意义。

【树笔石】 Dendrograptus 树形笔石目的一属。笔石体呈树形，始部具有茎和根状构造。笔石枝分枝不规则，枝间无横靶或绞结连接。正胞管为管状或部分孤立，副胞管形状无定。中寒武世（?）至早石炭世，分布于世界各地。我国主要产于华北及东北南部下奥陶统冶里组及湖北等地下奥陶统分乡组。


树笔石

【网格笔石】 Dictyonema 树形笔石目的一属。笔石体呈锥形或盘形。笔石枝为正分枝，各枝平行或近于平行，枝间有横靶连接，形成网格状。正胞管为直管状，副胞管形状不定。晚寒武世至早石炭世，分布于世界各地。我国主要产于北方及南方下奥陶统，四川下志留统、新疆下泥盆统及北方上寒武统凤山组也有发现。

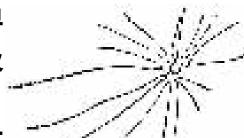

网格笔石

【无羽笔石】 Callograptus 树形笔石目的一属。笔石体呈锥形或不规则。笔石枝为规则的正分枝，各枝平行或近于平行，枝间横靶少或无横靶。正胞管为直管状，副胞管形状不定。中寒武世（?）至早石炭世，分布于世界各地。我国主要产于华北及东北南部下奥陶统冶里组，贵州下奥陶统锅塘组及山西上寒武统凤山组也有发现。

【刺笔石】 Acanthograptus 树形笔石目的一属。笔石体为灌木状，分枝不规则。胞管细长，几个胞管互相紧靠，形成芽枝，左右排列，好象枝上生刺。晚寒武世至志留纪。分布于亚洲、欧洲、大洋洲及北美。我国主要产于湖北下奥陶统分乡组。

【反称笔石】 Anisograptus 树形笔石目的一属。笔石体平伸生长，3 个原始枝各正分若干次，通常达到 5 级枝或 6 级枝。胞管性质和树笔石相似。早奥陶世。分布于亚洲、欧洲、大洋洲及北美。我国产于辽宁、广东及浙江下奥陶统下部。

【劳氏笔石】 Loganograptus 正笔石目、无轴亚目的一属。笔石体水平伸展，正分枝 4—5 次，前三、四级枝较短，末级枝长。胞管为直管状，单列。早奥陶世，分布于世界各地。我国产于浙江下奥陶统宁国组及祁连山下奥陶统石灰沟页岩组。


劳氏笔石

【翼笔石】 Pterograptus 正笔石目、无轴亚目的一属。笔石体两主枝下垂或下斜生长，每一主枝的两侧生出相间排列的侧枝。胞管为细长直管状。早奥陶世晚期，分布于亚洲、欧洲、大洋洲及南美。我国产于西北及湖南、浙江、江西、安徽等地下奥陶统上部。

【四笔石】 Tetragraptus　正笔石目、无轴亚目的一属。笔石体两边对称，具有四个笔石枝。笔石枝下斜、平伸或上斜生长。胞管为直管状，单列。早奥陶世，分布于世界各地。我国产于南方宁国组、大湾组及南祁连山石灰沟页岩组等。

【对笔石】 Didymograptus　正笔石目、无轴亚目的一属。笔石体两边对称，仅有两个笔石枝。两枝下垂、下斜、平伸或上斜生长。胞管为直管状，单列。早奥陶世至中奥陶世，分布于世界各地。我国主要产于南方各省、南祁连山及华北下奥陶统，中奥陶统也有少数代表。


对笔石

【断笔石】 Azygograptus　正笔石目、无轴亚目的一属。笔石体只有一个下斜至平伸生长的笔石枝，很象断落一枝的对笔石。胞管为简单的直管状。早奥陶世，分布于亚洲、欧洲及美洲。我国产于南方下奥陶统。

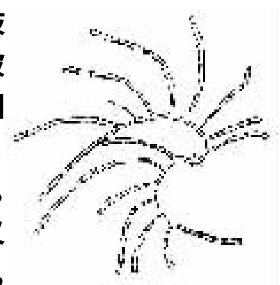
【中国笔石】 Sinograptus　正笔石目、无轴亚目的一属。笔石体由两个下曲的笔石枝组成。胞管强烈曲折，始部形成背褶，末部形成腹褶，背褶和腹褶的顶端均具有相当发育的刺。早奥陶世，分布于中国及北美。我国产于南方宁国组。


中国笔石

【奇笔石】 Allograptus　正笔石目、无轴亚目的一属。笔石体平伸生长，具有两个原始枝，其中一枝又正分枝成两个次级枝，因而形成具有3个笔石枝的笔石体。胞管始部具有背褶，口穴相当显著。早奥陶世，分布于中国及北美。我国产于南方宁国组。


奇笔石

【丝笔石】 Nemagraptus　正笔石目、无轴亚目的一属。两个纤细的笔石枝从胎管中部伸出与胎管构成十字形，枝常弯曲，有时弯成S形。在主枝的腹侧又生出若干次枝，次枝间的距离近等。胞管长管状，作波浪状弯曲。中奥陶世，分布于亚洲、欧洲、大洋洲及北美。我国产于甘肃平凉组及浙西胡乐组、鄂西庙坡组等。


丝笔石

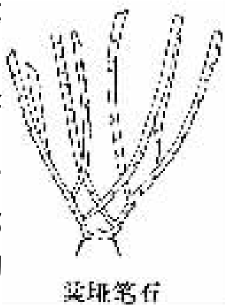
【叉笔石】 Dicellograptus　正笔石目、无轴亚目的一属。笔石体具两个笔石枝，两枝上斜生长呈叉状。胞管曲折，口部向内转曲，口穴显著，即叉笔石式胞管。奥陶纪，分布于亚洲、欧洲、大洋洲及北美。我国主要产于南方的中、上奥陶统，如中奥陶统胡乐组及上奥陶统五峰组，祁连山下奥陶统也有产出。


叉笔石

【纤笔石】　Leptograptus　正笔石目、无轴亚目的一属。笔石体由两枝组成，两枝平伸或上斜，枝细而微曲。胞管波状弯曲，即纤笔石式胞管。奥陶纪，分布于亚洲、欧洲、北美洲及大洋洲。我国南方奥陶系下、中、上统均有产出。

【双头笔石】　Dieranograptus　正笔石目、无轴亚目的一属。笔石体由两枝组成，始部攀合，末部分开，仍为两个单列的枝，笔石体外形象“Y”字。胞管性质和叉笔石相同，口部向内转曲，口穴显著。中奥陶世至晚奥陶世，分布于亚洲、美洲及大洋洲。我国多产于南方及西北中奥陶统。

【棠垭笔石】　Tangyagraptus　正笔石目、无轴亚目的一属。笔石体两主枝上斜生长，每枝背侧具有不成对的次枝，胞管细长，口部向内转曲，口穴显著，为叉笔石式。产于我国南方上奥陶统五峰组。


棠垭笔石

【叶笔石】　Phyllograptus　正笔石目、隐轴亚目的一属。笔石体由四个攀合的笔石枝组成，横切面呈十字形，胞管简单，掩盖部分大。早奥陶世，分布于世界各地。我国产于南方及祁连山下奥陶统。


叶笔石

【假三角笔石】　Pseudotrigonograptus　正笔石目、隐轴亚目的一属。笔石体为四个攀合的笔石枝组成的长纺锤体，每个枝的横切面近于三角形，四枝背部及侧面均互相靠拢，使笔石体的横切面呈圆形或近正方形。胞管口部为扁宽的多边形，始端尖窄，形似压扁的漏斗，全部掩盖。此属保存为完好的立体标本时，可见4个笔石枝，但一般标本常易裂开，仅露出两枝并列的侧面。早奥陶吐至中奥陶世，分布于亚洲、欧洲、大洋洲及北美。我国产于南方宁国组及大湾组、祁连山石灰沟页岩组。

【舌笔石】　Glossograptus　正笔石目、隐轴亚目的一属。笔石体由上攀的两枝组成。两枝侧面相迭，形成单肋式排列，侧视多仅见一列胞管。胞管为直管状，具强硬的胞管口刺。奥陶纪，分布于亚洲、大洋洲、欧洲及北美。我国产于南方及西北下及中奥陶统。

【双笔石】　Diplograptus　正笔石目、有轴亚目的一属。笔石体具双列胞管，横切面为卵形。始部胞管弯曲，形成方形口穴，似栅笔石式胞管，末部胞管为直管状。奥陶纪至早志留世，分布于亚洲、欧洲、美洲、大洋洲。我国多产于南方上奥陶统上部及下志留统，祁连山下奥陶统也有产出。

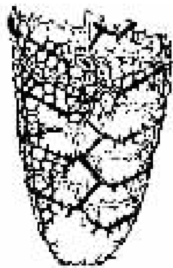
【雕笔石】　Glyptograptus　正笔石目、有轴亚目的一属。笔石体具双列胞管，横切面近圆形。胞管腹缘波状曲折，口部有时稍向内屈，口缘通常呈波形弯曲。早奥陶世

至早志留世。分布于亚洲、欧洲、美洲及大洋洲。我国多产于南方下、中奥陶统及下志留统。

【栅笔石】 Climacograptus 正笔石目、有轴亚目的一属。笔石体直，具双列胞管。胞管强烈弯曲，腹缘作“S”曲折，形成方形口穴，即栅笔石式胞管。奥陶纪至早志留世，分布于世界各地。我国南方及西北的奥陶系及下志留统均有产出。


栅笔石

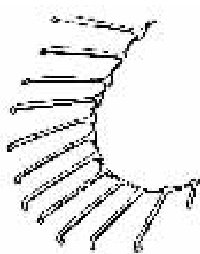
【细网笔石】 Retiolites 正笔石目、有轴亚目的一属。笔石体具双列胞管，胞管直，倾角大，全部掩盖。体壁退化，成为网状，具有大网及细网，两中间线条，一直一曲。早志留世至中志留世，分布于亚洲、欧洲及北美。我国产于南方下、中志留统。


细网笔石

【单笔石】 Monograptus 正笔石目、有轴亚目的一属。笔石体仅有一个笔石枝。胞管单列，口部向外弯曲，呈钩状。志留纪至早泥盆世，分布于世界各地。我国产于南方及西北等地志留系；在西藏珠穆朗玛峰及广西、滇西、川西等地的下泥盆统也有发现。


单笔石

【耙笔石】 Rastrites 正笔石目、有轴亚目的一属。笔石体仅有一个笔石枝，细而弯曲。胞管细长孤立，没有掩盖，口部向内弯曲。早志留世，分布于亚洲、欧洲及北美。我国产于南方及祁连山下志留统。


耙笔石

【锯笔石】 Pristiograptus 正笔石目、有轴亚目的一属。笔石体直或微曲，仅有一个笔石枝。胞管为简单的直管状。志留纪，分布于亚洲、欧洲、北美及大洋洲。我国多产于南方志留系。

【螺旋笔石】 Spirograptus 正笔石目、有轴亚目的一属。笔石体仅有一枝，螺旋状卷曲，胞管单列，向外弯曲呈钩状，常具有口刺。志留纪，分布于亚洲、欧洲、大洋洲及北美。我国产于南方及祁连山下志留统。

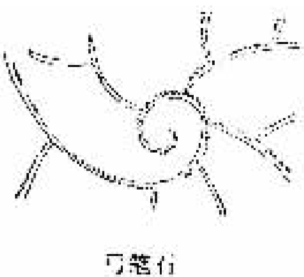
【新单笔石】 Neomonog$_{\lambda}$ratus 正笔石目、有轴亚目的一属。笔石体仅有一枝，上攀生长。胞管单列，为新单笔石式，即其口部向后退缩，形成明显的口穴，外形似单栅笔石，但胞管间缝合线是斜的。胎管宽锥形，口部宽大，呈喇叭状。早泥盆世，分布于亚洲、欧洲、大洋洲及北美。我国产于珠穆朗玛


新单笔石

峰、川西及云南等地的下泥盆统。新单笔石胞管的外形颇似志留纪的单栅笔石，但其胞管间的缝合线是斜的，而单栅笔石胞管间的缝合线则是直的。

【单栅笔石】 Monoclimacis 正笔石目，有轴亚目的一属。笔石体一枝上攀，胞管腹部强烈折曲，膝上腹缘直，与轴平行，胞管间缝合线直，口穴多呈方形。早志留世，分布于世界各地。我国产于南方及西北下志留统。

【弓笔石】 Cyrtograptus 正笔石目、有轴亚目的一属。笔石体的一个主枝弯曲或卷曲，从主枝的胞管口部生出幼枝，有的幼枝又再生出二级幼枝或更高级的幼枝。胞管一般为三角形。中志留世，分布于亚洲、欧洲、大洋洲及北美。我国产于南方及西北中志留统。


弓笔石

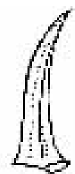
【中华反向笔石】 Sinodiversograptus 正笔石目、有轴亚目的一属。笔石体具有一个上攀的主枝及一个胎管幼枝，主枝及胎管幼枝均生有胞管幼枝，所有胞管幼枝均向其母枝的背侧方向伸出，排列规则。胞管向外卷曲，为卷笔石式。产于我国四川南江下志留统。

【牙形刺】 Conodonts 又称“牙形石”。形体微小，外形很象虫牙的一类微化石，但与虫牙不同的是开形刺由磷酸钙组成，化石保存为浅黄色至褐色，透明或半透明，微细构造为薄片状，有的变为纤维状。一般小于1毫米，最大的约5毫米，根据外形可分为直或弯曲的单锥型，齿棒或齿片上长有细齿的复合型及由齿台和齿片组成的台型等三大类。绝大多数分散保存，也有由若干不同类型成行成对地排列在一起而形成牙形刺集群。牙形刺曾被认为是鱼牙，也有认为是头足类的颚器等，因现生动物中没有发现和它完全一样的骨骼构造，故其真正性质及分类位置长期以来都不清楚。近年来由于发现了含有牙形刺集群和动物软体印膜的化石，通过电子显微镜等新技术方法的研究，发现牙形刺集群位于动物中部的消化道内，可能是一种过滤食物的系统。牙形刺动物则被认为是一种原始的脊索动物，建立了牙索动物亚门（Conodontochordata），为隶属于脊索动物门的一个新的亚门。也有认为牙形刺是牙形动物围绕口部的触手环内的骨骼。牙形刺形体甚小，易于鉴别，是一类重要的微化石，地层意义很大。寒武纪至三迭纪，分布于世界各地，各种类型海相沉积岩中均可保存。现已建立许多牙形刺带，其详细程度可与笔石带或菊石带相比。我国牙形刺分布也很广泛，古生代及三迭纪海相地层中发现很多。

【牙索动物亚门】 Conodontochordata 详见“牙形刺”。

【牙形石】 即“牙形刺”。

【单锥刺】 Distacodus 牙形刺的一属。单锥型，外形似微弯的牛角，两侧对称，侧方扁平，前后缘均具棱脊，侧面中线具隆脊。晚寒武世至早石炭世，分布于世界各地。我国河北、贵州等地已有发现。

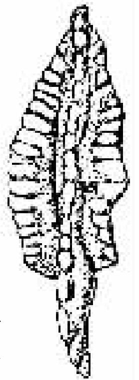

单锥刺

【欣德刺】　Hindeodella　牙形刺的一属，复合型，刺体直而长，主齿明显，接近刺体前方。前齿棒短，后齿棒长，细齿排列紧密，通常大小交替出现。基腔小。志留纪至三迭纪，分布于北美、欧洲、非洲及亚洲。我国滇、黔、桂等地泥盆纪及石炭纪地层已发现多种。



欣德刺

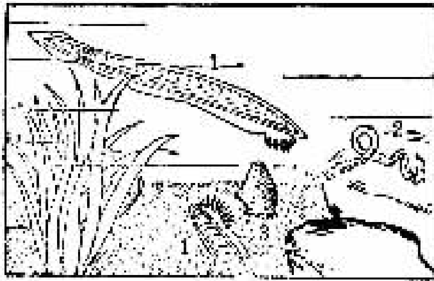
【多颚刺】　Polygnathus　牙形刺的一属。台型，齿片上细齿高于齿台或与齿台等高。齿台简单，前后端较窄，通常有肋脊或瘤齿。基腔位于齿台下方并与齿片下方的齿槽相通。早泥盆世至早石炭世，分布于世界各地。我国川、黔、桂等省已发现多种。



多颚刺

脊椎动物

【脊索动物门】　Chordara　动物界中最高等的一门。在身体背侧具有不分节而富于弹性的脊索，或仅见于胚胎至成体时为椎骨所替代，在身体内部起中轴骨骼的作用。分为口索（半索）动物、尾索动物、头索（无头）动物和脊索动物四个亚门，前三个亚门又统称原索动物，是少数营固着或移动生活的海生种类，以头索动物中的文昌鱼（Branchiostoma）最为常见，分布于温带及热带浅海，通常栖身于海底泥沙中，仅将头端露出摄食，以我国厦门附近海域及意大利墨西拿海峡最丰富。口索动物以柱头虫（Balanoglossus）为代表，穴居于海滩泥沙中。尾索动物以海鞘类为代表，大部生活于近岸浅海沙滩上。营固着底栖生活。



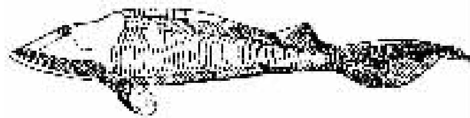
原索动物复原图
1. 文昌鱼；2. 柱头虫；3. 海鞘；

【脊椎动物亚门】　Vertebrata　脊索动物的一亚门，也是动物界中最高等的类群。体形左右对称，分为头、躯干、尾三部分。躯干部多具成对附肢，水栖者为偶鳍，陆生者为四肢。体内具内骨骼，有由若干脊椎骨连接而成的脊柱，并具较发达的头骨。与无脊椎动物相反，中枢神经系统在身体的背侧，循环系统的主要部分——心脏等在腹侧。卵生、卵胎生、胎生。最早见于奥陶纪，一直延续至现代。目前分无颌纲、盾皮鱼纲、软骨鱼纲、棘鱼纲、硬骨鱼纲、两栖纲、爬行纲、鸟纲、哺乳纲共九个纲。盾皮鱼纲与棘鱼纲已全部绝灭，无现生代表。脊椎动物化石是晚古生代至更新世地层划分对比的重要依据之一。

【无颌纲】 Agnatha 脊椎动物亚门中最低等的一纲。外形似鱼，但无上、下颌，口孔漏斗状，滤食水体中有机碎屑或以口孔内的角质齿啮食。没有骨质的中轴骨，亦无真正的偶鳍。多数体外被以骨质甲片。始见于奥陶纪，繁盛于志留纪、泥盆纪。可分为单鼻孔亚纲（Monornina）、双鼻孔亚纲（Diplorhina）及圆口亚纲（Cyclostomata）。单鼻孔亚纲包括头甲目及缺甲目（Anaspida），以头甲背面两眼之间有一个鼻孔为其特点；双鼻孔亚纲包括鳍甲目及盾鳞目（Coelolepida），其头甲背面无单一的鼻孔；这两个亚纲泥盆纪末即绝灭，为研究志留纪及泥盆纪地层的重要化石之一。圆口亚纲为延续至现代的少数营寄生生活的代表，具单一鼻孔，曾列为单鼻孔亚纲的一个目，但现多趋向于建立为独立的亚纲。化石无颌类常通称“甲胄鱼类”。

【甲胄鱼类】 Ostracodermi 即“化石无颌类”。外形似鱼，头及身体外部被以骨板，有如甲胄，故名“甲胄鱼”。但其口部无上下颌，没有骨质的中轴骨及真正的偶鳍，与鱼不同，而与现生的圆口纲相似，故同被归属于无颌纲。甲胄鱼生活于淡水。始见于奥陶纪，泥盆纪末即灭绝。重要化石代表为头甲鱼目及鳍甲目。我国南方早泥盆世的盔甲鱼（Galeaspis）及多鳃鱼（Polybranchiaspis）均属此类。

【头甲目】 Cephalaspida 又称“骨甲目”，化石无颌类中较重要的一目。体鱼形，头部扁平，上覆骨质甲片。头甲顶面具眼，两眼之间为单一的鼻孔。鼻孔后方具一松果孔，可能具感觉作用。有些在头甲两侧具发电器。头甲腹面前边有口孔，两侧有鳃孔。不同于更高等的脊椎动物，只有两个半规管，躯干部由小骨片覆盖。具歪尾（尾鳍上叶发育，尾部脊椎向上弯起，伸入尾鳍上叶）。头甲后部躯干两侧具一对叶状物，可能与高等鱼类之偶鳍具相似功能。晚志留世至晚泥盆世。我国西南下泥盆统产有盔甲鱼（Galeaspis）属此类，近来主张建立盔甲鱼目。


头甲鱼

【骨甲目】 Osteostraci 即“头甲目”。

【鳍甲目】 Pteraspida 又称“异甲目”，化石无颌类中较重要的一目。外形与头甲类近似，但其骨质甲片底层无真正的骨细胞，而头甲亦由多数较小骨片（吻片、背片等）愈合而成。奥陶纪至泥盆纪。我国云南泥盆纪的多鳃鱼（Polybranchiaspis）即属此类。亦有以多鳃鱼为代表、建立多鳃鱼目（Polybranchiaspiformes）的意见。


鳍甲鱼

【异甲目】 Heterostraci “鳍甲目”的同义词。

【盾皮鱼纲】 Placodermi 现已灭绝的原始有颌鱼类，已具有上、下颌及较发达的偶鳍，但头部及身体前部被盖骨板，后部裸露或被鳞。生活于淡水或海水，始见于志留纪晚期，泥盆纪最盛，分布广泛，化石很多，可再分为七目；重要类别有扁平鱼目、胴甲目及节颈目。

【节颈目】 Arthrodira 盾皮鱼纲的一目。头部与身体前部均复盖有板状骨甲，头甲与体甲以关节相连，可以活动，故名节颈。身体较宽大，口及眼均大。胸鳍或为不能活动的棘状，如有腹鳍，一般也较小。生活于淡水或海水，出现于晚志留世，泥盆纪末即灭绝。我国节颈目化石有产于四川中泥盆统的江油鱼（Kiangyousteus）、贵州下泥盆统的贵州鱼（Kueichowlepis）等。

【胴甲目】 Antiarchi 盾皮鱼纲的一目。头及胴部均被有骨质甲片。身体后部和尾部裸露或披有鳞片。具1—2个背鳍。两眼顶生，互相靠近，其间有一松果孔。鼻孔紧位于眼前，口位于头部腹面。胸部具一对由多片骨甲组成的附肢，与前腹侧甲以活动关节相连。尾歪形。生活于淡水或海水，仅发现于泥盆纪。我国南方中泥盆统的沟鳞鱼（Bothriolepis）、上泥盆统的中华鱼（Sinolepis）及下泥盆统的云南鱼（Yunannolepis）均属此类。

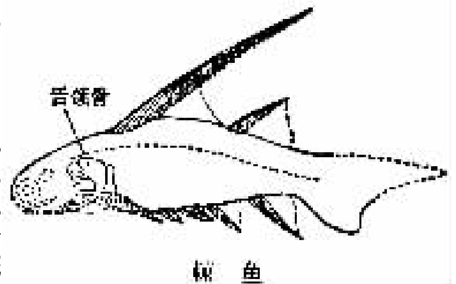
【沟鳞鱼】 Bothriolepis 胴甲目、星鳞鱼科的一属。头部及胸部覆以甲片。头部较小，背面覆以坚厚甲片；胸部背、腹面由十余块骨片连接成匣状。头甲六边形，眶孔中位。后松果斤小，与侧片之间为中颈片所隔开。后侧片与后背侧片愈合为复合侧片。胸鳍分为两节，中间有关节相连，向后超过躯甲长度。头甲和躯甲背部具V字形感觉沟。我国湖南、广东、广西、贵州、云南、宁夏等地中泥盆统均有此类化石。


沟鳞鱼

【扁平鱼目】 Petalichthyida 又名“瓣甲鱼目”，为盾皮鱼纲的一目。以大瓣鱼（Macropetalichthys）为代表，现化石类型发现增多。头部及胸部均具坚厚甲片。头甲长椭圆形，长度大于胸甲，头甲与胸甲不是活动的铰链状结构，与节颈目明显不同。躯干后部体表覆有较大鳞片组成的甲胄。其头甲上的感觉沟系统明显地不同于其他盾皮类。仅见于泥盆纪。近年我国西南各省发现了许多瓣甲鱼类化石，如拟瓣鱼（Quasipetalichthys）、新瓣鱼（Neopetalichthys）、中华瓣甲鱼（Sinopetalichthys）等。

【瓣甲鱼目】 即“扁平鱼目”。

【棘鱼纲】 Acanthodii 过去曾归属为盾皮鱼纲的一个目，近来趋向于列为一独立的纲或属于硬骨鱼纲的一个亚纲。棘鱼类为小型原始的有颌类，体形似鲨，故又称棘鲨，但与鲨类毫无系统关系。棘鱼类化石多仅保存其鳍棘，鳍棘轮廓近三角形，上有纵列纹饰或瘤等。最早出现于晚志留世，至古生代末绝灭。我国南方泥盆纪地层发现有中华棘鱼（Sinacanthus）、

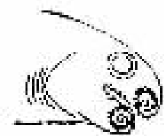


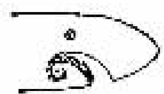
棘鱼

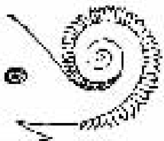
亚洲棘鱼（Asiacanthus）等。

【软骨鱼纲】　Chondrichthyes　鱼形动物中较高等的一类。体内骨骼全部由软骨组成，体外被盾鳞（由真皮层形成，基板部分埋于真皮层中，尖锥形棘突露在体外，并覆有一层釉质层）或无鳞。具奇鳍（背鳍、臀鳍、尾鳍）和偶鳍（胸鳍、腹鳍）。体内受精，卵胎生成卵生，大多为海生种类。最早出现于泥盆纪，至石炭二迭纪渐趋繁盛，此后一直稳定发展，直至现代。由于体内无硬骨，故保存为化石者多为其牙齿及硬骨质鳍刺（或称背刺）。软骨鱼纲分为板鳃亚纲及全头亚纲。板鳃类（Elasmobranchii）具板状鳃，头部两侧具鳃裂，无鳃盖。包括已绝灭的裂口鲨目（Cladoselachii）、侧棘鲨目（Pleuracanthodii）和仍有现生代表的鲛目（Selachii）和鳐目（Batoidea）。我国云南石炭系曾发现裂口鲨牙齿化石。全头类（Holocephali）鳃裂外被一膜质鳃盖。海生，种类远少于板鳃类，化石多仅保存齿板。又晚古生代地层中发现较多的缓齿类（Bradyodonti）化石，主要为各种形状的齿板，也属于软骨鱼类，过去曾列入全头亚纲，现多认为这类化石并不属于一个自然分类系统，而是从早期鲨类中平行发展出的一些以贝壳软体动物为食的鲨形鱼类，其亲缘关系及分类位置尚待确定。

【旋齿鲨科】　Edestidae　软骨鱼纲，鲛目中的一科。化石发现于石炭纪至三迭纪地层。旋齿鲨类的牙齿化石整体为扁平的螺旋形，从内向外，单个牙齿衔接成列，内圈牙齿小，向外圈逐渐增大。长期来对这类牙齿的着生部位意见不一，但多认为是着生于上、下颌的左右颌骨联合处。我国浙江二迭系、西藏三迭系曾发现中华旋齿鲨（Sinohelicoprion）。



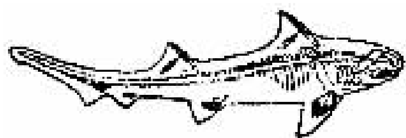




旋齿鲨头部复原图

【瓣齿鱼科】　Petalodontidae　软骨鱼纲的一科。化石多仅保存牙齿，牙齿前后扁平而横宽。齿冠低，有一层很薄的珐琅质层，前凸后凹，花瓣状。齿根较长，与齿冠间有珐琅质褶皱。石炭纪至二迭纪。我国四川、陕西、浙江等地二迭纪地层中均发现有瓣齿鱼（Petalodus）的牙齿化石。

【弓鲛】　Hybodus　软骨鱼纲、板鳃亚纲、鲛目中的一属。其牙齿及背鳍棘刺常可保存为化石，常见于中生代。牙齿略呈“山”形，常单个保存。背鳍两个，鳍前具坚硬棘刺。棘刺化石表面常具纵行的纹饰突起等，后缘常具锯齿。由于牙齿及背刺不能同时保存为化石，故根据牙齿或背刺分别建立的属间关系是不清楚的。我国云南、四川、甘肃、陕西等省三迭纪地层中均发现此类化石。



弓　鲛

【硬骨鱼纲】 Osteichthyes 鱼形脊椎动物中最高等的一类，分布广泛，类型众多。内骨骼多为硬骨，体外多被有鳞片，亦有次生性裸露无鳞者。鳃裂一般四个，外有鳃盖。具奇鳍及偶鳍。硬骨龟类最早见于泥盆纪，现代仍极繁盛。硬骨鱼纲可分为二或三个亚纲。* 辐鳍鱼亚纲（Actinopterygii）包括硬骨鱼中的绝大部分类群，其奇鳍和偶鳍以骨质的鳍条为其内部支持物，具一对外鼻孔，颌与脑颅多呈舌接型连接（上、下颌以舌颌骨连于脑颅）。肉鳍鱼亚纲（Sarcopterygii）或内鼻亚纲（Choanichthyes）包括硬骨鱼中具一对内鼻孔，头部具松果孔，偶鳍基部为肉质，内有由中轴骨及远端辐射排列小骨构成的支持骨，具整列质鳞片的种类，可分为肺鱼类及总鳍鱼类，但目前有人认为肺鱼类颌与脑颅为自按型（上颌骨与脑颅愈合，舌颌骨退化），应独立为一亚纲。内鼻亚纲化石最早见于泥盆纪，古生代后衰落，目前只有少数残存类型，化石属种数量也不多。

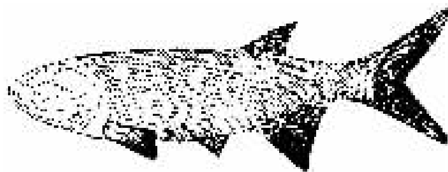
【肉鳍鱼亚纲】 Sarcopterygii 硬骨鱼类一亚纲，详见“硬骨鱼纲”。

【辐鳍鱼亚纲】 Actinopterygii 硬骨鱼纲中数量最多的一个亚纲。背鳍一个，眼大，偶鳍内无中轴骨及辐状骨，所有的鳍均由平行排列的骨质鳍条（分节）和棘（不分节）支持，具有外鼻孔。最早出现于泥盆纪，现代仍很繁盛。化石及现生属种很多，分为数百个科，其高级分类单位变动较大，故意见分歧，一般可分为三个大的类群：软骨硬鳞鱼类、全骨鱼类和真骨鱼类。

【软骨硬鳞鱼类】 Chondrostei 又称“硬鳞鱼类”（Ganoid），辐鳍鱼中最原始的一类。内骨骼多为软骨，体被斜方形坚厚硬鳞（鳞的表面具厚层闪光层，下部为骨质基底层，中部为满布细管的整列质层），上颌骨参与颊部的组成，与前鳃盖骨固着联结，口裂深，口缘具锥形齿。腹鳍靠近身体的后部，歪形尾（尾部脊椎伸入尾鳍上叶，尾鳍上叶大于下叶）。软骨硬鳞鱼类包括古鳕目、多鳍目及鲟目。最早出现于泥盆纪，古生代及中生代初期繁盛，新生代衰落，只有少数代表如鲟、白鲟、多鳍鱼等延续至今。我国软骨硬鳞鱼类化石有吐鲁番鳕、中华扁体鱼、北票鲟、肋鳞鱼、新疆鱼等。

【硬鳞鱼类】 Ganoid 即“软骨硬鳞鱼类”。

【古鳕目】 Palaeoniscoidea 硬骨鱼纲、辐鳍亚纲中最原始的一目。背鳍一个，尾歪形，体多覆有菱形珐琅质硬鳞。头部膜质骨发育，表层有珐琅质。有锁骨，无间鳃盖骨，上颌骨发育，与前鳃盖骨固着联结。口缘具锥形齿。主要以无脊椎动物为食。中泥盆世至早白垩世，石炭二迭纪最繁盛。我国新疆二迭纪的吐鲁番鳕（Turfania）即属此类，江浙等地的二迭系中也有发现。



吐鲁番鳕

【扁体鱼亚目】 Platysomoidei 古鳕目的一亚目，繁盛于二迭纪。体形高而侧扁，头小，口裂短。偶鳍多短小，而背鳍及臀鳍较长大。近年我国浙江上二迭统长兴组发现有中华扁体鱼（Sinoplatysomus）。

【北票鲟】 Peipiaosteus 软骨硬鳞鱼类、鲟目的一属。鲟类除内骨骼全部为软骨质外，其外骨骼（鳞片）亦退化，只有数列纵行骨板，故鱼体几乎全部裸露无鳞。北票鲟体小，长约20厘米，呈梭形。头略低平，吻圆钝。只具小的侧线鳞。尾歪形。产于我国辽宁北票侏罗纪地层。

【亚全骨鱼类】 Subholostei 古鳕目中一些进步类型的通称。亚全骨鱼类过去曾列为软骨硬鳞鱼类的一目，现在只作为古鳕目内与古鳕亚目、扁体鱼亚目并列的一些亚目，如雷氏鱼亚目、枪旗鱼亚目等。

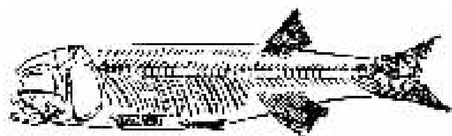
【全骨鱼类】 Holostei 辐鳍鱼亚纲的一个类群。内骨骼中硬骨成分增加，体被斜方形硬鳞，但闪光质层略退化。上颌骨与颊部分离，变短，口裂中等，具半歪尾（尾鳍上叶与下叶近相等，脊柱仍有一部廷入尾鳍上叶）。属于全骨鱼类者有半椎鱼目、硬齿鱼目、弓鳍鱼目、尖喙鱼目及叉鳞鱼目，也有将叉鳞鱼目置于真骨鱼类者。最早出现于二迭纪，中生代繁盛，只有两属延续到现代。我国全骨鱼类化石有中华弓鳍鱼（Sinamia）、西藏硬齿鱼（Tibetodus）、衡南鱼（Hengnania）等。

【硬齿鱼目】 Pycnodontidae 全骨鱼类的一目。一般体侧扁，具硬鳞，牙齿珐琅质厚，除上颌骨及齿骨外，在锄骨上生有成行排列的圆形或卵圆形牙齿。三迭纪至始新世。我国西藏东部昌都附近发现早侏罗世的西藏硬齿鱼（Tibetodus）即属于此类。

【中华弓鳍鱼】 Sinamia 全骨鱼类：弓鳍鱼目、中华弓鳍鱼科的一属。体形细长，背鳍基长，尾鳍后缘圆形。口裂中等，具尖锥形齿。体被菱形硬鳞，其外露部分具闪光质层，鳞片后缘有锯齿。化石首先发现于山东蒙阴上侏罗统，以后陆续发现于陕、甘、宁、内蒙、浙江、安徽等地。

【真骨鱼类】 Teleostei 辐鳍鱼中最进步的一个类群，内骨骼全部为硬骨。体被圆鳞（骨质，圆形，无闪光层，表面具同心状生长纹，呈覆瓦状排列）或栉鳞（骨质，无闪光层，表面有小棘，后缘即游离缘呈锯齿状）。上颌骨与颊部游离，可活动。口裂小。具正型尾（尾鳍上、下叶等大，脊椎末端不伸入尾鳍上叶；其下叶以二个尾下骨支持，这两个尾下骨与一个椎体连接）。现生种类极多，广泛分布于海洋及大陆水系中，分类意见很不一致，目前多分为9个超目，约30个目。最早出现于侏罗纪，至今仍极繁盛。

【狼鳍鱼】 Lycoptera 硬骨鱼纲、真骨鱼类的一属。体小，长纺锤形，椎体为脊索所洞穿。上、下颌骨上都有小而尖的牙齿。背鳍位置偏后，与臀鳍近于相对。有上神经棘。尾正型，最末尾椎骨向上扬。鳞片圆形。生活于淡水，主要产于我国北方，晚侏罗世地层中化石甚多。



狼鳍鱼

【满洲鱼】 Manchurichthys 原始真骨鱼类，属鲑形目。体长约 5 厘米。被圆鳞，大而薄。头长约为全长的 1/4 弱，为头高的 1.5 倍。口裂中等，口缘无齿，背鳍基短，位于背部中点；胸鳍长；腹鳍腹位，起点略后于背鳍起点；臀鳍小，靠后；尾鳍为正型尾，深分叉，有较大的尾棱鳞。具上神经棘和上髓弓小骨。发现于我国东北早白垩世地层中。

【总鳍鱼目】 Crossopterygii 硬骨鱼纲、肉鳍鱼亚纲的一目。有内鼻孔，能用肺呼吸。背鳍两个，具多肉质的鳍柄。偶鳍有很发达的肉质基部，鳍内骨胳有多节的中轴骨，轴的一侧着生辐状鳍条，一端与肩胛骨相联。鳍上均被有鳞片。牙齿具迷路构造。尾歪形或原型。鳞为整列层鳞。肠有螺旋瓣。最初出现于泥盆纪，生活于淡水，中生代迁居海洋，肉食性。原认为已在白垩纪末灭绝，后于南非附近印度洋中发现活着的总鳍鱼，属名为拉蒂曼鱼（Latimeria）。总鳍鱼的肢骨构造和两栖类极为相似、且有内鼻孔、迷路齿等，故认为两栖类是由总鳍鱼演化而来，总鳍鱼是所有陆生脊椎动物的祖先，在脊椎动物的演化系统上具有十分重要的意义。

【拉蒂曼鱼】 Latimeria 又称“矛尾鱼”。为残存至现代的总鳍鱼类，1938 年首次在非洲南部海中捕获，近年又多次发现，是著名的“活化石”。参见”总鳍鱼目”。


拉蒂曼鱼

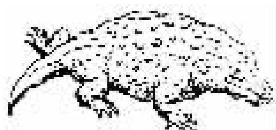
【矛尾鱼】 即“拉蒂曼鱼”。

【肺鱼目】 Dipnoi 硬骨鱼纲、肉鳍鱼亚纲的一目。早期的肺鱼与总鳍鱼非常相似，均具有二背鳍，偶鳍有肉质基部，鳍上被以鳞片，尾鳍歪形，有内鼻孔等。但头部及偶鳍骨骼构造与总鳍鱼有所不同，偶鳍内辐状鳍条着生于中轴骨的两侧，称为双列型。牙齿极特殊，愈合成齿板，仅有少数化石种类才有不愈合的牙齿。中泥盆世至现代。淡水生活，以软体动物及甲壳类等为食料。最常见的化石代表是分布广泛的角齿鱼（Ceratodus），齿板扇形，其上具有辐射状排列的齿脊。我国四川等地上侏罗统中产有四川角齿鱼（Ceratodus szechuanensis）等。

【两栖纲】 Amphibia 脊椎动物亚门的一纲。个体发育过程中经过变态，或变态不显著。幼体以鳃呼吸，适于水栖，成体一般以肺呼吸，多陆栖。头骨扁平，具耳凹。皮肤裸露，有粘液腺保持身体湿润，早期种类体外常有坚厚骨板或皮膜、鳞片等。具四肢，可能源于肉鳍鱼类的叶状鳍。心脏有两心耳、一心室，血液有大、小循环，但不完全。仍在水中产卵。变温。化石两栖类繁盛于泥盆纪晚期至中生代初，根据其脊椎骨的结构分为两个亚纲：迷齿亚纲（Labyrinthodontia），具复杂的椎骨，牙齿珐琅质有复杂的褶皱纹路，头部覆有坚厚甲片，故又称坚头类，包括鱼石螈，蜥螈等。壳椎亚纲（Lepospondyli），具线轴状椎骨，只繁盛于晚古生代。现生两栖类只是残存的一小部分，

包括无尾目（Anura，如蛙、蟾蜍），有尾目（Urodbla，如蝾螈、鲵）及仅见于热带的无足目（Apoda，如盲螈），上述三目及已灭绝的原无尾目（Proanura）组成第三个亚纲——滑体两栖亚纲（Lissamphicia）。

【迷齿亚纲】　Labyrinthodontia　两栖纲的一亚纲，因其牙齿和总鳍鱼类相似，齿冠的珐琅质褶皱，横切面呈迷路构造，故名。头部低平，覆有坚硬的骨甲，故又名坚头类。最早的化石代表为产于格陵兰上泥盆统的鱼石螈（Ichthyostega）已经出现了四肢，但仍具有与总鳍鱼相似的一些特征，如鳃盖骨系统和尾鳍等，是介于总鳍鱼类和两栖类之间的过渡类型。两栖类起源于总鳍鱼类，泥盆纪陆地面积扩大，气候干旱，生活于水中的许多鱼类遭到灭亡，而某些总鳍鱼类因具有内鼻孔，有能进行呼吸的肺及强大的偶鳍，适应了环境的改变，上到陆地生活，演变而成两栖类。原始两栖类的出现代表了脊椎动物趋向陆地生活的开端，并进一步进化为较高等的爬行动物。迷齿类最早出现于泥盆纪晚期，石炭纪及二迭纪大量发展，三迭纪逐渐衰亡。我国山西、新疆三迭系均发现迷齿类散碎骨片化石。


迷齿类（虾蟆龙）

【坚头类】　Stegocephalia　“ 迷齿类 ” 头部覆有坚硬的骨甲，故又名坚头类。参见“ 迷齿亚纲 ”。

【玄武蛙】　Rana basaltiea 两栖纲、无尾目、蛙科的一种。化石产于我国山东临朐山旺中新统，为一连同皮肤印痕保存相当齐全的标本。外形与现代蛙相似，头骨为三角形，头长比头后端的宽度为长。脊椎 9 个，第二个脊椎有很强大的上副突。胫腓骨稍长于股骨。共生者尚有蝌蚪化石。蛙类化石在我国上新统及更新统均有发现。


玄武蛙

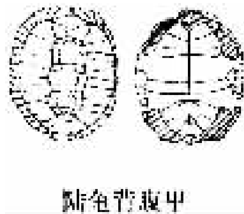
【蜥螈】　Seymouria　是产于北美下二迭统上部的一种小型四足类。头骨及牙齿特征与两栖类相似，但又具有很多爬行类的特征，如脊椎的神经弧宽大，间椎体退化成小的楔形骨，肩带中的间锁骨有一个长的中央骨干，肠骨扩张，具有两个荐椎，趾骨排列特征也与早期爬行类相似，故蜥螈为两栖类与爬行类之间的过渡类型。现将其归入两栖纲，也有仍列为爬行纲者。

【爬行纲】　Reptilia　脊椎动物亚门的一纲。陆生脊椎动物，也有终生生活于水中者，但均以肺呼吸，无变态。心脏具二心耳和二心室，但心室分隔不完全。变温。头骨较高，无耳凹，具一个枕髁。脊椎骨的椎体发育完全，间椎体退化。荐椎 2—8 个，肩胛骨及乌喙骨发育，肩带的其他部分退化。卵生，卵具羊膜、尿囊，可产于陆地。爬行纲的分类，意见分歧，目前多根据头骨侧部或顶部容纳颞肌的颞颥孔的有无及其位置和数目分为无孔亚纲，下孔亚纲、调孔亚纲及双孔亚纲，也有将双孔亚纲分为鳞龙亚纲及初龙亚纲者。最早出现于石炭纪，繁盛于中生代，属种极多，现代只残存有龟鳖目、鳄目、有鳞目及喙头目。

【无孔亚纲】 Anapsida **又称“缺弓亚纲”，爬行动物纲中的原始类群。其头骨后部无颞孔。包括杯龙目（**Cotylosauria**）。龟鳖目（**Chelonia**）和中龙目（**Mesosauria**）。杯龙类为爬行动物中最原始的类型，形体粗笨，四肢短粗，颈部不显著。头骨很少退化，无颞孔。膜骨性肩带保全完好，匙骨发育。脊柱神经弧粗大，椎体圆柱形，中为脊索贯穿，还保存有新月形的退化的间椎体。最早发现于石炭纪，至三迭纪绝灭。我国山西二迭纪石千峰龙（**Shihtienfenia**）和三迭纪新前棱蜥（**Neoprocolophon**）均属于此目。龟鳖目是爬行类中具坚厚甲壳、延续至现代的少数类群之一。中龙类是一种小型淡水生活的爬行动物，具伸长的颌，细长而尖锐的牙齿。具长尾和宽阔的挠足。肩带及腰带细弱。由于头骨保存不好，颞孔保存不好，暂置于无孔亚纲中。只有中龙（**Mesosaurus**）一属，发现于非洲及南美洲的二迭纪地层中，常被引为大陆飘移的证据。**

【缺弓亚纲】 即“无孔亚纲”。

【龟鳖目】 Chelonia **爬行纲中特殊的一目。体圆而扁，包在背甲与腹甲之中，颈、尾和四肢也可缩进甲内。一般都是背甲及腹甲保存成化石，头骨及其他骨骼化石较为少见。背甲隆起，腹甲平坦。龟类背甲及腹甲都分为内、外两层，外层由若干角质板组成，内层由若干骨质板组成，各按一定次序排列。骨质板之间为锯齿状缝合，而相邻角质板则以平滑的沟纹相接。鳖类只有骨质板而无角质板。龟类化石最早出现于二迭纪，晚侏罗世以后繁盛；鳖类化石最早见于侏罗纪，第三纪很多。现生龟鳖类多分布于热带及温带地区，生活于淡水、海水，或陆地生活，以植物或小动物为食。我国晚侏罗世、白垩纪及新生代地层中均产有龟鳖类化石，如四川上侏罗统的蛇颈龟（**Plesio-chelys**）、中国古鳖（**Sinaspideretes**），始新世的无盾龟（**Anosteira**）以及新生代地层中广泛分布的陆龟（**Testudo**）等。**


陆龟背腹甲

【下孔亚纲】 Synapsida **又称“单弓亚纲”，似哺乳爬行动物也指此类。头后部具一颞孔，眶后骨及鳞骨均构成颞孔的仁缘，后期进步类型的颞孔不断扩大，以致顶骨亦参与构成颞孔上缘。下孔类头骨数目减少，但有松果孔。牙齿有分化趋势，后期有高度特化的齿型。中耳位置低，靠近颌骨的关节部分。下孔类的原始类型与杯龙类接近，进步类型则趋近于哺乳动物。包括特征相差悬殊的二个目：盘龙目（**Pelycosanra**）是下孔类的原始类群，生存于石炭纪晚期至二迭纪早期，多见于北美，少数发现于南非及欧洲；兽孔目（**Therapsida**）是下孔类中向哺乳动物方向发展的进步类群，最早出现于二迭纪，繁盛于二迭纪和三迭纪，侏罗纪早期灭绝。我国兽孔目化石有卞氏兽、吉木莎尔兽、付肯氏兽等。**

【单弓亚纲】 即“下孔亚纲”。

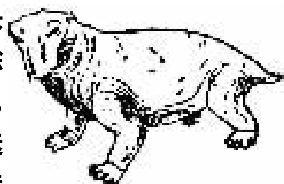
【似哺乳爬行动物】 mammal－like reptiles 即“下孔亚纲”的通称。

【卞氏兽】 Bienotherium 近似哺乳动物的一种古爬行动物。牙齿已初步分化，身体骨骼上也有许多与哺乳动物相似的性质。但下颌骨不是由单一的齿骨组成，仍有关节骨与上隅骨的残余，这一点又与哺乳动物不同，而显示了爬行动物的特征。故认为卞氏兽属于由爬行动物演化到哺乳动物的一类未成功的分支。化石产于我国云南禄丰下禄丰群。


卞氏兽头骨

【二齿兽科】 Dicynodontidae 爬行纲、兽孔目的一科。身体宽而短，头大，颈及尾均短。除少数原始类型尚有一小些牙齿外，仅雄性上颌骨上有两个大牙，故名二齿兽。头骨前部及下颌骨狭窄，呈喙状，盖有角质。生活于池沼低地，以植物为食。是二迭纪晚期最普通的爬行动物，早三迭世即大批死亡。我国新疆上二迭统产出的二齿兽（Dicynodon）、吉木莎尔兽（Jimusaria）等均属此类。

【水龙兽科】 Lystrosauridae 爬行纲、兽孔目的一科，是一类水中生活的似哺乳动物的爬行动物，故名水龙兽。大小似狗，四肢及尾均短。头骨较高，头顶与吻部之间成角度弯曲，鼻孔位置很高。口内除在上颌相当犬齿的部位长有两个大牙外，没有其他任何牙齿，故属二齿兽类。成群地生活于湖泊水中，以植物为食。早三迭世，分布于亚洲、南非及南极等地。我国新疆下三迭统产有赫氏水龙兽（Lystrosaurus hedini）、杨氏水龙兽（Lystrosaurus youngi）等。

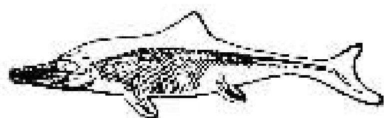

水龙兽

【调孔亚纲】 Euryapsida 又称“阔弓亚纲”，也称“混龙类”（Synaptasauria）在头骨顶面具一个颞孔，眶后骨及鳞骨构成其下界。主要为海生爬行动物，包括原龙目、蜥鳍目、幻龙目、蛇颈龙目、□齿龙目等。最早出现于二迭纪的原龙目（Protorosauria）。是调孔类的祖先类型，为陆生种类，数目不多。中生代极为繁盛的海生调孔类为蜥鳍目（Sauropterygia），一般身体扁平，颈部及尾部较长或很长。早期类型尚具陆栖爬行类四肢骨的特征，但一般缩短变宽，可能以趾间之蹼司游泳。后期则四肢成为挠足状，肩带、腰带之腹面部分极发育。幻龙目（Nothosauria）主要生活于三迭纪，为半海生动物，有时可在岸边活动，我国贵州龙（Keichowlsaurus）为其代表。蛇颈龙目（Plesiosauria）多生活于侏罗纪及白垩纪，其身体结构完全适应于海生生活，体躯变短，颈部伸长，颈椎最多可达60余个，头小。四肢挠足状，趾骨数目加多，成为短柱状。在中生代末期极为繁盛，有长颈及短颈两种类型。我国发现化石不多，以四川侏罗纪的威远中国上龙（Sinopliosaurus weiyuanensis）为代表。另有三迭纪的循齿龙目（Placodontia），体躯特化，生活于滨海浅水中。体粗壮，颈、尾均短，四肢挠足状。牙齿特化，前部牙齿水平状向外伸，其余牙齿呈宽大的磨石状，适于采食底栖介壳类。我国尚未发现□齿龙类化石，欧洲晚三迭世的无齿龙（Henodus）极特化，体外被有硬甲。也有将鱼龙类亦置于调孔亚纲中。

【阔弓亚纲】 即“调孔亚纲”。

【上孔类】 Parapsida 曾列为爬行动物之一亚纲，头骨顶部有一颞孔，位于后额骨及上颞骨的上方。过去认为鱼龙类具这种型式的颞孔，近年对颞部保存完好的鱼龙化石进行研究，发现并不存在这种颞孔类型。鱼龙类或列为独立的鱼龙亚纲，包括鱼龙目（Ichthyosauria），或作为一个目列入调孔亚纲。

【鱼龙目】 Ichthyosauria 中生代的海生鱼形爬行动物，为爬行纲的一目。为适应于海中游泳生活，身体高度特化成纺锤形，与鱼相似。一般长 2 米，大的可达 10 余米。眼大，吻部特长，牙齿尖锐，多而大。四肢已变成适于游泳的桨状。尾鳍大，似鱼尾，但尾椎骨向下弯。卵胎生。以鱼类及其他动物为食。始见于三迭纪，侏罗纪最盛，白垩纪末灭绝。我国上、中、上三迭统均发现有鱼龙化石，其中产于安徽巢县下三迭统的巢湖龙（Chaohusaurus）是目前已知鱼龙中最早出现的一属，贵州茅台中三迭统产有混鱼龙（Mixosaurus）。近年，西藏高原综合考察队在西藏珠穆朗玛峰海拔 4800 米的聂拉木县土隆上三迭统发现了体长 10 米多的喜马拉雅鱼龙（Himalayassurus），这是世界上海拔最高的脊椎动物化石产地，共生的还有鲨鱼和无脊椎动物化石。珠穆朗玛峰这些海生动物化石的发现，证明今日的世界屋脊，在约一亿八千万年前的晚三迭世却是一片海洋。



喜马拉雅鱼龙

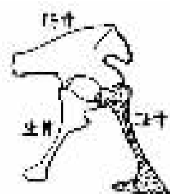


鱼龙复原图

【双孔亚纲】 Diapsida 爬行动物中种类最多的一个亚纲，头骨顶面及侧面各具一个颞孔，为眶后骨及鳞骨所隔开。双孔亚纲内的各类爬行动物，除均具两个颞孔外，其他特征差别均较大。可再分为两大类：①鳞龙类（Lepidosauria），为原始种型，体外具鳞片，包括 a. 始鳄目（Eosuchia）发现于二迭纪，绝灭于新生代初，只有少数代表；b. 喙头目（Rhynchocephalia）繁盛于三迭纪，目前只有一个种生活于新西兰的几个岛屿上。我国有产于辽宁凌源九佛堂组的东方喙龙（Rhynchosaurus orientalis）；c. 有鳞目（Squamata）又称蛇蜥目，包括蜥蜴类及蛇类，现代种约 6000 余。化石最早见于侏罗系中。由于头骨中的一些成分退化，蜥蜴类头骨上一般只有一个颞孔。我国蜥蜴类化石较多，如汉江蜥（Hanosaurus）、矢部蜥（Yabeinosaurus）等；蛇类化石则有山东临朐山旺中新统的硅藻中新蛇（Mionatrix diatomus）。②初龙类（Archosauria），为中生代最繁盛的爬行类，亦称“统治爬行类”。头部具两个颞孔及眶前孔，无松果孔。有些向两足行走方向发展。牙齿生于颌骨的齿槽内，名槽生齿。初龙类可分为五个目：a. 槽齿目（Thecodontia）；b. 鳄目（Crocoditia）；c. 蜥臀目；d. 鸟臀目；e. 翼龙目。蜥臀目及乌臀目通称恐龙，生存于中生代。鳄目最早见于三迭纪，是初龙类中能延续至今的惟一代表。槽齿目为原始的三迭纪初龙类，可能是其他初龙类及鸟类的共同祖先，其中的假鳄类（Pseudosuchia）化石在我国三迭纪地层中较多。

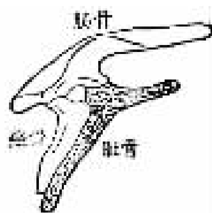
【恐龙】　Dinosaurs　**中生代陆生爬行动物的一类，为爬行纲蜥臀目（Saurischia，又称蜥龙类）和鸟臀目（Ornthischia，又称鸟龙类）的通称。体多巨大，大者重达40—50吨，长20—30米，故原名意为恐怖的蜥蜴，而译为恐龙。但并非所有的恐龙都是巨大而凶猛，有的却体小如鸡。脊椎除体躯前部为后凹型外，一般为平凹到双平型。腰带三射式（蜥臀目）或为四射式而与鸟类相似（鸟臀目）。四足行走或后足行走。生活于陆地或湖沼中。除蜥臀目的兽脚类（Theropoda）为肉食类外，其余均以植物为食。中生代极为繁盛，白垩纪末灭绝。我国恐龙化石极为丰富，化石产地几乎遍及全国，是世界上产恐龙化石的重要地区之一，著名的禄丰龙、马门溪龙、青岛龙等均是。**

【蜥臀目】　Saurischia　**双孔类爬行动物的一目，与鸟臀类一起被统称为恐龙类。其腰带骨骼三射式排列，似蜥蜴类，故名。**



蜥臀目三射式骨盆

【鸟臀目】　Ornithischia　**双孔类爬行动物的一目，与蜥臀类一起被统称为恐龙类。其腰带骨骼四射式排列，有如鸟类，故名。**



鸟臀目四射式骨盆

【禄丰龙】　Lufengosaurus　**爬行纲、蜥臀目的一属，因化石首次发现于我国云南禄丰而得名。体高约2—3米，长4—5米。头小。牙少而扁平，有的成粗大的锯齿状。颈部很长，尾大而长，尾椎骨45个或稍多。前肢特短，后肢长大，用后足行走。主要以植物为食。产于我国云南禄丰下禄丰群。**



禄丰龙

【马门溪龙】 Mamenchisaurus 爬行纲、蜥臀目的一属。已知有二个种，一为发现于四川宜宾马门溪的建设马门溪龙（Mamenchisaurus constructus），身长约13米，高约3 米；一为发现于四川合川的合川马门溪龙（Mamenchisaurus hochuanensis），身长22米，体高3.5米，是迄今为止在我国发现的最大的蜥臀目化石。马门溪龙头小，长不到半米，颈长，四足行走，后肢比较瘦小。生活于湖泊沼泽地带，大部分时间生活在水中，以植物为食。产于我国四川合川、宜宾及甘肃永登上侏罗统。



马门溪龙

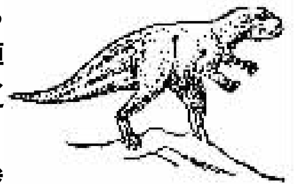
【霸王龙】 Tyrannosaurus 是已知最大的食肉恐龙之一，为爬行纲、蜥臀目、兽脚亚目的一属。身长约13米，体重6—8吨。头大颈短，颌骨甚长，牙齿锐利，前肢纤小，后肢粗壮，用于行走。产于北美上白垩统。



霸王龙

【鸭咀龙科】 Hadrosauridae 爬行纲、鸟臀目、鸟脚亚目的一科。头部长而扁，颌前部扁平似鸭咀，故名鸭咀龙。颌的每侧都有很多平行纵列的叶状牙齿。头骨平坦或具冠状突起，据之可以分为平头及带棘的两大类。前肢短小，后肢粗壮，用以站立和行走。生活在湖沼地区的水中和岸边。以植物为食。繁盛于白垩纪晚期，种类很多，分布甚广，白垩纪末即灭绝。我国鸭咀龙化石十分丰富，在山东、内蒙等地发现的青岛龙（Tsintaosaurus）、巴克龙（Bcctrosaurus）等均属此类。1964年8月在山东诸城县上白垩统中发现的巨型山东龙（Shantungosaurus giganteus）从脚趾到头顶高达8米，从咀至尾长达15米，是目前世界上已发现的最高大的鸭咀龙。

【鹦鹉咀龙】 Psittacosaurus 爬行纲、鸟臀目、鸟脚亚目的一属。是身体很小的恐龙，大小与家犬相似。头骨短，宽而高，吻尖，具角质喙，向下弯曲，很象鹦鹉的咀，故名。两足行走，陆地生活，以植物为食。亚洲早白垩世地层中分布很广。我国山东、内蒙、辽宁等地均有产出。



鹦鹉咀龙

【青岛龙】 Tsintaosaurus 爬行纲、鸟臀目的一属。是我国解放后最早发现的完整恐龙骨架，化石发现于青岛附近，故名青岛龙。体长6.6米，身高4.9米。头骨鼻部向上向前伸出一长棘。前肢短小，后肢粗大，主要以后肢行走。尾长。以植物为食，两栖习性，生活于池沼湖泊及沿岸地带。产于我国山东莱阳上白垩统。

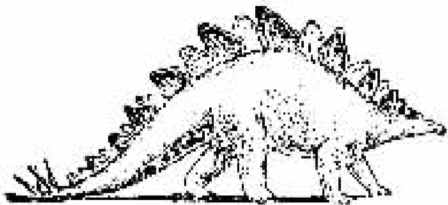


青岛龙

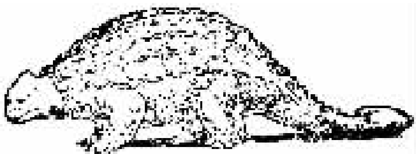
【角龙亚目】　Ceratopsia　爬行纲、鸟臀目中分布于晚白垩世的一类，也是恐龙中最晚发展的一支。头骨大，几等于身长的 1/3－1/4，头后部向后扩张形成一宽大带孔的襞状部，可掩盖颈部至肩胛部分。吻部尖，具角质喙，似鹦鹉咀状。早期代表为原角龙（Protoceratops），体型小，头上无角，鼻部有突起。晚期种类体形增大，长可达 8 米，头上有角，角的数目不等，生长部位也有不同，如独角龙（Monoclonius）、三角龙（Triceratops）、五角龙（Pentaceratops）等。四足行走，前肢稍短，以植物为食。产于亚洲、美洲上白垩统。我国内蒙上白垩统发现有安氏原角龙（Protocera topsandrew-si）。


安氏原角龙

【剑龙亚目】　Stegosauria　爬行纲、鸟臀目的一亚目。体高而窄，头小颈短，肩部很低，背部弓起，四足行走，前肢短于后肢，足短而宽。背脊中央自颈部直至尾部有两列骨质板，尾端有骨质刺棒，用于自卫。侏罗纪至早白垩世，亚洲、北美、欧洲及东非均有产出，如北美上侏罗统的剑龙（Stegosaurus）、我国四川上侏罗统的嘉陵龙（Chialingosaurus）均属此类。


剑　龙

【甲龙亚目】　Ankylosauria　爬行纲、鸟臀目的一亚目。头较大，宽而短。全身被以由骨板组成的骨甲，故名甲龙。躯体两侧有骨质刺棒。体态笨重，四足行走，后肢较大。牙齿退化，以植物为食。仅见于白垩纪，分布于亚洲、欧洲及美洲。我国内蒙、甘肃等地白垩系产有此类化石。


甲　龙

【恐龙蛋】　Dinosaurian eggs　恐龙类产的卵具有坚厚的外壳，易保存为化石，即为恐龙蛋。蛋为卵圆形，常整窝保存。我国山东莱阳、广东南雄、江西赣州等地白垩纪地层中均发现有丰富的恐龙蛋化石。山东莱阳的恐龙蛋化石可分为两种，一为短圆蛋（Oölithes spheroides），蛋形短圆，长径为 80—95 毫米，短径为 60—74 毫米，壳厚 2—3 毫米，壳面具小丘状的凹凸。一为长形蛋（Oölithes elongatus），蛋形长而扁，一端钝，一端略尖，长径可达 170 毫米，短径约为 60 毫米，壳厚 1—2 毫米，壳面粗糙，具虫条状刻纹。江西赣州发现的恐龙蛋化石，有一窝共 24 枚，分为三层，作椭圆形的圆圈呈放射状排列。


一窝长形蛋

【翼龙目】 Pterosauria **俗称“飞龙”，侏罗纪至白垩纪具翼而能飞翔的爬行动物。前肢已变成用于飞行的膜状翼，由前肢第四指加长与腹侧延伸出的薄膜相连而成，第五指消失，其余三指很小，前端有爪。骨骼中空而轻。头骨低平而长尖，骨片数目少而愈合，并构成许多孔。眼眶骨大。咀很长，绝大多数种类具锥形齿。胸骨发育。根据尾的发育情况可分为两大类：即长尾的喙咀龙亚目（**Rhamphorhynchoidea**）及短尾的翼手龙亚目（**Pterodactyloidea**）。翼龙仅具膜状翼，翼虽长大，但其间无骨骼支撑，故还不能作远距离飞行，仅能在海边、湖边翱翔，以鱼类等为食。过去国外根据翼龙化石产于海相地层中，因而认为仅生活于海边。**1963 **年在我国新疆乌尔禾地区下白垩统中发现的准噶尔翼龙（**Dsungaripterus**），共生化石有鳄类、恐龙类、龟鳖类和淡水软体动物等，证明早白垩世当地为一湖泊，准噶尔翼龙即生活于该区，从而打破了翼龙仅生活于海边的偏见。除新疆外，我国山东、内蒙等地下白垩统中亦均发现有翼龙化石的零星材料。**


准噶尔翼龙

【飞龙】　即“翼龙”的俗称。

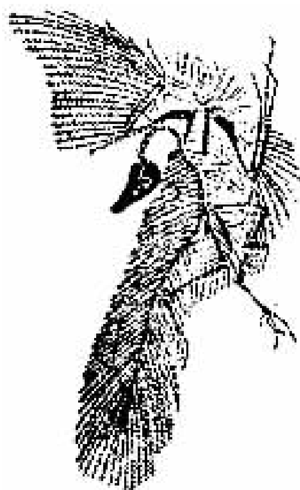
【鸟纲】 Aves **脊椎动物亚门的一纲。体被羽毛，恒温，卵生。前肢翼状，偶有退化者。多善飞翔。心脏具二心室二心耳。骨壁较薄，骨内常具空隙，内充气体，以利飞翔。鸟类种属很多，遍布全球。最早的化石发现于侏罗纪。由于其营飞翔生活和骨骼较脆弱，故不易保存化石，完整化石则更少。可分为两个亚纲：①古鸟亚纲（**Archaeornithes**），只包括始祖鸟（**Archaeopteryx**）一属。②新鸟亚纲（**Neornithes**）包括白垩纪到现代的所有化石和现生鸟类。其头部骨骼愈合，颞孔退化。骨盆和荐椎愈合成为整体，胸骨发达，为强大胸肌的支点，前肢骨愈合，长的尾骨退缩。新鸟亚纲再分为：**a. **齿颌超目（**Odontognathae**）为白垩纪的一些有牙齿的鸟，如黄昏鸟（**Hesperornis**）。过去认为鱼鸟（**Ichthyornis**）亦属此类，近来发现它的颌骨上并无牙齿。**b. **古颌超目（**Palaeognathae**）包括鸵鸟（**Struthio**）等一些善走而不能飞的鸟类，它们翼部退化，胸骨无龙骨突起，故又称平胸类（**Ratitae**）。我国北方第四纪土状堆积中多处发现鸵鸟骨骼或鸵鸟蛋化石。**c. **今颌超目（**Neognathae**）为鸟纲中最大的一个超目，共分 **24 **目 **174 **科，**


山东鸟

胸骨具龙骨突起，翼部发达，又称突胸类（Carinatae**）。过去周口店、河套等地曾发现一些鸟类骨骼化石，近年内蒙发现有松鸦（**Garrulus**）蛋化石，青海发现有雀形类鸟羽，而山东发现的中新世雉科化石——山旺山东鸟（**Shandongornis shanwanensis**）为目**

前我国发现的保存最好的鸟类化石。

【始祖鸟】 Archaeopteryx 最早的鸟类化石，最初发现于德国上侏罗统，大小如乌鸦，体外被有羽毛，前肢已变为翼，有由锁骨愈合形成的叉骨，耻骨向后伸长，足具四趾，这些特征与鸟类相似。但始祖鸟却又具有由多节尾椎组成的长尾、双凹形椎体、胸骨不发达、没有龙骨，骨骼本身没有气窝，颚上有齿，己变成翼的前肢上还有三个分开的指骨，尖端具爪等，这些特征又不同于鸟类而与爬行动物相似。故始祖鸟是爬行动物演化到鸟类的过渡类型，为现代鸟类的祖先，代表了脊椎动物由陆地向空中发展的一支。始祖鸟具有较发育的羽毛及翼，已是温血动物，但从其骨骼特点来看还是一种飞行能力较低，仅能在树枝间滑翔的原始鸟类。



始祖鸟

【鸵鸟蛋】 Struthio eggs 鸵鸟的卵化石，我国北方更新统中常有产出，分布很广，安徽等地也有发现。尤以产于更新世黄土中的安氏鸵鸟蛋（Struthio anderssoni）为常见，蛋化石呈椭圆形，长径 167—193 毫米，短径 135—155 毫米，蛋壳厚 2—2.6 毫米，多为浅黄色，壳面光滑，或因溶蚀而呈粗糙状。有时能与蛋化石一起发现鸵鸟的骨骼化石。

【哺乳纲】 Mammalia 脊椎动物亚门最高等的一纲。体一般分为头、颈、躯干、尾和四肢五部分，外被毛发，恒温，大多胎生，以乳汁哺育幼兽。牙齿分化为门齿、犬齿、前臼齿和臼齿，有的齿退化。中耳内有三块小骨（镫骨、砧骨、链骨）。下颌骨由单一的齿骨组成。肠骨、坐骨、耻骨愈合成单一的髋骨。最早发现于三迭纪，新生代后极为繁盛，化石种类极多。目前可分为①始兽亚纲（Eotheria）为三迭纪及侏罗纪非常原始的哺乳动物，包括梁齿目（Docodonta）和三锥齿兽目（Triconodonta），我国云南禄奉三迭纪地层产中国锥齿兽（Sinoconodon）即属此类。②原兽亚纲（Prototheria）仅包括单孔目（Monotremata），以现生鸭嘴兽类为代表，化石也不多，只见于更新世。均分布于大洋洲。③异兽亚纲（Allotheria）为哺乳动物早期进化的一个旁支，只包括多

瘤齿兽目（Multituberculata），生存于侏罗纪至始新世。近来在我国内蒙四子王旗发现的古新世斜剪齿兽（Lambdopsalis）属之。④真兽亚纲（Theria）包括现代有胎盘哺乳动物，有袋哺乳动物及其祖先类型。它再分为 a. 古兽次亚纲（Pantotheria），又称三尖齿兽类（Trituberculata），为真兽类的祖先类型。古兽目（Pantotheria）是生存于中侏罗世到早白垩世的早期真兽类。我国辽宁侏罗纪的满洲兽（Manchurodon）属于古兽次亚纲的对齿目（Symmetrodonta），它们是古兽类发展进化过程中的旁支。b. 后兽次亚纲（Metatueria）由各种有袋哺乳动物组成，包括有袋超目（Marsupialia）的几个目。它们在大洋洲和南美洲占居不同的生态带，与旧大陆的有胎盘类有着相似的辐射适应及趋同。c. 真兽次亚纲（Eutheria）为化石及现生有胎盘哺乳动物，共有近 30 目（3000 余属）。

【远藤兽】 Eadotherium 哺乳纲中接近于真兽亚纲祖先类型的一属。化石采自我国辽宁阜新东北约 10 公里之新邱煤矿晚侏罗世或早白垩世地层中，共生的还有狼鳍鱼和蜥蜴化石。标本仅为一下颌残段，带有第一至第三臼齿，全长不超过 2 厘米，下臼齿三角座高，跟座很低，由三个大小相等的尖组成，是我国目前已经发现的惟一中生代的接近于真兽亚纲祖先类型的化石，也是世界上少数几个时代最老的这类化石之一，具有较高的科学价值。目前对它的分类位置和时代还有不同意见。

【□兽目】 Anagalida 哺乳纲、真兽亚纲的一目，是有胎盘哺乳动物中较原始的一目，外形上介于啮齿类、兔形类和食虫类之间。个体小，最大者如兔，头骨及牙齿均保留了一些共同的原始特征。过去曾分属不同的目，后来根据它们具共同的特点而□为独立的目。根据最早的□兽属（Anagale，曾译为安格勒兽）建立，因其分布限于亚洲故译为“ 狂兽 ”。始见于白垩纪，古新世种类繁多，至渐新世初期已绝灭，产于我国及蒙古人民共和国境内。共包括五个科：①强棱齿兽科（Zalambdalestidae）是最原始的小型□兽类，与食虫类接近，②□兽科（Anagalidae）是形态上接近树□的动物。③假古晴科（Pseudictopidae）大小似兔，是狃兽中个体较大的一类。④宽白兽科（Eurymylidae）是形态上接近啮齿类的一类。⑤拟兔科（Mimotonidae）齿式与兔形目近似，但头骨和颊齿结构和兔形目又很不相同。

【兔形目】 Lagomorpha 哺乳纲、真兽亚纲的一目，是小型草食哺乳动物。上颌具二对门齿，一对较大，另一对较小，位于较大门齿后面，下颌颌具一对门齿。后肢长而发育，善跳跃，尾退化。颊齿高冠，具横棱脊型花纹。因其上颌具二对门齿，故曾名双门齿类。过去曾将其置于啮齿目中称双门齿亚目，而将鼠类称为单门齿亚目。但二者差别很大，某些近似之处是适应于啮咬而形成的适应趋同，故现已分为独立的两个目。我国内蒙发现兔类化石不少。

【双门齿类】 Duplicidentata 即“兔形目”。

【啮齿目】 Rodentia 哺乳纲、真兽亚纲的一目，多为小型哺乳动物，包括松鼠、豪猪、河狸、家鼠等。是哺乳动物中分布最广、种类及个体数目都最多的一类。上、下颌各具一对终生生长的长门齿，门齿前缘有一条硬的釉质层。侧门齿、犬齿、第一、第二前臼齿（有些甚至包括第三前臼齿）退化。颊齿高冠，表面具复杂釉质褶皱。由于只具一对门齿，故又名单门齿类，其分类位置尚无公认的一致意见。化石很多，但研究不够。有些啮齿类化石在划分我国上新世及更新世地层时有一定意义。

【单门齿类】 Simplicidentata 即“啮齿目”。

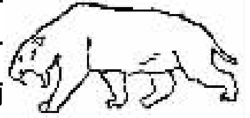
【肉齿目】 Creodonta 哺乳纲、真兽亚纲的一目。过去曾作为肉食目的一个亚目，近年来已将其独立为一个目，对其组成成员亦有较大调整。肉齿类头骨低，脑颅小。臼齿三尖式，不同种类中不同的臼齿常特化为可用于切割的片形（裂齿）。无骨化的听囊。四肢较短而粗壮，趾的末端具爪，尾长。目前分为二个亚目，三角齿兽亚目包括三角齿兽类和双尖兽类；鬣齿兽亚目包括鬣齿兽类和牛鬣兽类。鬣齿兽类的第二上臼齿和第三下臼齿形成裂齿，牛鬣兽类的第一上臼齿和第二下臼齿形成裂齿。肉齿类最早出现于白垩纪晚期，如蒙古人民共和国的三角齿兽（Deltatheridium），大部分绝灭于始新世，鬣齿兽可延续到上新世早期。过去曾列入肉齿类的中兽类（Mesonychid）和熊犬类（Arctocyonid）现已归属于踝节目（Condylartha）。由于其科的组成变化较大，亦有人主张废弃肉齿类一名，而改称三角齿兽目（Deltatheridia）。

【食肉目】 Carnivora 哺乳纲、真兽亚纲的一目。肉食性哺乳动物，趾端具利爪。第四上前臼齿和第一下臼齿发育成裂齿，最早见于古新世，现代仍极为繁盛。有些次生性的适应于海中生活，称为鳍脚亚目（Pennipedia），其四肢呈鳍足状，身体呈流线型，有可伸缩的颈部。无尾鳍，后鳍足起尾鳍作用。牙齿变化较大，多为锥形。自中新世出现。其余陆生食肉哺乳动物则组成裂脚亚目（Fissipedia），由三大类组成：①古猫兽超科（Miacoidea）为古新世至始新世的古老肉食类，头骨低、四肢短、长身、长尾，与肉齿目很相似，但其脑大而发达，裂齿前移，最后一个上臼齿消失等都是食肉目的典型特征。我国内蒙等地有这一类化石。②狗形超科（Canoidea）包括狗科、熊科、熊猫科、浣熊科和鼬科，均是比较不特化的食肉哺乳动物，有些已具杂食性，如熊；甚至基本素食，如大熊猫。③猫形超科（Feloidea）包括灵猫科、鬣狗科和猫科，它们身体灵巧，善跳跃及攀爬，裂齿发达，其后的臼齿渐退化。

【鬣狗】 Hyaena 属哺乳纲鬣狗科，体形似狗，但颈部具鬣毛，后肢较前肢短而弱，以动物尸体为食，多夜间活动。其裂齿（上第四前臼齿及下第一臼齿）发达。鬣狗皮毛上具暗色条纹，现代产于非洲和亚洲，我国更新世早期及中期发现极多。更新世中晚期发现较多的是鬣狗科中的另一属，其毛皮具暗色斑点，现代只生于非洲，名斑鬣狗或缟鬣狗（Crocuta）。

【斑鬣狗】 Crocuta 又称缟鬣狗属，哺乳纲，鬣狗科。其外形与鬣狗相似，唯毛皮具暗色斑点为其特征，现代只分布于非洲，更新世中晚期在我国发现较多的是最后斑鬣狗（Urocuta ultima），北部尚有洞穴斑鬣狗（Crocutaspelaea）等，但以前者分布较广泛。过去化石鉴定中，曾将最后斑鬣狗（Crocuta ultima）与鬣狗（Hyaena）混用，近来已纠正。

【剑齿虎亚科】 Machairodontinae 哺乳纲、真兽亚纲、食肉目的一亚科，与虎近似。上、下颁骨张开可达 90°，上犬齿特别发达，扁平而尖锐，有的边缘呈锯齿状，齿冠高，可达 5—6 厘米。中新世至更新世，广泛分布于亚洲、欧洲、非洲及北美。我国河北、河南、山西、云南等地上新统及下更新统中化石很多。



剑齿虎

【大熊猫】 Ailuropoda 哺乳纲、真兽亚纲，食肉目的一属。体形似熊，但头部较圆，吻部和鼻部较短，又与熊不同。牙齿宽大，多瘤状，前臼齿复杂，臼齿低冠，齿带发达，第一上臼齿方形，第三上臼齿长三角形，下臼齿的跟座有许多成泡沫状的瘤状尖。主要以嫩竹为食。化石分布于亚洲更新统，是广布于我国南方各省第四纪洞穴堆积中大熊猫剑齿象动物群的主要成员，现仅分布于我国四川、陕西及甘肃省内狭小地区。

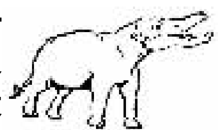
【古有蹄类】 Archaic Ungulate 哺乳动物中有蹄类的一个早期类群。包括：①躁节目（Condylartha）为有蹄类的祖先类型，包括自肉齿类移入的熊犬类、中兽类和原属躁节日的伪齿兽、下齿兽和褶齿兽等。近年我国发现这一目的化石很多。②钝脚目（Amblypoda）是早第三纪大型有蹄类，其中全齿亚目（Pantodonta）在我国早第三纪地层中有不少化石代表，如著名的广东南雄古新统中的阶齿兽（Bemalambda）。近来不少研究者将恐角类（Dinocerata）列为钝脚类的一个亚目，也有人将焦兽类（Pyrotheria）及异蹄类（Xenungulata）列为钝脚目的两个亚目。③南美有蹄目（Notoungulata），④滑距骨目（Litopterna），⑤闪兽目（Astrapotheria）为繁盛于南美的有蹄类，它们在南美一直延续到更新世绝灭，⑥管齿目（Tubulidentata）。南美有蹄目的大多数代表发现于南美，但其最古老的化石却发现于我国南方和内蒙以及蒙古人民共和国的古新统，如安徽古新统的中国柱齿兽（Sinostylops）等。过去认为是孤立的早第三纪大型哺乳动物裂齿目（Tillodontia）具有与啮齿类近似的头骨和巨大的凿状门齿，骨骼苯重强壮，趾端具爪。过去曾认为可能与踝节类有关，但很可能它们与钝脚类有关。而中兽类有裂齿状臼齿等特点，显然与踝节类有着较大差异，而是暂时置入跸节类。

【恐角类】 Dinocerata 或称“尤因他兽类”，属哺乳纲、真兽亚纲，是第三纪初期的大型原始有蹄类。头骨顶上常有特殊的角状骨质突起，可多至 3 对。多具有一对长大的剑状犬齿，臼齿齿尖连成单一的“V”形脊。化石始见于东亚及北美上古新统，始新统以后即完全灭绝。我国新疆及江西等地上古新统中均有发现。如产于新疆吐鲁番上古新统的原恐角兽（Prodinoceros）等。

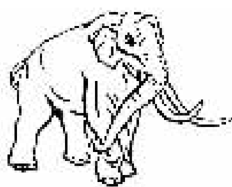
【尤因他兽类】 Uintatheres 即“恐角类”。

【次有蹄类】 Subungulata 哺乳动物中有蹄类的一个类群，它们可能在始新世前起源于北非的某一共同祖先，后来沿着不同的辐射适应方向发展而成为形态迥异的不同的目。包括：①长鼻目（Proboscidea）。②重脚目（Embrithopoda）以发观于埃及渐新统的惟一的重脚兽（Arsinoitherium）为代表。③蹄兔目（Hyracoidea）为小型草食有蹄类，近年我国山西发现上新蹄兔（Pliohyrax）。④海生的海牛目（Sirenia）和⑤发现于日本及北美太平洋沿岸的索齿兽目（Desmostylia）。其中以长鼻目化石最多，分布范围最广。可再分为：始祖象亚目（Moeritherioidea）只有始祖象一属为代表。恐象亚目（Dinotherioidea）以发现于欧洲中新世至更新世的恐象属为惟一代表，它们下颌前端向下弯曲成钩状并具向下弯曲的象牙。钝兽象亚目（Barytherioidea）也以北非始新世的钝兽象为惟一代表。真象亚目（Euelephantoidea）是真正的象类，根据下颌、大象牙及臼齿的特征一般分为嵌齿象超科（Gomphotherioidea）、乳齿象超科（Mastodontoidea）和象超科（Elephantoidea）。我国象化石很多。近年曾在甘肃发现黄河象完整骨架，黑龙江发现有猛犸象骨架。

【铲齿象】 Platybelodon 哺乳纲、真兽亚纲、长鼻目的一属。上颌骨前面部分宽扁，门齿退化。下颌骨接合部宽成长匙状，下颌骨与宽扁门齿连在一起形成方头铲形。颊齿为丘形——脊形齿。产于亚洲、欧洲中新统及北美上新统。我国内蒙、甘肃、陕西、宁夏等省中新统中均有化石发现。

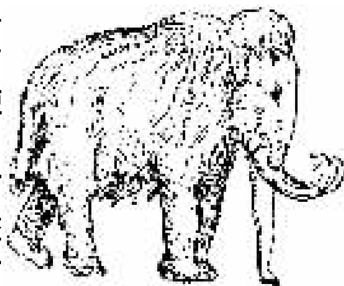

铲齿象

【剑齿象】 Stegodon 哺乳纲、真兽亚纲、长鼻目的一属。与现在的象类同属于真象科。上门齿长大，弯度很小。下颚短。臼齿低冠至半高冠。中间臼齿有6—11个横脊，最后一个臼齿有9—15个横脊。产于亚洲上新统至更新统。我国是世界上剑齿象化石种最多的国家，东方剑齿象是我国南方更新世大熊猫—剑齿象动物群的主要分子。1973年1月在甘肃合水县发现一具剑齿象化石，身高4米，体长8米，门齿长3.03米，是目前世界上已知个体最大、保存最完整的剑齿象化石，命名为黄河剑齿象，简称黄河象。


剑齿象

【黄河象】 又称“黄河古象”，为黄河剑齿象（Stegodon huanghoensis）的简称。参见“剑齿象”。

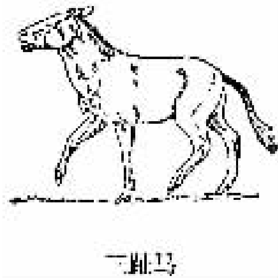
【真猛犸象】 Mammuthus primigenius 哺乳纲、真兽亚纲、长鼻目、真象科的一种。大小与近代象相似，是高度特化的真象类。体外被有长毛，故又名长毛象。头骨短而高，正面成弓形，侧视顶部成圆顶三角形，额部下凹，枕脊部凸起很高。门齿长大，强烈弯曲并旋卷，最长的可达5米。臼齿宽大，高冠，第三臼齿有“个齿板，排列整齐而紧密。时代为更新世晚期，可能到全新世初期。分布于亚洲、欧洲及北美阿拉斯加的寒冷地区，在西伯利亚北


真猛犸象

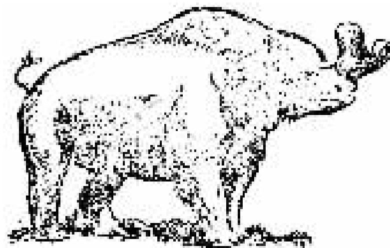
部冻土层中和北美阿拉斯加半岛都曾发现皮肉保存完好的个体。我国东北及内蒙更新统中也发现有真猛犸象化石。真猛犸象是我国东北地区更新世晚期动物群的代表动物，一般把这个动物群称为猛犸象动物群或猛犸象—披毛犀动物群。

【奇蹄目】　Perissodactyla　哺乳纲、真兽亚纲的一目，曾经是极为繁盛的大型草食有蹄类，最早出现于始新世，繁盛于第三纪中期，现今种类已大为减少。趾常为奇数，其前后肢拇趾退化，后肢第5趾亦退化；脚的中轴通过中趾。后趾踝部距骨的近端有一个滑车面，与胫骨相关节；远端为一平面。可分为三个亚目：①马形亚目包括雷兽超科和马形超科，我国内蒙老第三纪地层中有丰富的雷兽类化石。马类化石以北美最丰富。②角形亚目包括貘类和犀类。③爪脚亚目，又名爪蹄类或爪兽、抄犷，种类不多，但延续时间较长，自始新世至更新世。

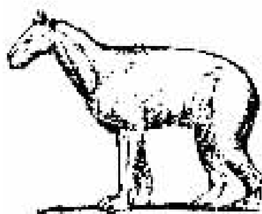
【三趾马】　Hipparion　哺乳纲、真兽亚纲、奇蹄目的一属。身体较现代马稍小。前后肢均各有三趾，中趾很粗，侧趾较小。生活于草原及湖沼地区。化石大量发现于欧洲、亚洲、非洲及北美的上新世地层中，非洲更新统中也有产出。我国华北上新统中化石很多。


三趾马

【雷兽科】　Brontotheriidae　哺乳纲、真兽亚纲、奇蹄目的一科。体形与现代的犀牛相近，鼻骨上多具骨质角。齿冠低，臼齿为丘一脊形齿，上臼齿外壁成“W”形，内侧有二个锥形尖，保持孤立，下臼齿由并列的两个宽“V”形脊组成。始新世至渐新世。广泛分布于亚洲及北美。我国始新统及渐新统中化石很多，如内蒙、河南、云南等上始新统的长鼻雷兽（Rhinotitan），内蒙渐新统的大角雷兽（Embolotherium）等。


大角雷兽

【爪蹄兽科】 Chalicotheriidae 亦称“□犷”。哺乳动物、真兽亚纲，奇蹄目的一科。是奇蹄目中惟一趾上有爪的一类。齿冠低，与雷兽相似，上臼齿外壁呈“W”形，但内侧两锥形尖分别与外壁相连成脊。下臼齿为双新月型，有分开的下后附尖。始新世至更新世，广泛分布于亚洲、欧洲、非洲及北美。我国渐新统至更新统中都有化石发现，如产于内蒙及河北中新统的巨爪兽（Macrotherium）等。



爪蹄兽

【□犷】 即“爪蹄兽”，参见“爪蹄兽科”。

【披毛犀】 coelodonta antiquitatus 哺乳纲、真兽亚纲、奇蹄目的一种。体披长毛，头具前后排列的双角，分别长在鼻骨与额骨上。门齿退化，臼齿齿冠高，外壁成波浪状。上臼齿成“π”型，二横脊很斜，彼此平行，前刺及小刺均发达。下臼齿前叶近方形，后叶成新月形，前叶比后叶长。生活于寒冷地区，产于亚洲、欧洲及北非更新统。我国北方上更新统化石很多。

【巨犀】 Indricotherium 哺乳纲、真兽亚纲、奇蹄目的一属。体格庞大，身高可达4—5米，为已知最大的陆生哺乳动物。头、颈及四肢均很长，头长1米多，但与躯干相比仍然较小。头上无角，有一对钝的门齿，臼齿低冠，呈简单的π形。以植物为食。产于亚洲、欧洲东部渐新统。最早和比较原始类型的化石发现于我国始新世地层中，我国内蒙、宁夏、及云南等地均有发现。

【偶蹄目】 Artiodactyla 哺乳纲、真兽亚纲的一目，草食，脚的中轴在第三和第四趾之间。具偶数趾，拇趾退化。距骨两端均具滑车面。偶蹄类是目前最繁盛的有蹄类，野生偶蹄类遍布除大洋洲以外的各个大陆。最早出现于始新世。偶蹄目的分类意见不一。一般分为①古偶蹄类或称古齿亚目，包括始新世和渐新世的一些早期偶蹄类，它们的距骨已具有两个滑车面。②猪形类，包括始新世到现代的猪形偶蹄类，脸部拉长，枕部高，臼齿齿冠釉质层具褶皱，磨蚀后成为复杂的花纹。旧大陆的猪形类犬齿长大而弯曲。我国中新世的利齿猪（Listrodon）即为其中的一属。新大陆的猪形类犬齿直立不卷旋，臼齿花纹较简单，现代的美洲猪称为西揣（Tayassu）。猪形类中有二类已绝灭的类群即始新世和渐新世早期的无防兽类和始新世到更新世的石炭兽类。前者只发现于欧洲而后者广泛分布于欧亚大陆。猪形类中最晚出现的是上新世到现代的河马类。它们可能起源于石炎兽类。③弯齿类，以限于欧洲的新兽类和限于北美的岳齿兽类为代表。岳齿兽类中的一部分，具爪而不具蹄，如郊猪。④骆驼类，虽然也具反刍的特性，但从其演化历史看，早已与其他反刍偶蹄类分开。其第三、第四掌、□骨已愈合为炮骨，但与

其他进步偶蹄类不同的是其下端分开尚未完全愈合。⑤反刍类包括鹿、长颈鹿、羊及牛等。最原始的鹿类多为无角的小型动物以古鼷鹿为代表。鹿类头部具骨质角，鹿角每年脱落，易保存为化石，角的特征为鉴定鹿类化石的重要依据。长颈鹿类与鹿类可能有共同祖先。它的角终生有皮肤覆盖。牛类是目前广泛分布而种类极多的反刍偶蹄动物。它们额骨上生有一对骨质角心，外被角质鞘，逐年增大而不脱落，只有角心附于头骨上保存为化石，角心的特征亦为牛类化石的重要鉴定依据。牛类包括牛、羚羊、羊等。

【石炭兽科】 Anthracotheriidae 哺乳纲、真兽亚纲、偶蹄目的一科。猪形，齿式完全。上臼齿一般都有 5 个齿尖，前面 3 个，后面 2 个。下臼齿唇面的齿尖成新月形，舌面的齿尖成锥形。前臼齿短，前面的三个构造简单，单尖。犬齿强大。一般为四趾。产于亚洲、欧洲、北美及非洲北部第三系中，生活于沼泽丛林地区，化石常在褐炭层中发现，故名石炭兽。我国北方及南方第三纪地层中均有发现，始新统中曾发现古老和原始的种类。

【古鼷鹿】 Archaeomeryx 哺乳纲、真兽亚纲、偶蹄目的一属。是反刍动物如鹿、牛，羊等的祖先类型。个体小，无角，四肢长，背脊弯曲，具长尾，臼齿由四个新月形小尖组成，前臼齿未臼齿化。尺骨、腓骨完整。前后足中有四枚分离的掌骨、□骨，中间的二枚稍长。产于我国内蒙、新疆、云南、广西等地上始新统。

【肿骨鹿】 Megaloceros pachyosteus 哺乳纲、真兽亚纲，偶蹄目、鹿科，大角鹿属的一种。头骨粗壮，下颌有明显肿厚现象。角甚粗壮，眉枝垂直扁平，主枝圆筒状，但远端呈掌状分叉，掌状面与眉枝成 45°夹角，或掌状面几乎平行于眉枝的面。臼齿大而低冠，为新月型齿。我国华北中更新统中化石很多。

【皇冠鹿】 Stephanocemas 哺乳纲，真兽亚纲、偶蹄目的一属。原始的鹿类，个体小。角呈掌状，成年的角具 6—8 个分叉，幼年与老年的较少，分叉从掌状的中心部分近水平伸出。角柄相当长，与掌状角的中心部分直接相接，无基节部。分布于亚洲及欧洲中新统。我国产于北方中新统上部。

古植物

【菌藻植物】 Thallophyta 低等植物，单细胞或单细胞集成群体，或为多细胞而无根、茎、叶的分化，形体多作叶片状，故亦称叶状体植物。大多生活于水中，类型很多，包括各种菌类和藻类。菌类大都是无叶绿素植物，多营腐生或寄生，细菌外形呈球状、杆状、螺旋状等，已发现的最早细菌化石距今约 32 亿年。粘菌和真菌种类虽多，但由于其不易保存，难于研究，目前在地层上的价值尚不大。藻类是含叶绿素和其他色素的低等自养植物，包括许多门，化石在元古代地层中即有发现，地层上有意义的有蓝藻、绿藻、轮藻、硅藻、甲藻和红藻等。地史上一些矿产的形成，如硫、硅藻土、石油以及一些铁、锰矿等都与菌藻类的活动有关。

【铁细菌】 iron bacteria 是一种能把水中可溶性铁转化成不溶性铁的细菌。铁细菌在生活过程中通过它分泌的酶的作用，能把二价铁氧化成三价铁，在合适条件下大量繁殖，随之而产生铁的氧化物的沉淀，数量非常可观。前寒武纪大气中含氧量适合铁细菌生长，那时全球性大量铁矿的形成与当时铁细菌的活动有着密切的联系。我国已在辽宁鞍山群条带状含铁建造中发现铁细菌化石。

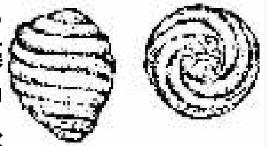
【藻化石】 fossil algae 泛指由蓝藻、绿藻、红藻、硅藻、轮藻、沟鞭藻等藻体本身保存而成的化石，其中钙化者又统称为“钙藻化石”。我国晚前寒武纪地层中已发现有大量蓝藻、红藻化石，藻体形态多样，有的组成迭层石本身，或生在其侧壁或外缘，有的组成显著放射状结构的白色或黑白相间的条带，或形成云雾状、锯齿状、草丛状花纹等，有的固着在岩屑周围生长。中、新生代地层中则产有丰富的硅藻、轮藻、沟鞭藻等。藻化石的研究方法比较特殊，也具有重要的地层意义。

【钙藻化石】 fossil calcareous algae 又称“石灰藻化石”，是钙质的藻类化石的总称。有些藻类具有分泌或沉积钙质的功能，如蓝藻、红藻门的管孔藻科和珊瑚藻科、绿藻门的伞藻科、轮藻等，其整个植物体或部分器官都易保存为钙质化石，统称为钙藻化石。同时某些石灰岩或礁体的形成也与这些钙藻有密切关系，故钙藻化石的研究具有重要的地质意义。我国钙藻化石上分丰富，如晚前寒武纪以及中、新生代陆相地层均产出甚多，对这些时代地层的划分对比起着重要的作用。

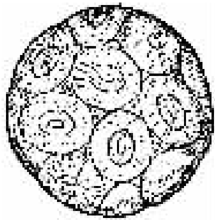
【蓝藻门】 Cyanophyta 旧称“蓝绿藻门”，是一门最简单而原始的藻类植物。藻体为单细胞或单细胞集成群体，不具鞭毛，不产游动细胞。无真正的细胞核，没有核膜和核仁。细胞内含叶绿素、藻蓝素、类胡萝卜素，有的尚含藻红素，藻体因所含色素的种类和含量不同而呈现不同的颜色，不一定为蓝色。繁殖方法主要为细胞分裂，无有性生殖。主要分布于淡水，部分附生于湿土、岩石、树上和海洋中，有些种类甚至能生活于温泉或严寒极地。蓝藻化石最早出现于前寒武纪，目前在世界许多地区的不同时代的地层内均有发现。我国灯影组内产有不少蓝藻化石，如斑点藻（Balios）、曲线藻（Tortofimbria），近来苏北老第三系发现有弯线藻（Camptonema）。

【绿藻门】 Chlorophyta 藻类植物中最大的一门。藻体草绿色，类型复杂，有单细胞体、单细胞集成群体和多细胞体等，体形成球状、丝状、片状等。细胞壁主要为纤维素组成。细胞内含一至多个显著的核。游动细胞一般有二或四根顶生等长的鞭毛。主要分布于淡水，少数海生和陆生，或附着生物体外，也有寄生者。化石以海生的管藻目（Siphonales）和粗枝藻目（Dasycladales）等较重要。近来我国渤海沿岸地区早第三纪发现盘星藻（Pediastrum）等，珠穆朗玛峰的上白垩统及下第三系产有伞轴藻（Cgymopolia）、三枝藻（Trinocladus），下第三系产有双枝藻（Dissocladella）、莫氏孔藻（Morelletpora）、仙掌藻（Halimeda）等。

【轮藻门】 Charophyta 过去列为绿藻门，轮藻纲，现已分出成独立的一门，是一类分化程度最高、构造比较复杂的藻类植物。外形似有“根、茎、叶”的分化，“茎”细弱且分节，节上轮生侧“枝”，“枝”上具“叶”和生殖器官。一般仅有具钙化能力的藏卵器（雌性生殖器官）能保存为化石。藏卵器呈球形、椭球形、梨形等，一般小于1毫米，小的仅0.2—0.3毫米，大者也不超过2毫米，外面是钙化的包围细胞（螺旋细胞），表面可具饰纹，顶端具有5个或10个小的冠细胞，因不钙化，不易保存为化石。有的藏卵器外面可再包有一层结构复杂、具奇特纹饰的外壳。轮藻根据其包围细胞的旋转方向可分为直立轮藻、右旋轮藻及左旋轮藻三大类。右旋及直立轮藻仅见于泥盆纪至早石炭世，左旋轮藻则分布于泥盆纪至现代。轮藻多生活于淡水或半咸水，晚古生代海相地层中也有发现。生存于世界各地泥盆纪至现代、第三纪最盛，在中、新生代含油地层的划分对比上应用较多。我国轮藻化石丰富，分布很广，南方中泥盆统产有包围细胞成直行排列的直立轮藻（Sycidium），西北、华北及南方侏罗纪、白垩纪和第三纪地层中发现大量仅具5个左旋细胞的轮藻化石，如中侏罗世的真开口轮藻（Euaclistochara）、晚白垩世的孔轮藻（Porochara）、第三纪的有盖轮藻（Tectoehara）等。


轮藻

【球石类】 Coccolithophorid 漂浮单细胞藻类，属金藻门，是现代海洋中钙质超微型漂浮生物的主要组成部分。细胞质内含金黄色素体，细胞前端有两根鞭毛。个体极小，分泌球形外壳，称为球壳（颗石球 Coccosphere），由许多名为球石（颗石，Coccolith）的钙质小板组成。球石由方解石微晶构成，能保存为化石，多成圆形或椭圆形薄片，直径一般为3微米，大者可达35微米，中部低凹，中央可穿有小孔。最早出现于侏罗纪，一直延续至现代，分布很广，侏罗纪、白垩纪及新生代海相地层中化石很多。


球壳

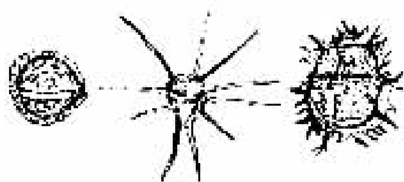
【球壳】 Coccosphere 又称“颗石球”，球石类的由许多球石组成的球形外壳。参见“球石”。

【球石】 coccolith 又称“颗石”，球石类的组成球壳的圆形或椭圆形钙质薄板，参见“球石类”。

【颗石】 即“球石”。

【硅藻门】 Bacillariophyta 藻类植物的一门。藻体一般为单细胞或为集成群体，极小，一般小于1毫米。细胞壁充满果胶及硅质而成坚硬的外壳，故称硅藻。壳由上下两瓣壳组成，一壳稍大，套在另一个壳上，形似肥皂盒。形状变化大，有圆形、椭圆形、菱形、三角形等，壳面饰有呈辐射对称或左右对称排列的饰纹，据之可分硅藻为辐射硅藻及羽纹硅藻两大类。分布于海水或淡水，死后沉于水底累积而成硅藻上。体内产生的脂肪物质是形成石油的原料之一，对含油地层的研究很有意义。生存于世界各地侏罗纪至现代，晚白垩世及第三纪最繁盛。我国产于山东临朐和吉林桦甸等地第三系。

【沟鞭藻类】 Dinoflagellates 属藻类植物、甲藻门的横裂甲藻纲，绝大多数是单细胞生物、少数为群体或丝状体。生活史的运动期与休眠期常交替出现，运动期的藻体球形至椭球形，具纵沟和横沟，是两根鞭毛所在处，具规则分布的板片，板片排列方式（板式）是重要的分类标志，并具有各种纹饰，壳壁一般为纤维质，常不能保存化石。化石沟鞭藻类实为其休眠期的囊孢化石，有球形、卵形、椭球形、菱形、近矩形或鼎形等，两侧对称或近两侧对称，多有腹背之分，能不同程度地反映运动期藻体特征，但常具多角形开口（原口），顶角、尾角和侧角等，表面平滑或具纹饰，大小为 10—400 微米不等，一般小于 100 微米。现生类型主要为海生，为海洋浮游生物的主要成分，其他各种水体也有分布。最早出现于志留纪，侏罗纪开始繁盛，是中、新生代海相地层的一类重要微化石。近年来我国中、新生代地层中也发现丰富的沟鞭藻类化石，如渤海沿岸地区下第三系产有德弗蓝藻（Deflandrea）、渤海藻（Bohaidina）、菱球藻（Rhombodella）、莱氏藻（Lejeunia）等。


沟鞭藻

【横裂甲藻纲】 Dinophyceae 甲藻门的一纲，囊孢壳体具纵沟及横沟，横沟位于赤道或腰部，将壳体分为上壳和下壳，故名横裂甲藻，参见“沟鞭藻类”。

【疑源类】 Acritarchs 是一类亲缘关系不明、可能是多源的微化石，故名疑源。形态结构变化不一，一般为辐射对称，具中央腔，外围一层或数层壁，壁主要是有机质，表面光滑或具各种纹饰，也有具刺状突起者，中央腔封闭或以圆口、裂隙状、不规则开裂等与外面相通。前寒武纪至现代，以前寒武纪及早古生代最繁盛。疑源类与化石沟鞭藻类有较密切的关系，二者区别在于其外形一般辐射对称，不具沟及板片，开口一般为圆形，罕为多边形，也无顶角、尾角和侧角突起。我国渤海沿岸老第三纪东营组产有皱面球藻（Rugasphaeria）、网面球藻（Dictyotidium），沙河街组产有毛球藻（Comasphaeridium）等。

【刺球类】 Hystrichosphaerid 过去用于泛指壳体球形或卵形、具有刺状突起的亲缘关系不明的微化石，近来研究证明以往的所谓刺球类部分是沟鞭藻类的休眠期囊孢化石，应归入横裂甲藻纲，其余亲缘关系不明者应归入疑源类，故刺球类一名，目前多已不用。参见“沟鞭藻类”、“疑源类”。

【红藻门】 Rhodophyta 藻类植物的一门，为以多细胞为主的藻类，现代食用的紫菜即属此类。藻体紫红、红、褐、绿等色，体型不大、构造复杂，呈片状、丝状、带状或树枝状等。红藻与其他藻类不同的特点是共特有的有性生殖方式、不具鞭毛的生殖细胞和含特有的藻红素。多营附着生活，大都分布在较暖海洋中。化石红藻在我国灯影组中十分丰富，主要属于管孔藻科和套管藻科，这二科并延续繁盛于古生代，至中、新生代珊瑚藻科代之兴起，地层意义较大。我国南方的灯影组中产有针刺藻（Acus）、前管孔藻（Praesolenopora）等。珠穆朗玛峰早第三纪宗浦群产有珊瑚藻（Corallina）、多角藻（Polygonella）石枝藻（Lifhothamnium）等。

【苔藓植物门】 Bryophyta 高等植物中最简单的一门。通常见到的是配子体，构造简单，为匍匐地上的叶状体，高等的虽有“茎”、“叶”的分化，但无真正的根，输导组织不具管胞。孢子体不能独立生活，寄生于配子体上。生于阴湿环境，泥盆纪至现代。再分为苔纲及藓纲。我国南方三迭纪产有可能属于苔藓植物门的似叶状体（Thallites）。

【蕨类植物门】 Pteridophyta 旧称“羊齿植物”，是高等植物中较低级的一类。世代交替明显，无性世代的孢子体占优势。除裸蕨纲外，孢子体都有根、茎、叶之分，不具花，以孢子繁殖。多繁盛于晚古生代，常为高大木本植物，形成大面积的森林，占据当时植物界的主导地位，现存者大都为草本植物。可分为四纲：裸蕨纲、石松纲、楔叶纲和真蕨纲。

【裸蕨纲】 Psilophytopsida 是一类较原始的陆地植物，没有根、茎、叶的分化。轴细弱，二歧式分枝，无叶，故名裸蕨。表皮具气孔，有的有小刺。基部有假根。孢子囊大都生于枝的顶端，通常单生，具厚囊壁。泥盆纪。我国南方下泥盆统产有工蕨（Zosterophyllum）等。

【楔叶纲】 Sphenopsida 又称“节蕨纲”（Articulatae）。木本或草本。茎大都中空，明显地分为节与节间，茎面光滑或具有纵脊及纵沟。枝、叶自节上生出，叶常较小，轮生，基部分离或相互连合。孢子囊穗生于枝的顶端。泥盆纪开始出现，石炭二迭纪最繁盛，常见化石有芦木（Calamites）、轮叶（Annularia）、楔叶（Sphenophyllum）等，现在仅有木贼一属。

【节蕨纲】 Articulata 即“楔叶纲”，因其茎明显地分为节与节间，故又称“节蕨纲”。参见“楔叶纲”。

【石松纲】 Lycopsida 木本或草本。茎直立，二歧式分枝。叶较小，常为针状，多具单脉，大多呈螺旋状排列。孢子囊多单生于孢子叶基，孢子叶集成孢子叶球或穗状，通常位于枝的顶端。晚古生代的石松类植物，多为高大的木本类型，枝干常保存有叶脱落后的痕迹，称叶座及叶痕，其排列情况、形状及构造等特点是鉴定晚古生代木本石松类化石的重要依据。始见于早泥盆世，中泥盆世已遍及世界各洲，最繁盛于石炭纪，分布极广，是当时重要造煤植物之一，古生代末即衰退，现尚残留少数的草本类型，仅存5属。常见化石有晚泥盆世至早石炭世的亚鳞木（Sublepido dendron）、石炭二迭纪的鳞木（Lepidodendron）等。

【真蕨纲】 Filices 多数为草本植物，常见的为叶化石。叶一般为大型羽状复叶，即叶片依次分裂成羽片及小羽片，也有的为单叶。叶轴有二歧式、合轴式、单轴式等分枝形式。叶脉羽状、网状或为扇形脉等。孢子囊生于叶的背面或边缘部分，单生成群或联合成聚合囊。中泥盆世至现代，中生代及新生代很繁盛。常见化石有锥叶蕨（Coniopteris）、枝脉蕨（Ciadolphlebis）等。

【裸子植物门】 Gymnospermatophyta，Gymnospermae 种子植物，没有子房，胚珠（受精后发育成种子）裸露，故名裸子植物。都是木本植物，茎的次生木质部发达，没有导管，仅由管胞组成。重要化石类别有种子蕨纲、科达纲、苏铁纲、银杏纲、松柏纲等。晚古生代开始出现，中生代极盛，种类很多，占当时植物界统治地位，故中生代亦称为裸子植物时代，中生代晚期衰退，现存者以松柏纲为主，主要分布于北半球。

【种子蕨纲】 Pteridospermopsida 裸子植物门的一纲。蕨叶特征与真蕨植物极相似，但常在羽片顶端或轴上生有种子，茎的内部构造与苏铁植物相似。由于生殖器官化石发现较少，难与真蕨类区分，通常多根据叶的形态特征定为形态属，晚泥盆世出现，石炭二迭纪繁盛，中生代后期灭绝。如石炭纪至早二迭世的脉羊齿（Neuropteris）、延羊齿（Alethopteris）等。

【科达纲】 Cordaitopsida 属裸子植物。高大乔木，常在茎的近顶端处分枝，单叶，大小不一，多呈带状，长可达 1 米，边缘一般为全缘，螺旋状排列于枝上，叶脉密，平行伸展，多在基部分叉。晚泥盆世至中生代初期，石炭二迭纪极繁盛，密生成林，是当时重要造煤植物之一。常见化石有科达（Cordaites）、匙叶（Noeggerathiopsis）等。

【苏铁纲】 Cycadopsida 属裸子植物。包括苏铁目（Cycadales）及本内苏铁目（Bennettitales），二者外形极为相似，茎直立，短而粗，或成块状，一般不分叉，表面布有叶脱落后留下的叶基痕迹。叶一般为大型一次羽状复叶，也有为单叶，丛生茎顶。叶脉平行，少数网状。苏铁目与本内苏铁目的区别在于它们的生殖器官及叶的表皮构造不同，本内苏铁目为雌雄同株，叶的表皮细胞壁常弯曲；苏铁目是雌雄异株，叶的表皮细胞壁直。根据其生殖器官的形状和构造等特点，苏铁目中还可分出独立的蕉羽叶目（Nilssoniales）。由于生殖器官及叶的表皮构造很少保存，一般化石多仅是叶的印痕，难以区分，而笼统称为苏铁类植物。本内苏铁目始见于石炭纪，三迭纪、侏罗纪最繁盛，白垩纪末灭绝；苏铁目主要出现于三迭纪至白垩纪，中生代晚期逐渐衰退，现代热带和亚热带还有分布，尚存铁树等 9 属。常见化石有蕉羽叶（Nilssonia）、侧羽叶（Pterophyllum）等。

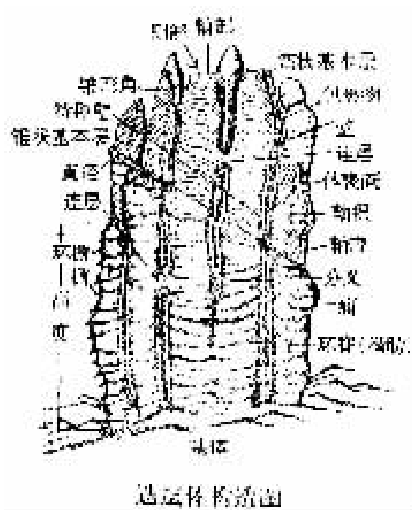
【银杏纲】 Ginkgopsida 属裸子植物。有长枝及短枝，单叶呈扇形、楔形或线形，有的分裂成许多宽窄不等的细长裂片，有柄或无柄，位于长枝或短枝上。长枝上叶互生或螺旋状排列；短枝上叶常成束地簇生于其顶端。叶脉有的多次二歧分叉，呈扇形，有的互相平行，不分叉或很少分叉。开始出现于晚石炭世，中生代特别发达，尤以侏罗纪及早白垩世最为繁盛。属种众多，分布极广，几乎遍及全球，白垩纪末衰退，现存者只有一属一种，即银杏（白果树），仅见于我国和日本，是一种子遗植物，为著名的活化石。常见化石有拟银杏（Ginkgoites）、线银杏（Czekanowskia）等。

【松柏纲】 Coniferae 属裸子植物。乔木或灌木，单轴式分歧，有长短枝之分，化石大多保存枝叶部分。叶小，单叶，一般为螺旋状或假两列状排列生于枝上，有的为簇生、交互对生或轮生。叶针状或鳞片状，少数为披针形，基部下延，多仅具一条中脉。松柏类的球果化石对研究其系统分类位置等十分重要，但发现数量很少，一般仅根据枝叶形态特征等鉴定形态属。最早出现于晚石炭世，大盛于侏罗纪白垩纪，第三纪已渐衰退，现存者尚有数百种，仍是裸子植物中最大的一类。常见化石有短叶杉（Brachyphyllum）、长枝杉（Elatodadus）、苏铁杉（Podozamites）等。

【被子植物门】 Angiospermae 种子植物，胚珠（受精后发育成种子）生在子房内，故名被子植物。具真花，故又名有花植物、有双受精现象。茎的木质部由导管和管胞组成。可根据种子里子叶的数目分为胚仅具一个子叶的单子叶植物纲（Monocotyledoneae）及胚具2个子叶的双予叶植物纲（Dicotyledoneae）。可靠的被子植物化石最早出现于早白垩世，晚白垩世即大盛，繁荣至今，广布世界各地，我国新生代地层中被子植物化石很多。

【迭层石】 stromatolite 泛指主要由蓝藻本身及其生命活动遗迹所形成的综合结构物，常在灰岩、白云岩中形成同心状的迭层构造，故名“迭层石”。迭层石形态、大小变化很大，最常见的有柱状、锥状、层状、板状、球状等。狭义的迭层石仅指结构物为柱状和锥状者，广泛分布于晚前寒武纪地层中，特征明显，演化较快，具有重要的地层意义。迭层石均系由向上凸起的基本层叠覆而成的迭层体，基本层侧部不迭合成侧壁或迭合形成不同类型的侧壁。迭层体分叉或不分叉、分叉类型又可分为假分叉及真分叉两种。假分叉所产生的新柱体（子柱体）彼此平行，其总宽度等于原柱体（母柱体）。真分叉所产生的新柱体（子柱体）彼此平行或不乎行，其总宽度不等于原柱体（母柱体），又可分为树枝式分叉，树干式分叉、指状分叉等。迭层体之间可有连接桥（连层）相连。迭层体或柱体（即迭层体之一部分）的外表有时为泥质、钙质的覆盖物（包裹物）所包裹，其表面光滑或具环脊、疙瘩（瘤）、□等体饰。在其横切面上可看到基本层的形态、厚度、生长关系等。在柱体或锥体中部可由基本层加厚或轴积形成上下延伸的轴带。在保存好的情况下，切片后在显微镜下观察，可见到藻类细胞构造。细胞体成圆形、椭圆形、柱形等，有的呈丝状。细胞体周围或相邻细胞体之间为细胞体分泌的粘液质所形成的粘液鞘，其中有时夹有当时因分泌气体而保存的气泡腔。粘液质形态不规则，形成大小不一的团块，断续相连组成为基本层。迭层石的分类，目前分歧很大，由于迭层石既包括藻类本身残余的微体构造，又包括其生命活动的遗迹，因此，对迭层石的研究也形成两个不同的方向，一是主要研究其外部形态、基本层特征和分叉类型等，一是着重研究微体结构和细胞形态等。对以解决地层问题为目的的研究而言，前者比后者更有实践意义。故目前虽有主张按生物学的分类方法，但多数主张根据形态特征进行分类，使用类（type）、亚类（subtype）、群（gronp）、型（forma）等四级分类（也有使用五级或六级分类），仍用拉丁文双名法命名，但其概念不同于古生物学中的属和种，而是形态属和形态种，或“群”和“型”。迭层石多大而复杂，不易采集完整标本，必须采用野外和室内相结合的方法，野外摄取实物照片、记录形态大小、构造特

征及产出情况等，并采集有代表性的较完整标本或轴部和侧部标本，室内将标本磨制光面和薄片镜下观察。迭层石大量出现于前寒武纪，寒武纪极繁盛，奥陶纪开始衰退，现代迭层石主要局限于潮间带，比较少见。我国迭层石十分丰富，其中柱迭层石主要产于晚前寒武纪地层中，分布广泛，类型繁多，特征清楚，变化规律明显，对地层划分对比十分重要。



【核形石】 oncolites 泛指主要由蓝藻本身及其分泌物形成的小型封闭同心层状的结构物，形态多样，但以球状者最常见，因似结核，故名核形石或藻灰结核。核形石属广义迭层石的一类，但与迭层石（狭义）形态不同，且较其为小，直径一般不超过10 厘米。晚前寒武纪至现代。我国云南、四川等地灯影组产有奥赛基核形石（osagia）等。

【藻灰结核】 oncolites 即“ 核形石 ”。

【花纹石】 catagraphia 广义迭层石的一类。其成因和迭层石（狭义）相似，但断面上呈花纹状，故名。又因其外形多变，也称变形石。晚前寒武纪晚期较重要，有一定的地层意义。我国产于川滇等地灯影组。也有认为花纹石可能是一种沉积构造。

【锥迭层石】 Conophyton 迭层石的一形态属。迭层体呈锥状和锥柱状，不分叉。基本层为锥形，一层套一层生长。轴部急剧加厚，形成一贯穿柱体的轴带，有时有特殊上翘的连接桥。无侧壁。晚前寒武纪，分布于世界各地。我国产于蓟县大虹峪组、高于庄组，以及雾迷山组、铁岭组，西南昆阳群、内蒙白云鄂博群、湖北下神农架群、东北南部等地也均有产出。

【喀什迭层石】 Kussiella 迭层石的一形态属。迭层体由呈次圆柱状。柱体组成，具简单连续假分叉。基本层半球状拱形，一层迭一层生长。迭层体侧部无壁而具参差不齐的□，有时具连接桥。晚前寒武纪，分布于亚洲、大洋洲及北欧。我国产于蓟县串岭沟组、大虹峪组及高于庄组，秦岭地区宽坪群、中条山区中条群、内蒙白云鄂博群、西南昆阳群中也均有产出。

【贝加尔迭层石】 Baicalia 迭层石的一形态属。迭层体呈膨胀收缩粗细变化的茎块状柱体，树枝式两分叉，新生的柱体最初收缩而后膨胀到原柱体的大小，并两轴对称的向外生长，不相平行。基本层呈半球状拱形，一层迭一层生长，在迭层体侧部不具壁，有□。有时具连接桥。晚前寒武纪，分布于亚洲、非洲、大洋洲及北美。我国产于蓟县铁岭组，西南昆阳群、黔北灯影组、内蒙白云鄂博群、湖北上神农架群等也均有产出。

【裸枝迭层石】 Gymnosolen 迭层石的一形态属。迭层体呈柱状，树枝式分叉，分叉频繁，分叉处膨胀，新生柱体的轴互相平行。墓本层为半球状拱形，一层迭一层生长，在迭层体侧部形成壁。表面光滑，具多次的包裹物。晚前寒武纪，分布于亚洲、非洲、大洋洲、欧洲及北美。我国产于蓟县铁岭组，西南昆阳群中也有产出。

【通古斯迭层石】 Tungussia 迭层石的一形态属。迭层体呈不规则的柱状，具复杂的轮生式分叉，分叉处一般收缩，并有较多的横生或向上倾斜生长的分枝。基本层为规则的半球状拱形，一层迭一层生长，在侧部迭合成壁或为参差不齐的□。很少有连接桥。晚前寒武纪，分布于亚洲、北非、大洋洲及北美。

【蓟县迭层石】 Chihsienella 迭层石一形态属。柱体呈规则的柱状或扁柱状，多为平行或散开分叉，并有融合现象。基本层呈规则或不规则的穹形，相互迭合生长。多有特种壁和光滑的体表面。体表面上有时具海绿石的包裹物。分布在我国北方和西北地区上前寒武系的上部层位。

【杯迭层石】 Scyphus 迭层石一形态属。柱体多呈上大下小的杯状，部分呈次圆柱状。一般不分叉，有时具平行到微散开分叉。基本层呈平缓穹形，相互迭合生长，在硅体侧部不迭合成壁，而为参差不齐的□。产于我国河北蓟县杨庄组和雾迷山组下部层位。

【铁岭迭层石群】 Tielinglla 迭层石一形态属。迭层体由粗短巨大的柱状和扁柱状硅体组成。为平行分叉到散开分叉。体表面平整，不具明显的壁。基本层呈平缓的穹形，相互迭合生长。见于我国河北蓟县铁岭组中。

【斑点藻】 Balios 古藻化石的一属。群体呈球形或椭球形，直径35—120微米，不具壁、腔构造，其外围包有丰富的粘液质。产于我国蓟县大红峪组中，四川、贵州等地灯影组亦有发现。

【光面小球藻】 Leiominusoula 微古植物的一形态属。膜壳球形或椭球形，直径1—10微米。壁薄或坚密，表面光滑，无褶皱或具褶皱。晚前寒武纪，分布于亚洲及欧洲。我国产于蓟县串岭沟组。

【厚缘小球藻】 Margominuscula 微古植物的一形态属。膜壳球形或栅球形，直径1—10微米。壁薄而坚密，外缘经常增厚，表面光滑，有时具褶皱。晚前寒武纪，分布于亚洲及欧洲。我国主要产于蓟县串岭沟组，徐淮地区等也有产出。

【粗面球形藻】 Trachysphaeridium 微古植物的一形态属。膜壳球形或扁球形，直径10—250微米。壁的厚度和坚密程度不等。表面粗糙，有褶皱。晚前寒武纪至志留纪，分布于亚洲、欧洲。我国产于蓟县串岭沟组及下马岭组，辽宁本溪康家组及桥头组也有产出。

【穴面球形藻】 Trematosphaeridium 微古植物的一形态属。膜壳球形或不规则球形，直径数十微米，个别较大。壁厚，坚密，单层。具数量不等的孔或穴，孔或穴圆形或不规则圆形，个别可呈多角形，大小随膜壳大小而变化，一般为数微米，大者可达10余微米。晚前寒武纪，分布于亚洲及欧洲。早寒武世也有记载。我国产于蓟县景儿峪组，辽宁本溪康家组也有产出。

【方形藻】 Quadratimorpha 微古植物的一形态属。膜壳基本轮廓为四边形或不规则四边形，边长8—40微米。表面光滑或粗糙，或具放射状脊条。产于我国蓟县洪水庄组及雾迷山组。

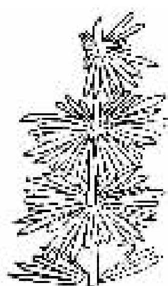
【工蕨】 Zosterophyllum 裸蕨纲的一属，是较古老的小型陆地植物之一。簇状丛生，基部分叉很多，成H型或K型，上部为二歧式分叉的直立枝，表面光滑，无叶。孢子囊圆形至肾形，具短柄，螺旋状排列于直立枝的顶部，组成穗状。晚志留世至早泥盆世，分于布亚洲、欧洲、大洋洲及北美。我国产于云南东部曲靖下泥盆统翠峰山组。

【芦木】 Galamites 楔叶植物化石的一属。木本，高可达20—30米，常保存为茎髓部的内模或内核化石。茎分节，节和节间分明，节间具纵脊和纵沟，脊宽而平，相邻节间的脊和沟常为交互排列。有时在节的下面具节下管痕。中石炭世至二迭纪，分布于世界各地。我国常见于中、上石炭统和二迭系。


芦木

【轮叶】 Annularia 芦木的叶化石。叶呈线形或披针形，数目不等，轮生于节的周围，故名轮叶。有时叶轮上有一个明显的缺失，称为叶缺。叶基部不相连合，或略相连，每叶具一条显著中脉。中石炭世至二迭纪，早二迭世最盛，分布于世界各地。我国常见于中、上石炭统和二迭系。

【瓣轮叶】 Lobatannularia 楔叶植物叶化石的一属。形似轮叶，但海轮叶形成左右对称的两瓣，下叶缺明显，上叶缺有时不明显，瓣中各叶长短不等，靠近下叶缺的常最短，不连合或不同程度地连合。叶线形、披针形，多少向上弯曲，具单脉。二迭纪，晚二迭世早期最盛，分布于东亚。我国二迭系中产出甚多，早二迭世的种，叶的基部分离，分瓣不明显；晚二迭世者，叶彼此连合的部分达叶长的3/4或几全部连合。


轮叶

【楔叶】 Sphenophyllum 楔叶植物化石的一属。茎细弱，有节。叶轮生于节的周围，海轮叶数常为3的倍数，一般6个。叶呈楔形、线形、倒卵形、椭圆形等，常较大，全缘、浅裂或深裂。叶脉多次二分叉，成扇状布满于叶片，偶见中脉。晚泥盆世至二迭纪，早二迭世最盛，分布于世界各地。我国主要产于石炭系和二迭系，江苏上泥盆统也有发现。

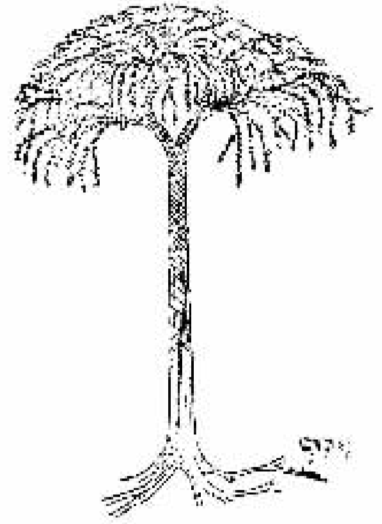
【新芦木】 Neocalamites 楔叶植物茎化石的一属。与芦木属很相似，但新芦木茎部节间的脊和沟都较细而窄，且无节下管痕。节上有叶迹痕，呈圆形或椭圆形。叶细长，呈线形，单脉，轮生于茎节的周围。三迭纪至中侏罗世，分布于世界各地。我国常见于各地上三迭统至中侏罗统。

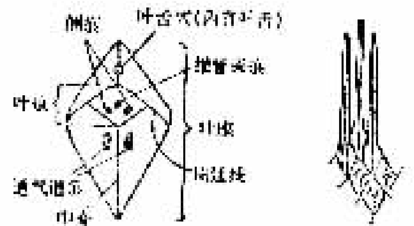
【拟木贼】 Equisetites 楔叶植物茎化石的一属。几与现代的木贼属无异，故也有用木贼属（Equisetum）命名，但中生代早、中期的木贼较高大，而仍有称之为拟木贼的。叶呈鳞片状或齿状，轮生于节上，基部相连成鞘。茎分节，节间有扁平的肋和狭窄的沟。茎中央为髓腔，髓腔节部具隔膜，呈圆形或椭圆形，表面有辐射线，如车轮状，可单独保存化石。最早出现于中石炭世，常见于世界各地中生代。我国多产于上三迭统、侏罗系及白垩系。

【齿叶】 Tingia 旧名“丁氏蕨”，楔叶植物化石的一属。枝条羽叶状，具背腹性。叶四行排列，两行在上，两行在下。正面的两行叶较大（大叶），呈宽楔形、倒卵形、长椭圆形或线形，基部下延，呈半抱茎状，伸出后即扭曲，与轴位于同一平面上，侧边全缘，顶部常不规则地分裂成齿状。下面的两行叶较窄而小（小叶），位于枝的背面，常紧贴于枝，并直指向枝的前方。在同一枝条上，中部叶较长而大，两端的叶较短而小。叶脉平行，基部分叉较多，向上大致平行地直达叶的顶端，并伸入齿内。出现于晚石炭世至晚二迭世。我国华北、内蒙、东北南部上石炭统及下二迭统上部均有产出，分布广泛，云南下二迭统，广东、湖南上二迭统下部也有发现。

【丁氏蕨】 “齿叶”的旧名。

【鳞木】 Lepidodendron 石松植物化石的一属。高大乔木，茎直立，高可达40米，基部粗2—3米。树干上部常为二歧式分枝，枝上布满细而长的叶。叶脱落后在茎上留下螺旋状排列的菱形痕迹，称为叶座。叶座的中上部有叶着生处留下的叶痕。叶痕中央有维管束痕。束痕的两侧，有时在叶痕下方的叶座上，各有二个通气孔痕。叶痕上方的叶座上还有叶舌留下的一个小点叫叶舌痕。石炭纪至二迭纪，晚石炭世到早二迭世最盛。分布于世界各地。我国石炭系和二迭系中化石很多，常见的种有猫眼鳞木（Lepidodendron oculus－felis）等。





鳞　木

【根座】 Stigmaria 旧称“痕木”。鳞木类主茎向下生出的地下茎，呈圆筒形，多次二分叉，近水平伸展，表面长有螺旋状排列的细长圆形根，根脱落后留下圆形或椭圆形根痕。化石多保存在煤层的底板附近。中泥盆世至二迭纪，分布于世界各地。我国石炭纪及二迭纪地层中都有发现。

【痕木】 即“根座”。

【类单蕨】 Danaeopsis 旧称“拟丹尼蕨”。真蕨植物化石的一属。羽片长带状，全缘，基部收缩，其下边或下延成耳状，耳状部分并有侧脉自羽轴生出。中脉粗，直达羽片的顶端，侧脉先以锐角自中轴生出，分叉并互相结成比较稀疏的网状，在叶缘附近有时较为明显。生殖叶形态和营养叶大致相同，孢子囊密布于羽片背面。晚三迭世，分布于世界各地。密囊类单蕨（Danaeopsis fecunda）是我国晚三迭世晚期植物群中的最重要分子之一。

【拟丹尼蕨】 “类单蕨”的旧称。

【束脉蕨】 Symopteris 又称“贝尔瑙蕨”。真蕨植物化石的一属。羽状复叶，羽片呈线形或披针形，长可达 5—6 厘米。顶端钝圆，基部收缩，仅以中心部分着生于轴上。中脉显著，侧脉多次分叉，细而密，呈束状。生殖叶与营养叶形态大致相似，孢子囊分布于生殖叶背面的中脉两侧。晚三迭世，分布于亚洲及欧洲。我国产于上三迭统。

【贝尔瑙蕨】 Bernoullia 即“束脉蕨”。Bernoullia 一名早已为现代植物木棉科中的一属所占用，故现改名为 Symopteris、中译名为束脉蕨。

【网脉蕨】 Diotyophyllum 真蕨植物化石的一属。蕨叶甚大，具一长柄，叶柄顶端向左右作两歧式的分枝，每一分枝均向外弯曲，两侧生出辐射状排列的羽片。羽片线形或披针形，边缘浅裂成镰形或三角形的小羽片。小羽片各具一条中脉，侧脉联成多边形的网眼，网眼内又分出细脉，结成更细的脉网。孢子囊群生于羽片背面的小网眼内。晚三迭世至中侏罗世，分布于亚洲、欧洲、美洲、大洋洲及南极。我国常见于上三迭统及下侏罗统。

【格脉蕨】 Clathropteris 真蕨植物化石的一属。似网脉蕨，但羽片较宽，且分裂较浅，二级侧脉常联结成长方形的大网眼，网眼内又有更小网格。晚三迭世至中侏罗世，晚三迭世最盛，分布于亚洲、欧洲及北美，我国上三迭统化石很多。

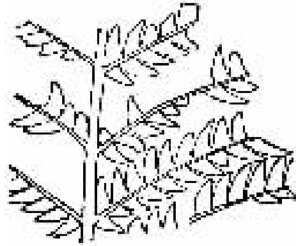
【奇叶蕨】 Thanmatopteris 真蕨植物化石的一属。叶具长柄，柄顶端两歧分叉成两枝轴，其上生几枝羽片，排成漏斗状。羽片深裂，小裂片线形，具中脉，叶脉呈重网状脉序。孢子囊群散布叶背。晚三迭世至早侏罗世。分布于亚洲、欧洲及美洲。


锥叶蕨

【锥叶蕨】 Coniopteris 真蕨植物化石的一属。小羽片卵形，叶边常深裂成圆形、楔形或线形的裂片，基部收缩。中脉以锐角自中轴伸出，侧脉自中轴伸出后分叉数次，直达各裂片顶端。生殖叶常退缩，呈柄状，孢子囊群生于脉的顶端。早侏罗世至早白垩世，侏罗纪最繁盛，分布于世界各地。我国陆相侏罗纪地层中化石很多，分布亦广，常见的种有盛产干旱、中侏罗世的膜蕨型锥叶蕨（Coniopteris hymeno-

phylloides）及中、晚侏罗世的布列亚锥叶蕨（Coniopteris burejensis）。

【枝脉蕨】　Cladophlebis　真蕨植物叶化石的一形态属。羽状复叶，小羽片一般较大，镰刀形，全缘或具锯齿。基部全部着生于羽轴上，有时略收缩或下延，顶端尖锐或圆凸、中脉明显，侧脉分叉。二迭纪至白垩纪，分布于世界各地。我国主要见于上三迭统至下白垩统。此属与栉羊齿颇为相似，二者主要不同点仅在于后者小羽片较小，多呈舌形，顶端较钝，侧脉分叉次数较少。



枝脉蕨

【茹蕨】　Ruffordia　又称“鲁福德蕨”。真蕨植物化石的一属。叶 3—4 次羽状分裂，三角形至菱形。羽片三角形，卵形或披针形。小羽片朵形，线形至狭楔形，基部收缩，前缘常呈细齿状，顶端尖锐或尖凸，以锐角着生于羽轴上。叶脉细而密，楔羊齿型。生殖叶较短而宽，叶膜退缩，孢子囊较小，散布于叶的背面。早白垩世，分布于亚洲、欧洲及北美。我国产于下白垩统。

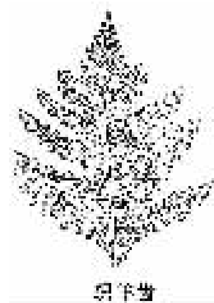
【鲁福德蕨】　即“茹蕨”。

【类金粉蕨】　Onychiopsis　真蕨植物化石的一属。多次羽状复叶。羽片披针形，互生于细长的轴上。小羽片呈细长的披针形，顶端尖锐，全缘，浅裂或深裂成细小的裂片，排列紧密。叶脉常不明显。生殖叶呈卵形或椭圆形，孢子囊群生于中脉两旁。晚侏罗世至早白垩世，分布于世界各地。我国上侏罗统及下白垩统均有产出。

【楔羊齿】　Sphenopteris　真蕨或种子蕨植物叶化石的一形态属。羽状复叶。小羽片形状变化很大，大都较小而窄，呈楔形或圆形，边缘常裂成几个裂片，基部收缩呈柄状，着生在轴上。叶脉羽状或近扇状，主要呈二歧合轴式分歧，中脉较弱，有时曲折，侧脉分叉。晚泥盆世至白垩纪，分布于世界各地。我国主要产于石炭二迭系。晚三迭世及侏罗纪地层中也有产出。

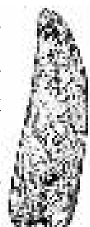
【栉羊齿】　Pecopteris　真蕨或种子蕨植物叶化石的一形态属。但绝大多数属真蕨植物。羽状复叶，小羽片小，呈舌形或线形，两边近于平行，顶端钝圆，基部全部固着在羽轴上，排列整齐。中脉明显或不明显，侧脉不分叉或多次分叉。有时呈合轴式分叉。石炭纪至三迭纪，繁盛于晚石炭世至二迭纪，分布于世界各地。我国石炭系及二迭系中化石很多，云南永仁上三迭统也有产出。

【织羊齿】 Emplectopteris 种子蕨植物化石的一属。2—3 次羽状复叶。小羽片三角形至卵圆形，基部互相联合。中脉不明显，侧脉自中脉伸出且联成网状。羽片之间自末二级羽轴上直接长出间小羽片一枚，其形态及叶脉特征均与一般小羽片相似。种子长卵形，此属为东亚早二迭世特有的植物化石。我国常见于北方下二迭统。


织羊齿

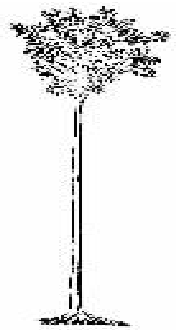
【延羊齿】 Alethopteris 种子蕨植物叶化石的一形态属。羽状复叶，小羽片较长，三角形或长方形，顶端较钝，基部下延于轴，呈耳状。耳状部分有由羽轴上直接长出的邻脉。中脉细而明显，侧脉简单或分叉 2—3 次。中石炭世至早二迭世，分布于亚洲及欧洲。我国常见于北方的上石炭统及下二迭统。

【脉羊齿】 Neuropteris 种子蕨植物叶化石的一形态属。小羽片舌形、宽线形或卵圆形等，全缘，顶端弯曲呈镰刀形，基部收缩成不对称的心脏形，仅中间部分固着在羽轴上。中脉略粗于侧脉，长达小羽片的 1/2 或 2/3 处，侧脉多次分叉。石炭纪至早二迭世，中、晚石炭世最盛。分布于亚洲、欧洲及北美。我国多产于中、上石炭统，常见的种有中石炭世的重要标准化石大脉羊齿（Neuropteris gigantea）及晚石炭世植物群的重要分子卵脉羊齿（Neuropteris ovata）。

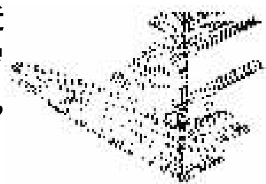

脉羊齿

【大羽羊齿】 Gigantopteris 可能属种子蕨植物化石的一属。大型单叶，倒卵形、歪心形、纺锤形或长椭圆形，边缘全缘、波状或锯齿状。中脉粗，侧脉 1—3 级，羽状，第 3 级脉联成较大网眼，并再分出细脉，细脉联成小网，形成大网套小网的重网状脉式。网眼内有时有盲脉，中脉上常有邻脉伸出。此属为东亚地区晚二迭世特有的植物化石，北美少数地区也有类似标本的发现。我国产于南方晚二迭世早期龙潭组，著名的种有烟叶大羽羊齿（Gigantopteris nicotianaefolia）。

【科达】 Cordaites 裸子植物，科达纲的一属。高大乔木，最常见的是其叶化石。叶很大，呈狭长的带形，长可达 1 米，顶端和基部均略收缩。叶脉彼此平行，常在叶的基部分叉，叶脉之间有时夹有纵纹，纵纹细，与脉平行。晚泥盆世至二迭纪，遍布于世界各地，石炭二迭纪极盛，是当时的重要造煤植物之一。我国常见于中石炭统及二迭系。

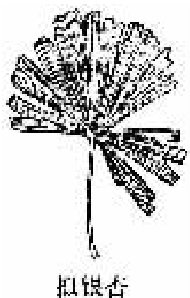

科达

【蕉羽叶】 Nilssonia 裸子植物，苏铁目叶化石的一属。叶披针形或线形，不分裂或分成不规则的裂片，着生于羽轴的腹面，遮盖羽轴。叶脉近平行，不分叉或很少分叉。晚石炭世至第三纪，晚三迭世及侏罗纪最盛，分布于世界各地。我国常见于晚三迭世及侏罗纪地层中，上石炭统及二迭系也有少数代表。


蕉羽叶

【侧羽叶】 Pterophyllum 裸子植物，本内苏铁目的一属。叶羽状，裂片线形，扁针形或舌形。基部全部着生于羽轴之两侧。叶脉平行，分叉或不分叉。中石炭世至早白垩世，以三迭纪及侏罗纪最盛，分布于世界各地。我国常见于晚三迭世及侏罗纪地层，上石炭统及二迭系也有少数代表。

【拟银杏】 Ginkgoites 裸子植物，银杏纲叶化石的一属。叶片呈扇形，具叶柄。常分裂成舌状或带状的裂片。叶脉多次分叉。中三迭世至第三纪，侏罗纪至早白垩世最盛，大多分布于北半球。我国主要产于各地侏罗系，上三迭统也有发现。


拟银杏

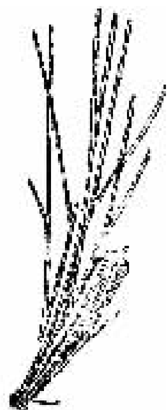
【裂银杏】 Baiera 旧称“拜拉”。裸子植物，银杏纲叶化石的一属。叶片呈扇形，具明显的柄，常深裂为许多狭窄线形裂片，裂片常成组，左右对称，每裂片具不多于2—4条的叶脉。中三迭世至白垩纪，分布于北半球。我国常见于各地上三迭统及侏罗系。

【拜拉】 Biera “裂银杏”的旧称。

【线银杏】 Gzekanowskia 旧称“茨康诺司基叶”。裸子植物，银杏纲叶化石的一属。叶很长，无柄，丛生于被有鳞片的短枝上。叶片2—3次分裂，形成狭长的细裂片，裂片近于平行，全缘。叶脉一般不清楚，每个裂片上最多有2—4条平行叶脉，有的只有一条。晚三迭世至白垩纪，多见于侏罗纪，分布于世界各地。我国常见于侏罗系。

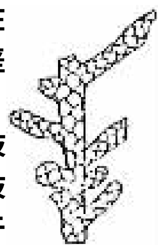
【茨康诺司基叶】 “线银杏”的旧称。

【凤尾银杏】 Phoenicopsis 旧称“类刺葵”。裸子植物，银杏纲植物叶化石的一形态属。叶线形，无柄，常6—20个簇生，基部包以鳞片状小叶。叶宽0.2—2厘米，除基部略收缩外，中、上部宽度变化不大，顶端较钝。叶长可达20厘米。叶脉平行、每一叶片上有叶脉数条至20条。晚三迭世至白垩纪，以中侏罗世最盛，主要见于亚洲。我国常见于侏罗系。


线银杏

【类刺葵】　即“凤尾银杏”。

【短叶杉】　Brachyphyllum　裸子植物，松柏纲营养枝化石的一形态属。小枝互生，位于一个平面上。叶呈鳞片状，质厚，宽而短，螺旋状排列，贴生在枝上，叶分离部分的长度小于叶座的宽度。叶脉不清。晚三迭世至白垩纪，分布于世界各地。我国常见于上侏罗统及下白垩统。


短叶杉

【长枝杉】　Elatocladus　又称“枞型枝”。裸子植物，松柏纲营养枝化石的一形态属。叶呈线形、针形或披针形，具单脉，螺旋状排列于枝上。二迭纪至白垩纪，大量出现于侏罗纪，分布于世界各地。我国常见于各地侏罗系。

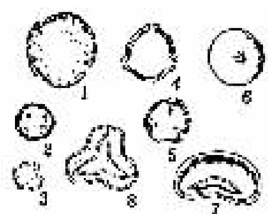
【枞型枝】　“长枝杉”的旧称。

【苏铁杉】　Podozamites　裸子植物，松柏纲叶化石的一属。叶为披针形或卵形，基部收缩，螺旋状排列于枝上。叶脉细而平行，常在顶端聚集。晚三迭世至早白垩世，分布于北半球。我国分布很广，上三迭统至下白垩统均有发现，常见的种有披针苏铁杉（Podozamites laneeolatus）等。


长枝杉

【红杉】　Sequoia　裸子植物、松柏纲的一属。叶线形，互生或螺旋状排列于枝上，叶基部沿枝下延。单脉明显。白垩纪至现代，第三纪分布于北半球，现仅见于北美。我国抚顺老第三纪化石甚多。

【孢粉】　Sporepollen　孢子和花粉的简称，即孢子植物的孢子和种子植物的花粉，均是植物的生殖细胞。异孢植物的孢子有大孢子（雌性）和小孢子（雄性）的区别，小孢子直径一般在20—100微米之间，大孢子在200微米以上。花粉是雄性生殖细胞，与小孢子相当，一般较小，常为10—50微米，有的裸子植物花粉粒较大，可至100微米以上。孢粉都是由其母细胞发育而成，母细胞分裂成四分体，再发育分离而成四个孢子或花粉，由于它们在四分体中排列的位置不同而分成辐射对称或左右对称两种对称类型。孢粉均具极性，由四分体中心的一点通过孢粉的中心而达于其表面的理想线称为极轴，极轴与孢粉表面的交点为极，位于四分体中心的一极是近极，反之则为远极，近极和远极附近的表面分别称为近极面和远极面。与极轴垂直的最大直径为赤道轴，其附近的表面为赤道面。根据近极部分与远极部分形态体积是否相同，孢粉又可分为等极的和不等极的两种，孢子花粉通常具有萌发器，孢子的萌发器多成裂缝（射线），位于近极面，大多数孢子具放射状排列的三条裂缝，称三缝孢（Triletes），有的具单缝，称单缝孢（Monoletes），也有的为无缝孢。花粉的萌发器为圆形的孔或长形的槽（沟），或有孔，或具槽，或孔槽兼有，如具三孔的三孔粉（Triporites）、具有三槽的三槽粉（Tricolpites）、或是二者兼有的三孔槽粉（Tricolporites），有些花粉具单孔、单槽，或多孔、多槽，但也有少数不具孔或槽。孢子花粉的轮廓十分



孢子（7—8）及花粉（1—6）
1.四槽粉　2.多孔粉　3.三槽粉　4.三孔粉　5.三孔槽粉　6.单孔粉　7.单缝孢　8.三缝孢

复杂，多用极面投影表示，称极面观，呈圆形、三角形、四角形、多角形、三裂圆形、四裂圆形等等，赤道投影称赤道面观，多为圆形或椭圆形等。孢子花粉的壁分为两层，内壁为纤维素组成，质软而薄，易于破坏，化石仅保存质密而硬的外壁。外壁复可分为内层及外层，表面光滑或具有颗粒状、刺状、瘤状、网状等各种饰纹。孢子花粉质轻量多，散布极远，各种类型的沉积岩层中均可保存，用以划分对比地层、恢复古地理、古气候等极有价值。

【原位孢子】 Sporae in situ 指保存于孢子囊或花粉囊中因而可以准确地确定其亲缘关系的孢子与花粉。地层中原位孢子发现很少，绝大多数是分散孢子。原位孢子直接采用其母体植物的名称。

【分散孢子】 SPorae dispersae 泛指脱离母体植物、不与任何器官相连而分散保存于地层中的孢子与花粉。分散孢子的分类命名有三种方案：①自然系统或植物分类系统：根据分散孢子形态特征与现代孢粉形态对比，确定其与现代植物的亲缘关系，直接采用现代植物的名称，主要用于第四纪和新第三纪；②半自然系统：用指示亲缘关系的器官属种命名的孢子花粉，可暂时按植物系统排列，归于自然科中，常用于白垩纪和老第三纪的孢粉；③形态系统：与植物的亲缘关系暂无法确定，仅根据其外部形态特征来命名的分散孢子，可按形态系统分类，主要应用于古、中生代的孢粉。

【孢粉谱】 Sporo－pollens pectrum 将岩层中一定层位的标本用化学或物理方法离析后，分选出其中所含孢子和花粉，制成薄片，在显微镜下鉴定其科、属或种，并用百分数统计各类含量，用图表表示，即为孢子花粉谱，简称孢粉谱。若仅说明所含成分而不表示其百分含量，就称为孢粉组合。

【孢粉组合】 SPoro－pollen assemblage 参见“孢粉谱”。

古 人 类 学

【古人类学】 Palaeoanthropology **人类学的一个分支学科，是研究人类起源发展规律的科学，包括化石猿猴和现代猿猴与人类的亲缘关系，劳动在从猿到人演变过程中的作用，人类发展过程中体质特征的变化及其规律以及人类起源的学说等。它以古人类（有时包括古猿）化石及其所制造的工具和生活遗迹等为主要的研究依据。古人类学与古生物学、第四纪地质学、地理学、考古学有密切关系。**

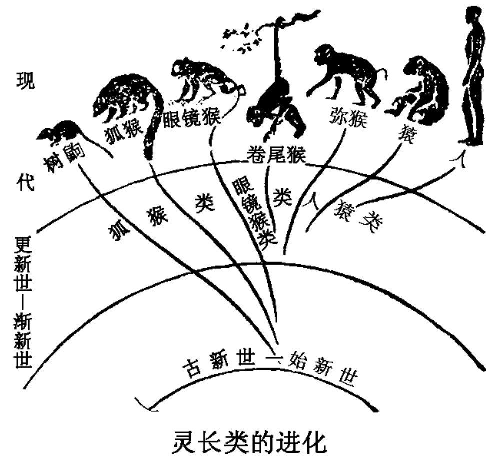
【古人类】 **对化石人类的一种泛称，西文中无这一专有名词。目前认为从猿类到人类共经过拉玛古猿、南猿、猿人、古人、新人等几个阶段。除新人外均属已绝灭的种类。新人与现代人属于同一亚种，一般以更新世晚期的新人化石划为占人类范畴；全新世以来，也就是新石器时代以后的半化石，属现代人类范畴。古人与现代人同属而不同种。**



从猿到人的不同发展阶段
（森林古猿、拉玛猿、能人、猿人、现代人）

【化石人类】 fossil man **即“古人类”。**

【灵长目】 Primates **哺乳动物的一目，人类亦属此目。其体形大小不等，形态差别很大。其主要特征是：大脑半球较大且表面具沟回。除少数种类外，大部分是眼眶向前，围以骨环；身上除颜面、手掌和足□部裸露外都生有毛；四肢发达，具五指（趾），前后肢第一指（趾）与其他指（趾）对生，适于掘洞攀登，指（趾）端的爪多数变为指甲。前后肢均能握物（人类后肢握物能力退化），锁骨发达，与前肢的活动能力相关联，□行。有的有尾，有的退化消失。臼齿丘型、低冠；杂食性，以果实及谷物等为主，亦食少量昆虫、鸟卵、小兽等；齿式为** $I\frac{2}{2}C\frac{1}{1}P\frac{3}{3}M\frac{3}{3}$ **或** $I\frac{2}{2}C\frac{1}{1}P\frac{2}{2}M\frac{3}{3}$**。除人类外多营树栖生活，性喜群居，现生种主要分布于热带、亚热带地区。通常分为原猴类（**Prosimii**，包括近猴、狐猴、眼镜猴）和类人猿（**Anthropoid**，包括猴、猿和人）二大类。最早的化石发现于古新世地层，以近猴（**Plesiadapis**）**



灵长类的进化

为其典型代表，近猴类是灵长类的祖先类型，目前有人将其视为一个独立的亚目。

【近猴】 Plesiadapis 灵长类的最早化石代表之一，发现于北美古新世地层。它们是灵长类的祖先类型，构成一个独立的类群；过去曾被列入狐猴亚目，现多趋向于构成一独立亚目。曾译为“更猴”，不确，因“Plesio”作“近边”、“近来”解，而“Pleist”作“更多”解，过去将二者误译，应采用近猴一名。详见“灵长目”。


近猴

【狐猴亚目】 Lemuroidea 灵长目中最原始的类型，个体较小，有长尾，四肢较细弱，具五指（趾），第一指（趾）可与其他指（趾）对握。吻部及下颚较长。臼齿丘型，低冠。最早的化石见于北半球热带亚热带始新世地层，至今仍生活于热带丛林，马达加斯加岛上种类繁多。现代代表为狐猴（Lemur）和懒猴（Loris）。化石种类不多。


狐猴

【眼镜猴亚目】 Tarsioidea 灵长目中高度特化的原始类型。体较小，眼睛极大，彼此紧靠，直视前方。外耳亦大。尾长，后肢长，四肢的指（趾）细长，端部有肉垫。眼镜猴类栖居树上，善跳跃。化石类型最早发现于古新世地层。我国河南卢氏晚始新世地层中有卢氏猴（Lushius）化石，山西垣曲晚始新世地层中曾发现黄河猴（Huanghonius）化石。

【阔鼻猴类】 Platyrrhinids 灵长目哺乳动物的一个亚目。身长从16厘米到75厘米，尾长16—80厘米；有些种类有长而能缠绕的尾巴，具有辅助攀爬树木的作用。其鼻中隔宽阔，鼻孔向左右分开，故名。它们仍保留着三个前臼齿，具原始性质。分布于中、南美洲，故又称新大陆猴。包括狨科（Callithricidae）和卷尾猴科（Cebidae），化石极少。

【新大陆猴】 “阔鼻猴类”的同义名。因分布于中南美洲，故名。

【狭鼻类】 Catarrhinids 灵长目中的一个亚目，因其鼻中隔狭窄，鼻孔开向前下方，故名。可分为副猿超科（Parapithecoidea）、猴超科（Cercopithecoidea）及人超科（Hominoidea）。猴超科的化石及现生种分布于亚洲和非洲，化石亦曾发现于欧洲，故又称旧大陆猴类。猴超科具长尾或短尾，有臀疣，脑发达，重量约75—125克，身高约35—200厘米。又可分为猕猴类和疣猴类二科。副猿超科以埃及渐新统中的副猿（Parapithecus）为代表。人超科包括山猿科（Oreopithe - cidae）、猿科（Pongidae或Simiidae）及人科（Hominidae）。山猿科只有山猿（Oreopithecus）为代表；猿科包括现生类人猿及化石猿类；人科包括拉玛古猿（Ramapithecus）、南猿（Australopithecus）和人（Homo）三属。猴超科的化石在我国亦有发现。猕猴（Macaca或Macacus）为第四纪沉积物中较常见的化石，此外尚有原狒狒（Procynocephallus），金丝猴（Rhinocephalus），四川猴（Szechuanopithecus）等化石。


眼镜猴

【旧大陆猴】　“狭鼻类”的同义名，因其现生种分布于亚洲和非洲，化石种亦仅分布于亚、欧、非洲大陆，故名。

【类人猿】　Anthropoid　即“猿类”，因其与人类的亲缘关系最接近，其形态特征及身体结构均与人相近，故又名类人猿，为灵长目中最高等的动物。与猴类不同，无尾及颊囊，除长臂猿外亦无臀疣。其牙齿数目和结构，鼻子及耳壳的形状，眼睛的位置；复杂的大脑，盲肠蚓突，宽阔的胸廓和扁平的胸骨；其它如血型，怀孕时间（7—9个月，一般每胎仅生一子），寿命（可达几十年）等均与人类近似。但其前肢长于后肢，半直立行走及臂行等特点又与人类有很大区别。现生猿类有生活在非洲中部、西部赤道附近地区的大猩猩（Gorilla gorilla）和黑猩猩（Pan troglodytes 及 Pan paniscus）以及生活在亚洲苏门答腊、加里曼丹的猩猩（Pongo pygmaeus）和生活在亚洲热带地区包括我国海南岛及云南南部的长臂猿（Hylobates）。猩猩有1属1种，黑猩猩有1属2种，大猩猩可分为山地大猩猩（G. gorilla beringei）和低地大猩猩（G. gorilla gorilla）2亚种，长臂猿有1属8种。化石类人猿通称古猿，生存于渐新世至更新世。我国南方更新世沉积物中曾多次发现长臂猿及猩猩化石。



大猩猩

【古猿】　泛指除人科以外的各种化石猿类。自1856年第一次发现森林古猿化石起，已记载了约50多个属100多个种。主要分布在非洲、印巴次大陆、西欧及我国云南、湖北、广西等地，其地质年代属渐新世至更新世。所发现的化石多为牙齿和颌骨碎片。猿类牙齿的特点是，有巨大的犬齿，并高出于其他牙齿，口闭合时，上、下犬齿互相交错，上颌的门齿与犬齿间和下颌的犬齿及前臼齿间具齿隙，用以容纳相对的上、下犬齿。门齿粗大、凿状。前臼齿的外齿尖明显大于内齿尖；下颌第一前臼齿由于外齿尖明显增大，内齿尖缺失或很小，呈扇形。整个齿列呈U字形排列，两侧大体平行。其主要代表有埃及渐新世的埃及猿（Aegyptopithecus）、原上猿（Propliopithecus）；东非中新世的原康修尔猿（Proconsul）和旧大陆的森林古猿（Dryopithecus）、西瓦古猿（Sivapithecus），拉玛古猿（Ramapithecus），意大利上新世的山猿（Oreopithecus），以及我国

和印度、巴基斯坦的上新世中期至更新世早期的巨猿（Gigantopithecus）。

【埃及猿】　Aegyptopithecus　古猿类化石。1966 年发现于埃及法尤姆渐新世沉积中，约距今 2800 万年。埃及猿的牙齿具猿类的特点，有些甚至有大而突出的犬齿。但脑量小，头骨形态与猴类接近，甚至与马尔加什的狐猴的亚化石形态接近。有尾，四足行走，后肢比前肢长。据研究，类似埃及猿的古猿可能是现代猿类及人类的共同远祖。

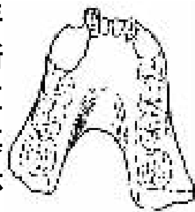
【森林古猿】　Dryopithecus　灵长目中化石猿类的一属。曾被认为是人和类人猿的共同祖先。森林古猿化石于 1856 年发现于法国的中新统，为带有牙齿的下颌骨碎块，因岩层中同时发现槲树叶化石而得名，故又译为槲猿。此后在欧、亚、非洲的中新统至上新统中发现不少类似化石，森林古猿的牙齿及四肢的特征介于猿类与人类之间。犬齿小于猿类而大于人类，下前臼齿与下犬齿间具小的齿隙。第一前臼齿呈扇形，臼齿前后径较大，臼齿从前向后逐渐增大，下臼齿具五个齿尖等均与人类不同；但下门齿较小较薄，向前倾斜度小，下颌联合处无猿板，臼齿咬合面皱纹远不如现生猿类发达等与猿类不同。森林古猿的四肢，既没有适应臂行的特征也没有适应于直立行走的特征，介于现代猿类及人类之间。过去根据已发现的零星牙齿及下颌骨碎块等化石，建立了数十个属和近百个种，现趋向于归属森林古猿属的森林古猿、西瓦古猿（Sivapithecus）、原康修尔猿（Proconsul）三亚属，有些又被归入拉玛古猿。我国曾发现开远森林古猿（D. kaiyuanensis），但其中有些应属拉玛古猿。

【槲猿】　即“森林古猿”。因发现森林古猿化石的岩层中有槲树叶化石，故又名槲猿。

【开远森林古猿】　Dryopithecus kaiyuanensis　森林古猿属的一个种，1956 年在我国云南开远小龙潭上新世初期地层中发现，计有牙齿十余枚，经吴汝康研究于 1958 年命名为开远森林古猿。以后又有新发现。现认为第一批化石应属拉玛古猿（Ramapithecus）。两批化石均产于中新世晚期褐煤层中，共生化石有猪，三棱齿象，鹿类等，表明是沼泽森林环境。参见“拉玛古猿”

【山猿】　Oreopithecus　化石猿类的一属，是目前已发现的猿类化石中各部分骨骼保存最完整的代表。1869 年发现于意大利托斯卡纳的晚上新世地层中，1872 年定名为山猿（Oreopithecus），以后陆续有所发现。本世纪五十年代在意大利巴希尼洛的上新世褐煤层中发现了大量化石，除牙齿、头骨、上下颌骨外，尚有部分体骨；1958 年在巴希尼洛发现完整骨架一具，这是目前保存最完整的灵长类骨架。山猿的一些特征，如脑容量较大（300—500 毫升），髋骨较宽等，以及齿尖排列和其他一些骨骼特征与猿类接近；而无齿隙，颅顶较圆及牙齿长度比例等又与人接近；但左右齿列相互平行呈 U 形，下前臼齿有跟座及其他骨骼特征又与猴类接近。目前多认为它应属人猿超科中的一个独立的科，这个科只有山猿一属。

【巨猿】 Gigantopithecus 灵长目的一个属；属于猿科，亦有人认为应属人科。是荷兰古生物学家孔尼华（Koenigswald）根据购自香港中药店的巨大灵长类臼齿而命名的，后来又陆续在香港、广州购得数颗牙齿。巨猿牙齿巨大，约相当于现代人的两倍。由于化石稀少，所以当时有人认为它属于人超科。解放后，自1955年以来在广西（柳城、大新、武鸣、巴马）、湖北建始等地的早—中更新世的洞穴堆积中已发掘到下颌骨三个、牙齿千余颗，基本上全部属于巨猿属中的一个种——步氏巨猿（G. blacki）。巨猿下颌及牙齿巨大，其特征介于猿与人之间，牙齿有向高冠发展的趋势。由于迄今未发现体骨，所以其身高及体重无法确定。目前一般认为它是灵长目演化中的一个极特化的旁支，它的早期代表与南猿同时存在，它的晚期代表又与猿人共生，因此不可能是人类的直系祖先。同时尚未发现巨猿的工具，因此倾向于认为它们是猿类。除我国以外，1967年后在印度和巴基斯坦上新世中期地层中陆续发现了巨猿的下颌骨等化石。我国已发现的巨猿化石分属于更新世的早期和中期，柳城巨猿约生活于300—100万年前的早更新世，湖北的巨猿稍晚些，武鸣及巴马的巨猿则可能延至中更新世。


巨猿下颌骨

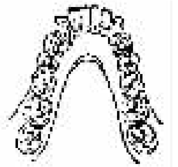
【拉玛古猿】 Ramapithecus 又译为“腊玛古猿”，是在南方古猿以前的从猿到人过渡阶段中的早期化石代表。生存于距今1000—1400万年以前。1932年美国耶鲁大学研究生刘易斯（G. E. Lewis）在印度西瓦立克山晚中新世到早上新世地层中发现了猿类化石，1934年刘易斯将带牙齿的上颌骨碎块命名为拉玛古猿（Ramapithecus），带牙齿的下颌骨命名为布拉玛猿（Bramapithecus），并认为它们应属人科，为现代人的远祖。但这一发现长期未受到重视，1961年西蒙斯（E. L. Simons）研究了各地的森林古猿化石，并指出了拉玛古猿的似人的特点。现在认为除上述拉玛古猿、布拉玛猿以外，1910年在西瓦立克山区发现的旁遮普森林古猿（Dreopithecus punjabicus），1961年在肯尼亚特南堡发现的魏氏肯尼亚猿（Kenyapithecus wickeri），我国云南开远发现的开远森林古猿中的一部分牙齿和欧洲的某些定为方坦森林古猿（Dreopithecus fontani）的部分牙齿均属拉玛古猿。近年来又有些新的发现被归属于拉玛古猿类，如1972年描述的第二次世界大战期间在希腊发现的弗莱堡希腊猿（Graecopithecus freyburgi），1973年发现于土耳其安卡拉附近的阿尔潘西瓦古猿（Sivapithecus alpani），1975年命名的发现于匈牙利东北部鲁达巴尼亚地方的匈牙利鲁达古猿（Rudapithecus hungaricus）和波瓦古猿（Podvapithecus）等都可能属于拉玛古猿。拉玛古猿的形态特征介于猿与人之间。其面部较短、下颌短小，突颌不明显；门齿、犬齿和前臼齿较小，无齿隙，整个齿弓两侧向后张开，似抛物线状；牙齿咬合面皱纹简单，第三臼齿小于第一、二臼齿，门齿向前的倾斜度中等。这些都表现出从猿向人类过渡的趋势。据推测拉玛古猿可能以手握物取食及防御，用两足行走。估计拉玛古猿身高约1米稍多，体重约20公斤，脑量可能在300毫升左右。根据伴生动物群及其牙齿特征的分析认为，它们是热带茂密森林边缘空地的蔬食者。由于目前发现的化石材料少而零星，以上推测尚待更多的材料证明。我


拉玛古猿

国除开远拉玛古猿外，近年在云南禄丰石灰坝早上新世褐煤沉积中，发现了相当完整的拉玛古猿下颌骨化石，命名为禄丰拉玛古猿（Ramapithecus lufenensis）。

【腊玛古猿】 即“拉玛古猿”。

【禄丰拉玛古猿】 Ramapithecus lufenensis 我国发现的拉玛古猿类化石。1976 年发现于云南禄丰县。化石为一相当完整的下颌骨，牙齿保存相当好，仅缺失中门齿。其齿弓呈拱形，张开角度较大；下第三前臼齿为过渡型的双尖型，轮廓为三角形；下犬齿及下门齿齿冠小而低；臼齿齿冠较短宽，臼齿颊面无齿带；整个下颌骨缩短，吻部较猿类的突出程度小。


禄丰拉玛古猿下颌骨

【肯尼亚猿】 Kenyapithecus 1961 年发现于肯尼亚特南堡的灵长类化石。目前认为它属于拉玛古猿类。详见“拉玛古猿”。

【西瓦古猿】 Sivapithecus 1910 年发现于印度巴基斯坦接壤处的西瓦立克山区，目前有人认为它是拉玛古猿中的一个较大型的种，但亦有人认为它是森林古猿属的一个亚属。

【南方古猿】 Australopithecus，Australopithecid 简称“南猿”，日文译为猿人。❶南方古猿类之一属。1924 年发现于南非（阿扎尼亚）的汤恩（Taung）附近，为一幼年头骨化石，命名为非洲南猿（Australopithecus africanus）。其颅底的枕骨大孔位置已移至近颅底中央部；骨盆比猿类宽，已能直立行走；体高约 120—130 厘米，估计平均体重约 25 公斤左右；脑容量平均不到 450 毫升，脑的顶叶已扩大，可能具有原始的语言能力；额部低平，眉嵴粗壮；门齿较现代人略小，无齿隙，齿弓呈抛物线形，牙冠面磨蚀成均匀平整的平面。生活于较干燥而宽阔的草原地带；杂食性，而食肉稍多，动作较灵巧，已能使用天然工具。自 1924 年后，在非洲及亚洲发现了十余处化石地点，发现分属百余个体的化石千余件（截至 1971 年止，计头骨 11 件，脑内膜 13 件，头盖骨 45 件，上颌骨 77 件，下颌骨 79 件，乳齿 110 颗，恒齿 933 颗及各种脊椎骨、肩带、腰带、四肢骨等约百余件）。古人类学家曾据以建立南方古猿、迩人、傍人、东非人等属。目前多认为所有化石归为南方古猿一属三种。非洲南猿（Australopithecus africanus）以达特发现的非洲南猿为代表，并包括普罗美修斯南猿（A. prometheus）和德兰士瓦迩人（Plesianthropus transvaalensis）；粗壮南猿（A. robustus）以粗壮傍人（Paranthropus robustus）为代表，并包括巨齿傍人（P. crassidens）等；鲍氏南猿以鲍氏东非人（Zinjanthropus boisei）为代表，后二者被归纳为粗壮型南猿（或 P 型南猿，前者被称为纤细型南猿或 A 型南猿），参见有关条。我国湖北建始早更新世晚期洞穴堆积中已发现南猿牙齿化石（右下第二臼齿及左下第二臼齿），与之共同发现的尚有步氏巨猿（Gigantopithecus blacki）、大熊猫、剑齿象、乳齿象及云南马（Equus yunnanensis）等化石；同时在湖北巴东及广西南宁也曾收购到南猿牙齿化石。此外，1957 年荷兰古生物学家孔尼华（Koenigswald）根据购自香港中药店的一颗臼齿建立了半人裴氏种（Hemanthropus peii）也可能亦属南猿。❷南方古猿类（Australopithecid）的泛称，生活于上新世晚期到更新世中期（距今约 100—500 万年


南方古猿复原像

间）。可能其早期类型是继拉玛古猿以后的，从猿到人过渡阶段的晚期代表；其晚期类型已与猿人同时存在，为人类进化中的旁支。国外南方古猿化石概况见 157 页附表。

【南猿】 Australopithecus 即“南方古猿”。

【非洲南猿】 Australopithecus africanus 南方古猿的属型种。详见“南方古猿”



南方古猿非洲种

【纤细型南猿】 gracile australopi thecine 南方古猿类中较纤细的一些类型的通称，以非洲南猿为代表，为人类进化的早期阶段的代表或认为它们是雌性个体。详见“南方古猿”。

【粗壮型南猿】 robust australopithecine 南方古猿的较粗壮的一些类型的通称，以粗壮南猿（傍人）为代表，是人类进化早期阶段的旁支或认为是雄性个体。详见“南方古猿”。

【傍人】 Paranthropus 粗壮型南方古猿的代表，或称为“P 型南猿”。1938 年发现于南非（阿扎尼亚）中更新统，发现的化石有头骨、下颌骨和牙齿等，最初命名为粗壮傍人（Paranthropus robustus），现已改为粗壮南猿（Australopithecus robustus），头骨结构粗壮，脑量较大，平均稍大于 500 毫升；身材稍高，约 130—140 厘米左右；体重约 40 公斤；颊齿粗大，但犬齿小，不突出于齿列之上；无齿隙，齿弓呈抛物线状。两足直立行走。生活于潮湿的热带森林环境，主要吃植物性食物。关于粗壮型南猿与纤细型南猿的关系有两种意见：一种认为粗壮型南猿为进化中的旁支，纤细型南猿才是人类的直接祖先；一种认为二者只是不同性别的差异，粗壮型为雄性，纤细型为雌性。参见“南方古猿”。



南方古猿粗壮种

【迩人】 Plesianthropus 南方古猿化石，1936 年发现于南非（阿扎尼亚）斯特克方丹。当时定名为德兰士瓦迩人（Plesianthropus transvaalensis），现归属纤细型南猿。亦译“近人”。曾译“更人”，不确，因 Plesio 作“近边”、“近来”解，Pleist 作“最多”解。

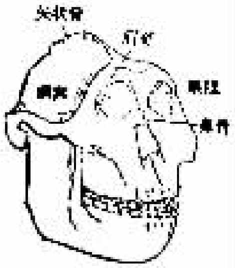
南猿及早期南猿概况

类型	发现地点	国别	发现年代	地质时代	曾用名
非洲南猿	汤恩 Taung	南非(阿扎尼亚)	1924	早—中更新世	非洲南猿 *Australopithecus africanus*
	斯特克方丹 Sterkfontein	南非(阿扎尼亚)	1936	早更新世	德兰士瓦近人 *Plesianthropus transvaalensis*
	马卡潘斯盖 Makapansgat	南非(阿扎尼亚)	1947	早更新世	普罗米修斯南猿 *Australopithecus prometheus*
	库彼福勒 Koobi Fora	坦桑尼亚	1970	160—180万年	
	加鲁西 Garusi	坦桑尼亚	1939		非洲魁人 *Meganthropus africanus* 非洲前人 *Praeanthropus africanus* 非洲猿人 *Africanthropus njarasensis*
粗壮南猿	克罗姆德莱 Kromdraai	南非(阿扎尼亚)	1938	中更新世	粗壮傍人 *Paranthropus robustus*
	斯瓦特克朗 Swartkranz	南非(阿扎尼亚)	1948	中更新世	巨齿傍人 *Paranthropus crassidens*
	切索旺加 Chesowanja	肯尼亚	1971	110—120万年	
鲍氏南猿	奥杜威 Olduvai	坦桑尼亚	1959	175万年	鲍氏东非人 *Zinjanthropus boisei*
	佩宁伊 Peninj	坦桑尼亚	1964	中更新世	鲍氏东非人 *Zinjanthropus boisei*
	库彼福勒 Koobi Fora	坦桑尼亚	1970	160—180万年	鲍氏东非人 *Zinjanthropus boisei*
早期南猿	戈罗拉 Ngorora	肯尼亚	1970	900万年	南方古猿
	洛塔甘 Lothagam	肯尼亚	1971	550万年	南方古猿
	卡纳波伊 Kanapoi	肯尼亚	1971	400万年	南方古猿

类型	发现地点	国别	发现年代	地质时代	曾用名
归属未定	三吉岭 Sangiran	印尼	1939	中更新世	古爪哇魁人 *Meganthropus palaeojavanicus* 疑似猿人 *Pithecanthropus dubius*
	科罗托罗 Korotoro	乍得	1960	早—中更新世	乍得人 *Tchadanthropus uxoris* 副南方古猿 *Paraustralopithecus*
	奥莫 Omo	埃塞俄比亚	1967	早更新世	副南方古猿
	乌拜迪亚 Ubeidija	巴勒斯坦	1959		约旦人 *Jordanthropus* 猿人
	华南地点不明	中国	1957		魏氏半人 *Hemanthropus peii*
	湖北建始	中国	1970		南猿

【近人】　即“迩人”

【东非人】　Zinjanthropus　南方古猿型化石。1959年发现于坦桑尼亚奥杜威峡谷。利基（L. S. B. Leakey）定名为鲍氏东非人（Zjnjanthrop us boisei）。其特点为颞窝较大，矢状嵴明显、鼻骨长而窄。面部平扁、长而宽。犬齿、门齿较小，前臼齿、臼齿极大。颅底枕骨大孔位置很靠前，表示东非人已能直立行走。脑容量约600毫升。后在纳特龙湖（Natron）两岸又发现了一个粗壮的下颌骨。利基认为是属于东非人的。现在一般认为东非人从类型上应归属于粗壮型南方古猿，并作为一个地方型保存的氏种名，故南方古猿应包括非洲种（A. africanus）、粗壮种（A. robustus）和鲍氏种（A. boisei）。



南方古猿鲍氏种头骨复原图

【魁人】　Meganthropus　❶亦名“硕人”、“魁梧猿人”。南方古猿型化石。1942年由魏敦瑞（Weidenrich）宣布，系孔尼华（Koenigswald）根据1941年采自印尼三吉岭的一块带二个前臼齿和一个臼齿的右下颌骨建立的，因其较硕大，故名“古爪哇魁人”（Meganthropus palaeojavanicus）。1954年又发现另一下颌骨，带有不完整的第四下前臼齿和第一、第二下臼齿和完整的第三下臼齿。1950年孔尼华改为疑似猿人（Pithecanthropus dubius），1954年罗宾逊改称古爪哇傍人（Paranthropus palaeojavanicus）。现一般认为应属南方古猿。❷1939年在坦桑尼亚埃亚西湖东岸加鲁西（Garusi）发现的具二个前臼齿的上颌骨，亦被认为属于魁人属，定名非洲魁人（Meganthropus africanus）。现多认为应归于纤细型南方古猿。

【硕人】　即“魁人”。

【非洲魁人】　Meganthropus africanus　南方古猿型化石。1936 年发现于坦桑尼亚境内埃亚西湖东岸的加鲁西（Garusi）地方。化石为具二个前臼齿的上颌骨。最初认为可能属于南方古猿类，由魏纳特（Weinert）命名为加鲁西非洲猿人（Africanthropus njarasensjs），曾用加鲁西古人一名（Palaeoanthropus njarasensis）。1948 年享宁格（Henning）亦曾将其改称为非洲前人（Praeanthropus africanus）。1950 年魏纳特改名为非洲魁人（Meganthropus africanus）。1955 年罗宾逊（Robinson）亦称其为魁人。现多认为应归属于纤细型南猿。

【半人】　Hemanthropus　位置未确定的早期猿人化石。1957 年孔尼华（Koenigswald）根据购自香港中药店的来自我国南方的一个臼齿化石建立的。可能归属南方古猿类。仅包括一个种，名裴氏半人（Hemanthropus peii）或译半人裴氏种。

【猿人】　ape－man　❶对人类发展早期阶段代表的通称。日译原人。生活于距今 300—30 万年，地质时代属更新世早期和中期，考古期属于旧石器时代早期。近来有人主张将这一阶段划分为早期猿人和晚期猿人两阶段。前者为形态与南猿接近而能制造工具的较原始类型，大约生活于距今 300—150 万年左右，如坦桑尼亚的能人（Homo habilis）。后者为生活于距今 150—30 万年的其他已知的各种猿人，又称直立人，如北京人、爪哇人等。猿人仍保留着较多的猿类的体质特征，如头盖骨低平，颅腔小，骨壁厚，眉嵴粗大，颌部向前突出，下颏部后缩等。牙齿虽与猿类有较大不同，但比现代人略大。下肢与现代人相近，能两足直立行走。能制造工具，并能掌握和利用天然火，居住于洞穴或河岸等地，以采集植物及猎捕动物为生。猿人化石曾发现于亚、非、欧洲的许多地点。我国是世界上发现猿人化石最多的国家，除北京猿人、蓝田猿人、元谋猿人外，近来还在湖北郧县及郧西县发现了猿人化石。此外，荷兰古生物学家孔尼华根据购自香港中药店的化石牙齿所命名的中国猿人药铺种（Sinan－thropus officinalis），可能为生活在华南洞穴中的猿人的代表。由于猿人化石数量少，且多保存不甚完整，各类化石之间体质形态特征差异并不明显，因此不少化石的归属尚有不同意见，如开普远人、乍得人、魁人即被一些人归属于猿人，而匈牙利猿人化石的特征在猿人及智人之间。这些都需参考同时发现的哺乳动物化石、石器及绝对年龄值等资料，并对化石作详细比较研究才能确定。❷“晚期猿人”的简称。



猿人复原像

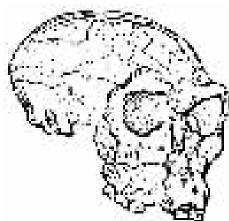
猿人化石产地概况

	名称	地点	国别	发现年代	地质时代	曾用名
早期猿人	能人	奥杜威 Olduvai	坦桑尼亚	1960	早更新世	*Homo habilis*
	伊利雷特	伊利雷特 Ileret	坦桑尼亚	1971	200万年以上	*Homo*
	1470号颅骨	卢多尔夫湖	肯尼亚	1972	200—280万年	*Homo*
	巴林戈	巴林戈 Baringo	肯尼亚		300—350万年	
	阿法尔	阿法尔 Afar	埃塞俄比亚	1974	350万年	*Homo*
晚期猿人	直立人	爪哇	印尼	1890—1974	中更新世 50—80万年	直立猿人、爪哇猿人 *Pithecanthropus erectus*
	海德堡人	海德堡 heidelberg	德	1907	40—50万年	海德堡人 *Homo heidelbergensis*
	北京猿人	北京周口店	中国	1927	50万年	中国猿人北京种 *Sinanthropus pekinensis*
	莫佐克托猿人	爪哇莫佐克托 Modjokerto	印尼	1936	早更新世末180万年	莫佐克托猿人 *Pithecanthropus modjokertensis*
	粗壮猿人	爪哇三吉岭 Sangiran	印尼	1938	早更新世末	粗壮猿人 *Pithecanthropus robustus*
	开普远人	斯瓦特克朗 Swartkranz	南非（阿扎尼亚）	1949	中更新世	开普远人 *Telanthropus capensis*
	药铺猿人	华南地点不明	中国	1952	中更新世	中国猿人药铺种 *Sinanthropus officinalis*
	阿特拉猿人	土尼芬 Turnifen 阿布德拉多	阿尔及利亚、摩洛哥	1953	45万年	阿特拉猿人 *Atlanthropus mauritanicus*
	利基猿人	奥杜威	坦桑尼亚	1960	50万年	利基猿人 *Homo leakeyi* 舍利人 Chellean man
	蓝田猿人	陕西蓝田	中国	1963	78—85万年	*Sinanthropus lantienensis* 中国猿人蓝田种

	名称	地点	国别	发现年代	地质时代	曾用名
晚期猿人	奥杜威13号头骨	奥杜威	坦桑尼亚	1963		奥杜威13号头骨 Olduvai Hominid 13
	沈劝	沈劝 Tham Khuyen	越南	1965	第二间冰期	
	维斯特洛佐猿人	维斯特洛佐 Vertesszöllos	匈	1966	40万年	古匈牙利人 *Homo palaeohungaricus*
	捷克猿人	布拉格以北	捷	1969	40万年	
	元谋猿人	云南元谋	中国	1972	180万年	
	郧县猿人	湖北郧县梅铺	中国	1975	中更新世	
	郧西猿人	湖北郧县白龙洞	中国	1976	中更新世	

【早期猿人】　人类发展最初阶段的代表，包括更新世早期，约相当于距今300—200万年左右期间内的人类。其基本特点是能够直立行走，并能制造简单的砾石工具，脑容量亦较大。其体质形态特征与南方古猿仍有许多近似之处，故主要需以能够制造石器工具判断。目前归属这一类的有奥杜威的“能人”和肯尼亚的“1470号头骨”等。“1470号头骨”系理查德·利基（R. F. Leakey）1972年发现于肯尼亚特卡纳湖（卢多尔夫湖）东岸，有头骨及腿骨。头骨上无晚期猿人所具有的突出的眉嵴，脑量约700毫升，肢骨与现代人相似。经测定约距今200—280万年。

【能人】　Homo habilis　早期猿人化石代表。1960年发现于坦桑尼亚奥杜威峡谷。最初发现的是一个儿童的顶骨、下颌骨，成年人的锁骨、足骨和二者的手骨。1963年又发现一个头骨及带有牙齿的下颌骨。1964年路易斯·利基（L. S. B. Leakey）以儿童下颌骨为正型确定能人（Homo habilis）是比东非人等更进步的人属（Homo）中的一个新种。其依据为脑容量大，约680毫升，头骨骨壁薄，眉嵴不明显，前臼齿比纤细型南猿窄。手骨及足骨与现代人相似。同时发现了砾石工具，主要是以火山熔岩及石英块为原料打制成的砍砸器，根据产地一些石块的排列，推测能人已能建立简单的住所。同时还发现能人吃掉的猎获物的残骸化石。能人大约生活在距今约180万年前。


能人头骨复原图

【晚期猿人】 人类发展第二阶段的化石代表，包括早更新世晚期到中更新世，约距今200万或150万年到40万年期间的人类。其脑容量继续增大，能两足行走并制造较进步的工具，已开始用火。晚期猿人过去通常称为猿人，生物分类上属直立人（Homo erectus），与现代人为不同的种。世界各地晚期猿人之间只有亚种的区别，如北京猿人（Homo erectus pekinensis）、爪哇猿人（Homo erectuserectus）等。

【直立人】 Homo erectus 人属中较早期的一个种，即晚期猿人的学名。自1891年发现爪哇猿人后各地陆续发现了一些猿人化石，开始分别定为不同的属及种。由于化石材料的积累及对这些材料的深入研究表明，这些猿人化石的形态基本相似，它们之间只是亚种的差别。因此，所有猿人化石首先均归于直立猿人（Pithecanthropus erectus）。后来的研究证明，猿人与现代人之间亦不存在属一级的差别，猿人、古人及现代人均属于同一个属，而猿人与古人、现代人只有种的差别。所以全部晚期猿人化石均为直立人（Homo erectus）的不同亚种。世界各地已发现的猿人化石分布于非洲、亚洲及欧洲，见160页附表。

【元谋猿人】 Homo erectus yuanmoensis 又称“元谋人”。1965年发现于云南元谋大那乌村，化石为同属于一个男性个体的左右上内侧门齿各一枚。门齿的大小及齿冠基部肿厚等特征与北京猿人的门齿较相近，但也具有许多与北京猿人不同的特征，据其特征应早于北京猿人和蓝田猿人。与其共生的动物群有泥河湾短剑虎（Meganthereon nihowanensis）、爪兽（Nestoritherium sp.）、龙川始柱角鹿（Eostyloceros tungchunensis）、纤细原始麂（Procapreolus stenosis）等；第三纪残存种及桑氏鬣狗（Hyaena licenti）、元谋剑齿虎（Stegodon yuanmoensis）、云南马（Equus yunnanensis）、中国犀（Rhinoceros sinensis）、山西轴鹿（Axis shansius）等早更新世的典型种。地质时代为早更新世晚期或中更新世早期。根据古地磁学的研究，元谋人的绝对年龄约为距今150—180万年左右。在元谋人化石产地还发现少量的石器及用火遗迹。

【蓝田猿人】 Homo erectus lantienensis 曾称“蓝田中国猿人”，简称“蓝田人”，是晚期猿人化石。1963—1964年，分别发现于陕西蓝田县的陈家窝和公王岭而得名。发现的化石分别为一老年妇女的颌骨（包括牙齿）和中年妇女头盖骨的大部分（包括面骨的一部分）。其特点是头骨壁厚度比现代人厚一倍（约16毫米），额骨很宽，明显向后倾斜；眉嵴粗壮，在眼眶上方形成一条横行的骨嵴；头骨高度甚小，脑容量约780毫升，小于北京猿人。与猿人化石同时发现的哺乳动物有三门马（Equus sanmeniensis）、大熊猫（Ailuropoda melanoleuca cf. fovealis）、中国鬣狗（Hyaena sinensis）、猎豹（Cynailurus pleistocaenicus）、中国爪兽（Nestoritherium cf sinensis）、丽牛（Leptobos）、葛氏斑鹿（Pseudaxis－grayi）、方氏鼢鼠（Myospalax fontanieri）等。并发现石器、石片及石核等。地质时代属中更新世早期，陈家窝下颌骨的绝对年龄为距今65万年，公王岭头骨约为距今75—80万年。


蓝田猿人复原头骨

【北京猿人】 Homo erectus pekinensis，Sinanthropus pekinensis 又称“中国猿人”，“中国猿人北京种”，直译应为北京中国人或简称北京人。1921年和1923年瑞典人安特生（Andersson）和奥地利人师丹斯基（Zdansky），曾在北京房山周口店采集动物化石，整理时发现有近似于人类牙齿的化石。1927年正式发掘，并于年底在龙骨山的洞穴堆积中发现人类下臼齿化石，定名为中国猿人北京种（Sinanthropus pekinensis）。北京猿人生活于大约五十七万年以前，地质年代属中更新世早期。第一个头盖骨是1929年12月由裴文中指导我国工人发掘出来的。至1937年抗日战争开始时，陆续发现的化石计头盖骨5具，头骨残片9块，面骨6块，下颌骨14块，牙齿147颗，股骨断片7段，肱骨2段，锁骨1根，月骨1块，分别来自40多个不同年龄和性别的猿人个体。解放后又先后发现头盖骨、下颌骨各一件，牙齿6颗及肱骨、胫骨等。同时在瑞典所存的周口店化石中也曾清理出猿人牙齿一枚。在遗址除发现猿人化石外，尚有大量哺乳动物化石，其中有30%为绝灭种，称周口店动物群，尤其是1931年裴文中首先肯定了猿人用火的遗迹，这在当时是最先发现的猿人已会用火的直接证据。同时还有猿人使用的石器工具几万件。北京猿人头骨顶部低平，前额后倾，眉嵴前突且左右相连，头盖骨最宽处在两外耳门附近。骨壁厚度达9.7毫米，平均脑容量为1059毫升，只有现代人的$\frac{1}{3}$，这些特征多与猿类接近。下颌骨的齿槽缘前倾，颏部后缩，但舌面有棘状突起，齿列齐平，与人类较接近。四肢骨的大小、形状、比例和肌肉附着点（特别是上肢骨），基本上具有现代人的形式。北京猿人身长约156厘米；群居洞穴，狩猎为生。使用的工具是石器和骨器，但制造粗糙，用途多未分化，相当于旧石器时代初期的制作形式。北京猿人遗址是目前世界上发现化石最丰富的遗址之一。但解放前所发现的标本，除1927和1952年发表的牙齿化石仍在瑞典外，其余均在抗日战争期间（1941年）在美国人胡顿等手中弄得下落不明了。但当时主要的化石均由胡承志等作成模型保存了下来，这些模型就成为研究解放前发现的北京猿人化石的惟一原始材料。周口店北京猿人堆积物厚度大，分布广，过去发掘了一部分，随着研究工作的进展，今后仍可能有新的发现。


北京猿人女性复原图

【中国猿人】　Sinanthropus　“北京猿人”之属名。直译为“中国人”，通常译为“北京猿人”，以表示其为猿人阶段的化石代表。包括1927年前步达生（Black）建立的中国猿人北京种（Sinanthropus pekinensis）及1952年孔尼华（Koenigswald）建立的中国猿人药铺种（Sinanthropus officinalis）。这一属名近来趋向于废弃，改用“直立人北京亚种”（Homo erectus pekinensis）代替；中文译名为“北京猿人”。

【中国猿人北京种】　Sinanthropus pekinensis　北京猿人最初定名的拉丁文学名，现已改为Homo erectus pekinensis直立人北京亚种。详见“北京猿人”。



1966年发现的北京猿人头盖骨

【中国猿人药铺种】　Sinanthropus officinalis　1952年孔尼华（Koenigswald）根据在香港中药店购买的龙骨及龙齿中的一颗猿人臼齿建立，这些龙骨均采自我国华南的第四纪洞穴堆积中，因此它可能是华南的猿人代表。尤其是近年来，继蓝田，元谋之后，又在长江流域的郧县和郧西发现猿人，因此，华南地区发现猿人化石产地是完全可能的。但因中国猿人药铺种化石材料太少，不太为人重视。

【爪哇猿人】　Pithecanthropus erectus，Homo erectus erectus　又称“直立猿人”，简称“爪哇人”，晚期猿人的代表，这是世界上最早发现的猿人化石。1891年在印度尼西亚爪哇岛特里尼尔（Trinil）附近发现。地质时代属更新世中期，距今约70—80万年。化石有头盖骨一具，臼齿二枚，左侧股骨一根。形态特征是：颅骨低平，最宽处接近颅底；额骨倾斜，眉嵴呈屋檐状；脑容量约900毫升；臼齿粗大；股骨长45厘米，骨干甚直，适直立行走。由于上述特征介于猿与人之间故名猿人（Pithec为拉丁文“猿”，anthrop为拉丁文“人”）。1936年以后又在三吉岭（Sangiran）、莫佐克托（Modjokerto）等地不断发现新化石，至今已发现了9个头盖骨、5个下颌骨和六根股骨，其中莫佐克托的幼童头盖骨比较早，约距今150—190万年左右。但迄今未找到爪哇猿人所使用的石器工具。

【直立猿人】　Pithecanthropus erectus　即“爪哇猿人”，依拉丁文学名直译应为“猿人直立种”或“直立猿人”，现猿人属名已趋向废弃，称“直立人直立亚种”（Homo erectus erectus），通称“爪哇猿人”。

【阿特拉猿人】　Atlanthropus mauritanicus，Homo erectus mauritanicus　晚期猿人化石。1945年发现于北非阿尔及利亚土尼芬（Turnifen）地方，以后陆续在摩洛哥的卡萨布兰卡及拉巴特等地又有新的发现，共包括下颌骨三个、右侧顶骨一块和牙齿9枚。结构粗壮，颏部后缩，下颌枝低而宽，与爪哇猿人和北京猿人相类似。同时还发现舍利—阿舍利期手斧等。距今约45万年。亦有以种名而称为“毛里坦猿人”者。

【毛里坦猿人】　Atlanthropus mauritanicus　即“阿特拉猿人”，因首先发现于阿尔及利亚的毛里坦地方，因此最初定名为“阿特拉猿人毛里坦种”，亦称为“毛里坦猿人”。

【海德堡人】 Homo heidelbergensis，Homo erectus heidelbergensis 晚期猿人化石。1907 年在德国海德堡东南摩尔村砂层中发现。所发现的化石为下颌骨一具。形状硕大，下颌支短宽，下颌切迹浅平，其舌面中部呈凹陷状，咀嚼肌的附着面特大，这是他的原始特征；但齿弓短宽，齿列齐平而无齿隙是他的进步特征。其时代约为中更新世民德冰期，距今约 40 万年左右。与其同时期的化石有匈牙利布达佩斯附近维特斯佐洛的猿人化石，其特征更接近尼安德特人。

【利基猿人】 Homo erectus leakeyi 晚期猿人化石。发现于东非。1960 年路·利基发现于坦桑尼亚奥杜威峡谷第二层，距顶部约 20 英尺处。以一个头盖骨为代表。后又发现属于晚期猿人的股骨及髋骨断片。其地质时代属更新世中期，距今约 50 万年左右。其头盖骨穹窿较低，骨片厚度大、眉嵴及枕脊均大。股骨特征与北京猿人相近，骨壁厚度及髓腔大小均为中等。年代亦与北京猿人相当。伴生有丰富的哺乳动物化石及奥杜威文化的砾石工具（手斧等）。过去曾用“舍利人”一名来称呼利基猿人。现在与猿人化石同层产出的石器已命名为奥杜威文化，不再以北非的“舍利文化”称之。故“舍利人”一名应废弃。


利基猿人头盖骨

【舍利人】 Chelleanman 即“利基猿人”。过去因与利基猿人一起发现的手斧，曾与北非旧石器时代舍利文化对比而泛称舍利人。现因这一文化已正式命名为“奥杜威文化”，故“舍利人”一名亦逐渐废弃。

【辟尔唐人】 piltdown man Eoanthropus dowsoni 又名“曙人”，是古人类学研究中一个精心制造的骗局，1911 年英国苏塞克斯郡律师陶逊（Dawson）声称，在辟尔唐（Piltdawn）地方发现猿人头盖破片及半个下颌骨。英国地质学家伍德华（Woodward）认为是早期原始人类的化石，称为“曙人陶逊种”（Eoanthropus dawsoni），1913 年又在此地发现动物化石、石器及人类犬齿化石。曙人头盖骨前额宽而平，眉嵴微弱，与近代人接近；而下颌骨形态却与黑猩猩相似，很多人对其表示怀疑。有些科学工作者为了替英国争得产出最古化石人类的荣誉而竭力为之争辩。争论多年不能解决。1948 年后采用含氟量测定法确定颅骨和下颌骨属于不同时代；同时查明其颅骨时代不早于新石器时代，并经染色，使颅骨表面具有与哺乳动物化石相同的黑色；下颌骨属于一个未成年的现代黑猩猩，并且亦经染色，其牙齿有明显的人工磨凿痕迹；动物化石是由外地用人工搬移来并埋入地下的，石器和骨器是伪造的。直到 1953 年这一骗局才被彻底揭穿。1959 年经用 C^{14} 法测定，头盖骨属于距今 620 年前的现代人，黑猩猩下颌骨距今约 500 年。

【曙人】 Eoanthropus 即“辟尔唐人”

【古人】 Homo sapiens neanderthalensis 又称“早期智人”，日文文献中称旧人，

介于猿人（晚期猿人）和新人（晚期智人）之间的人类，是人类发展的第三个阶段。生活于距今约 30 余万至约 4 万年前。地质时代属更新世晚期，考古期属旧石器时代中期，最早引人注意的是，1856 年在德国杜塞尔多夫城的尼安德河谷附近洞穴中发现的尼安德特人化石，故人类发展的这一个阶段又称尼人阶段。古人的主要体质特征是脑容量较大，约 1300—1600 毫升，男女平均为 1440 毫升，但脑的结构却保留不少原始特征。古人的眉嵴发达，前额较倾斜，枕部突出颜面很长，眼眶圆而大，两眶间距离相当大，鼻部扁宽，颌部前突，颏部后缩。上述这些形态特征，虽较猿人进步，但仍保留一些较原始的性质。古人已能完全直立，成人身高约 155 厘米。目前有些古人类学家认为古人大抵又可分为两种类型：以尼安德特人和圣沙拜耳人等为代表的一类称为典型尼人；亚洲、非洲及欧洲其他一些地点的古人如斯虎耳人等为非典型尼人。非典型尼人脑量小于典型尼人，而形态特征比典型尼人更接近新人。对尼人在人类发展中的地位有两种意见：一种认为新人是由尼人发展而来；另一种意见认为尼人只是人类发展过程中已绝灭的旁支。过去曾认为古人与新人为人属（Homo）中的不同种，其学名为尼安德特人（Homo neanderthalensis），新人学名为智人（Homo sapiens），现在多认为古人与新人只有亚种的区别，古人的学名也改为智人尼安德特亚种（Homo sapiens neanderthalensis）。古人已能取火，并能制作较精致的石器和复合工具如标枪等，同时已会用兽皮作简陋的衣服。目前已发现的古人化石产地约 70 余处，所发现的化石分属于 200 余不同年龄和性别的个体。但迄今尚未在新大陆发现古人化石。我国古人化石有丁村人、马坝人、长阳人、桐梓人、许家窑人和周口店第四地点的龙骨山人等。主要古人化石产地概况见附表。

古人主要化石产地概况

名　称	化石产地		发现年代	化石状况	地质年代或距今年代
	地　点	国家地区			
直布罗陀人	Gibraltar	直布罗陀	1848	头骨	
尼安德特人	Neanderthal	德	1856	头骨 肢骨	4—7万
斯庇人	Spy	比利时	1886	二个成年男性骨架	玉木早期
克拉皮纳人	Krapina	南斯拉夫	1895—1905	14个个体，(9个成人，5个幼童，200多牙齿)	
莫斯特人	Le moustier	德	1908		
圣沙拜尔人	La chapelle-aux-Saints	法	1908	老年男人骨架	35000—45000

名称	化石产地		发现年代	化石状况	地质年代或距今年代
	地点	国家地区			
基纳人	La Quina	法	1908—1921		玉木早期
费拉西人	La ferrassie	法	1909—1910	7个个体，包括胎儿	35000年以上
埃林斯多夫	Ehringsdorf	德	1914—1925	20多岁女人头，下颌，幼童下颌，头后骨骼	上6—12万
布罗肯山人（罗德西亚人）	Broken (Rodesian man)	赞比亚	1921	成年男性头骨	3—10万
奥哈巴-波罗尔	Ohabe-ponor	罗马尼亚	1923	趾骨	玉木早期
基克-柯巴人	Kik-Koba	苏联	1924	成年肢骨，小儿桡骨肢骨	4—7万
朱蒂耶人或加利利人	Zuttiyeh Galilee	巴勒斯坦	1925	不完整男性头骨	7万
加诺西人	Ganovce	捷	1926	颅腔内模	7万
卡梅尔山人	Mount Carmel				
塔邦人	Tabun	巴勒斯坦	1929—1934	成年女性完整骨架，成年男性下颌	4—7万
斯虎尔人	Skhul	巴勒斯坦	1931—1932	5男，2女，3幼童	7万
萨科柏斯托人	Saccopastore	意	1929—1935	成年男女头骨	6万
昂栋人（索罗人）	Ngandong (Solo)	印尼	1931—1941	头盖骨12个	晚更新世
斯泰因海姆人	Steinheim	德	1933	女性头盖骨	20—25万
卡夫泽人	Kafzeh	巴勒斯坦	1934—1967	10个个体	7万
斯旺司孔人	Swanscombe	英	1935	头	25万
切舍克-塔什人	Tesch-Tash	苏联	1938	幼童	4—7万
坎尚诺人	Quinzano	法	1938	头	7—15万
孟色西人	Monte Circeo	意	1939—1950	头（成男），下颌	玉木早期
蒙特莫兰人	Montmaurin	法	1949	下颌	7—15万
丰德谢瓦德人	Fontechevade	法	1947	头骨碎片	7—15万

名　　称	化石产地		发现年代	化石状况	地质年代或距今年代
	地　　点	国家地区			
阿西苏居人	Arcy-Sur-Cure	法	1949—1951	下颌	14万
斯塔罗谢循人	Staroselje	苏　联	1952	2岁幼儿	
豪亚弗塔人	Haua Fteah	利比亚	1952—1955	下颌	4万
苏尔达纳人	Saldanha	南非（阿扎尼亚）	1963	头盖、下颌	4万
丁村人	山西襄汾	中　国	1954—1975	牙齿、头骨碎片	10万
沙尼达尔人	Shanidar	伊拉克	1953—1960	8个个体	4.69万
长阳人	湖北长阳	中　国	1956—1957	上颌	4—6万
牛川人	Ushikawa（爱知县）	日　本	1957	肱骨	里斯—玉木间冰期
马坝人	广东韶关	中　国	1958	头骨	10万
佩特拉郎那人	Petralona	希　腊	1960	头骨	玉木冰期
热贝尔依罗人	Jebel Iroud	摩洛哥	1961	头骨及面骨	
阿木德人	Amud	巴勒斯坦	1961—1964	4个个体，一成年男性完整骨架	4—7万
奥莫人	Omo	埃塞俄比亚	1967	2个个体	5—10万
沱海人	Tham Hai	越　南	1964	牙齿	2万
陶塔维人	Tautavel	法	1971	面骨，额骨，下颌	20万
桐梓人	贵州桐梓	中　国	1972	牙齿	10万
龙骨山人	周口店第四地点	中　国	1973	牙齿	10万
许家窑人	山西阳高	中　国	1976	牙齿、头骨碎片	10万

【早期智人】　即“古人”

【尼安德特人】　Neanderthal man　简称“尼人”。❶为古人化石之一，因1856年发现于德国杜塞尔多夫附近，尼安德河谷中一山坡的洞穴中而得名。当时发现的化石有头盖骨一个和体骨（包括肋骨、肩胛骨、锁骨、肱骨、尺骨、指骨、髂骨和股骨等）若干块，属于一个年约40—50岁的男人。其额骨向后倾斜，眉嵴粗壮，枕部突出，头骨高度较小，而脑容量较大，约为1230毫升；体骨粗壮，骨嵴甚为发达。腿比现代人短，身长约156厘米，体矮而较粗壮。过去复原的尼人，头向前倾，膝部弯曲，不能全伸直；现经研究系因头骨复原不准确及腿骨有后天病变所造成的。其生活的地质年代为中更新世晚期，距今约7万年。❷是古人阶段所有人类化石的通称。

【尼人】 即“尼安德特人”。


尼安德特人复原图

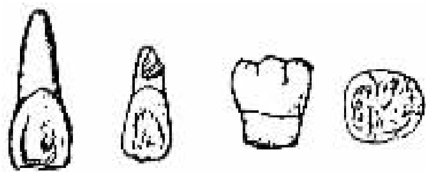
【马坝人】 我国古人化石，以1958年在广东省韶关市马坝乡狮子山，石灰岩洞穴中发现的一个不完整的人类头骨化石而得名。


马坝人头盖骨

头骨化石有顶盖部分、额骨及部分顶骨、右眼眶和鼻骨大部分。其形态特征：额骨向后逐渐倾斜，较现代人为低，但高于北京猿人；眉嵴粗壮，眉嵴之后的额骨部分明显收缩，类似猿人；鼻骨同猿人和尼安德特人相似，远比现代人宽阔；头骨骨壁较猿人为薄，同尼安德特人相似；头骨高度较小，也同尼安德特人相似。是属早期古人阶段的人类。共生的动物群有：熊猫（Ailuropoda）、剑齿象（Stegodon）和犀牛（Rhinoceros）等。其地质时代为晚更新世初期，距今约十余万年。

【长阳人】 我国古人化石，1956年在湖北省长阳县赵家堰洞穴中发现，故名。地质年代属晚更新世早期，略迟于马坝人。发现的人类化石有左侧上颌骨一部分（带三枚牙齿）和单独牙齿一枚，其牙齿冠面有较多皱纹，犬齿隆凸明显，均为原始特征。但吻部向前突出不明显，为其进步特征。共生的哺乳动物化石有东方剑齿象（Stegodon orientalis）、中国犀牛（Rhinoceros sinensis）、巨貘（Megatapirus augustus）、中国短吻鬣狗（Hyaenabrevirostris sinensis）、熊猫（Ailuropoda）、虎（Panthera tigris）等。

【丁村人】 我国古人化石。1954年在山西襄汾县丁村发现了三枚人类的牙齿化石，为属于同一个体的门齿二枚，臼齿一枚，称“丁村人”。1976年9月在“丁村人”牙齿化石出土的同一地点的砂砾层中，又发现一个小孩右顶骨化石。丁村人的牙齿结构还有若干原始性质，但齿冠和齿根细小又显然比北京猿人的牙齿进步。新发现的小孩顶骨骨壁比北京猿人的小孩顶骨薄。丁村人的石器加工更细，在技术上也比北京猿人有显著的提高，应属古人阶段的人类。与其共生的动物化石有梅氏犀（Rhinoceros mercki）、普氏野马（Equus przewalskyi）、野驴（Equus hemionus）、纳玛象（Palaeoloxodon cf. namadicus）、葛氏斑鹿（Pseudaxis grayi）、方氏鼢鼠（Myospalax fontanieri）、转角羚羊（Spiroecrus）、熊（Ursus）及鲤科鱼类咽喉齿等。地质时代属于晚更新世早期，距今约10万年左右。


丁村人牙齿

【许家窑人】 我国古人化石。1976年发现于山西阳高许家窑及河北阳原侯家窑之间。共发现顶骨、枕骨、上颌骨、下颌骨等骨片及臼齿等，代表不同年龄及性别的十多个个体。头盖骨骨片厚度大，牙齿粗大，齿冠沟纹与北京猿人有相似之处。头骨最大宽度位置较高，头骨较圆、枕骨较宽等为其进步特征。伴生动物化石丰富，以野马、犀

牛、羚羊为主，动物骨骼多被打碎，且有烧骨。还发现大量旧石器中期的人类文化遗存、包括石器及骨、角器等。其石器具细石器特征。地质时代为晚更新世早期，约距今十万年左右。

【新人】 Homo Sapiens sapiens 又称“晚期智人”。古人阶段以后的人类，是人类发展的第四阶段，包括从更新世晚期的化石人类克罗马农人直到现代人类。不过一般指生存于距今 4—1 万年前的人类，而纪元前 1 万年以来的人类称现代人类。新人化石首先于 1868 年在法国南部克罗马农（CroMagnon）山洞中发现，所以人类发展的这个阶段又称克人阶段。新人的体质特征是：头骨高而长，额部垂直，眉嵴微弱，颜面广阔，眼眶低而短，眼眶间距离较窄，鼻狭，脑容量大；身体高大，四肢骨髓腔较大，骨嵴显著，这些特征与现代人接近。我国新人化石发现较多，如柳江人、山顶洞人等。关于新人的起源及与尼人的关系目前尚有不同的意见。新人除有多种类型的精致石器外，还有骨制、角制的文具，鱼叉、箭等，并能人工取火。营渔猎生活。他们已能绘画、雕刻及艺术等活动，在欧洲西部，新人住过的洞穴壁上有以动物为体裁的壁画，我国山顶洞人已有磨制、染色技术和埋葬死者的习俗。时代约属旧石器时代晚期。新人化石地点在世界各地屡有发现，除欧、亚、非三洲外，美洲及大洋洲亦有新人化石发现，见附表。

新人主要化石产地概况

名称	化石产地		发现年代（年）	化石状况	地质年代或距今年代
	地点	国家、地区			
克罗马农人	Cro-Magnon	法	1868	5个个体	2—3万年
格里马迪人	Grimaldi	摩纳哥	1872—1901	7个个体	4万年
尚塞拉德人	Chancelade	法	1888	成年男人	1.2—1.7万年
瓦加克人	Wadjack	印尼	1890	2头骨及下颌牙齿	4万年
布尔诺人	Beno	捷	1891	头骨下颌碎片头后骨	玉木晚期
普列德摩斯特人	Predmosti	捷	1894—1957	27个个体	3.48万年
孔姆卡佩人	Combe-Capell	法	1909	成年男人头	3.4万年
博斯科普人	Boskop	南非（阿扎尼亚）	1913	头	晚更新世
奥伯卡斯尔人	Oberkassel	德	1914	2个个体	1.2—1.7万年
河套人	乌审旗（内蒙古）	中国	1922—1956	头、肢骨碎片、牙	更新世末
阿塞拉人	Asselar	马里	1927	成年男性	更新世末

名　　称	化石产地		发现年代	化石状况	地质年代或距今年代
	地　　点	国家、地区	（年）		
阿尔法卢人	Alfalou	阿尔及利亚	1928—1929	48个个体	晚更新世
明尼苏达人	Minnesota	北美	1931	头	1.1万年
明石人		日本	1931	腰椎骨	晚更新世
弗洛里斯巴人	Florisbad	南非（阿扎尼亚）	1932	头	3.5万年
山顶洞人		中国	1933	8个个体	2万年
扎赉诺尔人	扎赉诺尔（黑龙江）	中国	1933—1943	2头、上下颌	1万年
凯洛人	Keilor	澳大利亚	1940	头骨等	1.3万年
谅庄人	Lang Thmg	越南	1942	牙	晚更新世
希昂克洛维纳人	Cioclovina	罗马尼亚	1942	头	玉木期
特佩克斯潘人	Tepexpan	墨西哥	1949	头	1.1万年
葛生人	葛生（栃木县）	日本	1950	下颌肢骨	晚更新世
资阳人	资阳（四川）	中国	1951	头	晚更新世
榆树人	榆树（吉林）	中国	1951	头骨片肢骨片	晚更新世
下草湾人	下草湾（江苏泗洪）	中国	1954	股骨中段	晚更新世
麒麟山人	来宾（广西）	中国	1956	头骨片	晚更新世
仑达人	Rhunda	德	1956	头骨右侧骨片	晚更新世
建平人	建平（辽宁）	中国	1957	肱骨	晚更新世
柳江人	柳江（广西）	中国	1958	头骨椎骨荐骨	晚更新世
尼阿人	Niah	马来西亚	1959	头	3.9万年
丽江人	丽江（云南）	中国	1960,1964	头骨股骨	晚更新世
荔浦人	荔浦（广西）	中国	1961	牙	晚更新世
滨北人	滨北（静冈县）	日本	1961—1962	头骨片肢骨片	玉木期
峙峪人	朔县（山西）	中国	1963	枕骨	2.8万年
新泰人	新泰（山东）	中国	1966	牙	晚更新世
马尔莫人	Marmes	北美	1967	头	1.1—1.3万年
奥莫人	Omo	埃塞俄比亚	1967	2个个体	5—10万年（有人列为古人）
芒戈湖人	Lake Mungo	澳大利亚	1968	头	2.5—3.2万年
科阿沼泽人	Kow Swamp	澳大利亚	1968	40个个体	1万年
阿拉哈巴德人	Allahabad	印度	1971		1万年
左镇人	左镇（台湾省台南县）	中国	1972	头盖	2—3万年
西畴人	西畴（云南）	中国	1973		

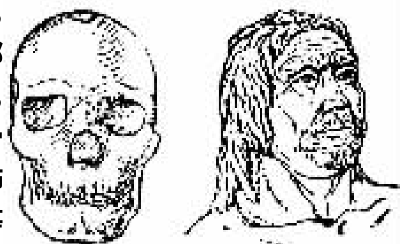
【晚期智人】 即“新人”

【克罗马农人】 Cro－Magnon man❶新人化石之一。1868年发现在法国南部克罗马农村附近山洞中，故名。为欧罗巴人种的古代代表者，体质特征与现代人基本相同，直立行走，身材高大，体长约180厘米，平均脑容量为1600毫升。与现代欧罗巴人种的主要区别是：面部广阔，眼眶低，头骨粗壮。他们已会制造复杂的石器和骨器，并能狩猎取火，已有艺术活动及埋葬的习惯等。应属新人阶段的人类。其生活时代距今约4—1万年前，考古期属旧石器时代晚期。❷新人晚期智人阶段所有人类化石的通称。


克罗马农人复原象

【河套人】 我国新人化石。1922年在内蒙古自治区伊克昭盟，乌审旗大沟湾附近的萨拉乌苏河（即红柳河）河岸砂层中发现。地质年代属更新世晚期。所发现的化石有小孩左上外侧门齿一枚。门齿的大小与现代人相似，舌面呈铲形，具底结节。同时发现脊椎动物化石45种，如纳玛象（Palaeoloxodon namadicus）、最后斑鬣狗（Crocuta ultima）、披毛犀（Coelodonta antiquitatis）、王氏水牛（Bubalus wansjock）、河套大角鹿（Megaceros ordosianus）、赤鹿（Ceruvs canadensis）等，以及鸵鸟（Struthio）、山鹑（Coturnix）、野鸭（Anas）等鸟类化石。其中有不少是绝灭种。1956年在这里又发现右顶骨破片化石一块和左股骨下段化石一段。顶骨骨壁厚、骨缝简单、脑膜动脉沟后支比前支发达等，为其较原始特征。股骨骨壁甚厚，髓腔小为其原始特征。

【山顶洞人】 upper cave man 我国新人化石，蒙古人种的祖先。1933年发现于北京周口店龙骨山北京猿人居住过的山洞上方的洞穴里，因而得名。共计发现8个男女不同的个体，其中较完整的头骨有三个（一男性老人，二女性）。形态特征，头骨粗壮且较长，属长头型；额部倾斜，眉弓发达，眼眶低矮，梨状孔宽阔；下颌骨颏孔位置较低，且较靠后，颏部突度较小。他们的外貌与现代人基本没有什么区别，并已能从事艺术活动。洞穴中除发现石器、骨器及骨针等生产工具外，还有许多用赤铁矿染有红色的装饰品，如穿孔的鱼骨、海蚶子壳、兽牙、砾石、石珠等等，工艺制作已相当进步。在一些山顶洞人的尸骨上，见有赤铁矿的粉末，说明已有埋葬的习惯。伴生动物有54种，包括洞熊（Ursus spelaeus）、最后斑鬣狗（Croeuta ultima）、虎（Panthera tigris）、獾（Meles）、赤鹿（Cervus canadensis）、斑鹿（Pseudaxis）、野猪（Sus）、牛（Bos）、羊（Ovis）、象（Elephas）和鸵鸟（Struthio）、青鱼（Ctenopharyngodon）等。其中洞熊、最后斑鬣狗等现已绝灭，其他尚有不少为现生种。地质时代相当于晚更新世，距今约2万年。解放前发现的山顶洞人化石，已于1941年与北京猿人化石一起在美国人胡顿等手中被弄得下落不明。目前只有当时所制的模型为仅有的材料。由于山顶洞堆积已全部挖完，所以不可能再有新的发现。


山顶洞人头骨及复原象

【柳江人】 我国新人化石。1958 年在广西壮族自治区柳江县通天岩洞穴中发现的人类化石，故名。发现的化石有一个完整的中年男人头骨及部分体骨和肢骨。头骨属中头型，面部和鼻部短而宽，眶部低宽，门齿舌面呈铲形，但眉嵴显著，额骨和顶骨较现代人扁平；股骨的骨壁较现代人为厚，髓腔较现代人为小，近于古人。从头骨特征上看应属早期新人阶段的人类，具有原始蒙古人种的特征。地质时代为更新世晚期。



柳江人头骨

【资阳人】 我国新人化石。1951 年在四川省资阳县黄鳝溪江北砾石层中发现的老年女性头骨化石。同时还发现哺乳动物化石；如东方剑齿象（Stegodon oreintalis）、中国犀牛（Rhinoceros sinensis）、沙獾（Arctonyx）、黑鹿（Rusa unicolor）等。经研究资阳人虽然还有显著的眉嵴和矢状嵴，额部较现代人低、头骨较现代人厚等原始特征，但头骨高度相当大，头骨最宽处在两侧顶结节部分等特征基本上已与现代人相似，可判断其为新人阶段的人类。地质时代为更新世晚期或全新世。根据用 C^{14} 法测定砾石层产出的乌木化石的绝对年龄为 7500 ± 130 年、6700 ± 120 年、6550 ± 120 年。故对江北砾石层的时代现多倾向全新世。亦有人对资阳人化石的年代表示怀疑。但一般认为资阳人化石及其他动物化石均系石化后，被从较老地层中冲刷侵蚀出来，并经长途搬运再沉积于较晚的江北砾石层中的，而乌木化石的枝、叶、根等尚保持生长时的连接状态，显系原地埋藏，二者不可能是同时的，故江北砾石层属全新世沉积，而资阳人及动物化石则可能属更新世。



资阳人头骨

【麒麟山人】 我国新人化石。1956 年在广西壮族自治区来宾县麒麟山洞穴内发现而得名。地质时代属更新世晚期。化石为一男性头骨的颅底部分，共生动物化石多属现生种。还发现有打制石器。

【峙峪人】 我国新人化石，1963 年发现于山西朔县峙峪。以人类顶骨为代表。同时发现了大量烧骨、动物遗骸化石及丰富的石器。动物群中以野马、野驴、普氏羚羊为主，并发现有披毛犀及王氏野牛。地质时代属晚更新世、距今约 28000 年。

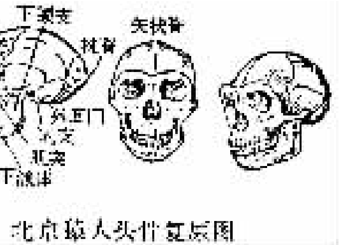
【左镇人】 我国新人化石。1972 年发现于台湾省台南县菜寮溪。左镇地区自

1931 年以来曾发现大量占脊椎动物化石，包括上新世末到第四纪的陆生哺乳动物，如象、中国犀、大角鹿及四不像鹿等。此外还有鲸类、鳄类、鲨类等海生动物的化石。人类头盖骨化石属更新世晚期，约距今 3—2 万年。是台湾省首次发现的更新世人类化石。

【西畴人】　我国新人化石。1972 年发现于云南省西畴县城西南的仙人洞中。又经 1973 年发掘，先后共发现人类牙齿化石 5 枚和大量哺乳动物化石，但未发现人类文化遗物。根据动物化石判断西畴人生活于晚更新世晚期，其时代可能稍早于山顶洞人。

【脑容量】　cranial capacity　也称“颅容量”。即颅腔的容量，以毫升为计量单位。测定方法是用细小的颗粒如细纱、芥菜子等作填充物，装满整个颅腔，然后把填充物取出，用量杯测得其数值。测定时所用的填充物颗粒愈小，测得的数值愈为准确。

【头骨】　skull　亦称颅骨，由多块骨片组成。头骨的后上部称脑颅，包括额骨、顶骨、枕骨、颞骨等，组成一卵圆形的颅腔，容纳并保护脑，在内骨壁上具有反映脑部沟回及脑膜血管分布的痕迹，可间接研究脑子的形状及特征。颅底枕骨当中有一枕骨大孔，脊髓由此通出，其两侧为枕髁，颅骨籍此与颈椎相连，而使头部能自由转动。颅骨之前下部称面颅，由鼻骨、泪骨、颧骨及上颌骨、下颌骨组成。自眼眶孔上方经颅顶至后脑枕骨部分称头盖骨，常能保存为化石。下颌骨亦常形成化石。头骨骨片数目在人类和各类脊椎动物中有很大差别，愈原始类型骨片数目愈多，愈进化则骨片数目愈少，如硬骨鱼类头部骨片可达百余块。



北京猿人头骨复原图

【颅骨】　即“头骨”。

【头盖骨】　calvarium，cranium，skull cap　头骨的上部，呈穹窿状。主要包括额骨、顶骨的大部和枕骨的小部分；有时亦可附有头部两侧的颞骨等小部分。由于这一部分骨片以曲折的骨缝互相嵌入，且骨壁较厚，故易保存为化石。目前世界上已发现的人类头骨化石中头盖骨较常见。

【上颌骨】　maxillae　面颅的主要组成部分之一，其上着生牙齿，为面颅骨片中较坚厚的一部分，常可保存为化石。

【下颌骨】　mandibular，jaw　组成面颅的最大骨骼，侧视呈 L 形，生有牙齿的水平部分称水平枝或下颌体，后面垂直部分叫下颌枝或上升枝。左右两下颌体结合部有一直嵴称下颌联合。下颌枝顶部具二突起，前方的称肌突，为下颌肌附着处，伸入颧骨弓与上颌骨之间；后方的称髁状突，为下颌与脑颅相连的关节。下颌骨坚厚，尤其下颌体易保存为化石，下颌枝不易完整保存。

【眉嵴】　brow ridge　亦称“眉骨”，为眼眶上方呈弓状的突出骨质嵴（为额骨的一部分）。原始人类眉嵴最发达，常向前突出，且两侧眉嵴可于鼻骨上端相连，越进化则眉嵴越低。处于同一进化阶段的人类的眉嵴，男性者较女性者突出。古人类学中，眉嵴为重要的鉴定特征之一，亦可作为判别性别的重要标志之一。

【奥杜威峡谷】　Gorge Olduvai　著名人类化石产地。位于坦桑尼亚北部维多利亚湖东部。为东非大裂谷中的一个东西向峡谷，长约 50 公里，深约 900 米。自 1911 年起在这

里发现了脊椎动物化石。从1931年起英国人类学家路易斯·利基（L. S. B. Leakey）坚持在这里进行考察，获得动物化石及石器，1959年夏在这里发现东非人化石，1960年又发现能人化石及利基猿人化石。峡谷中的沉积物被分为四层，根据动物化石的研究，第一层和第二层下部为早更新世地层，第二层上部及第三、四层为中更新世地层。在一系列湖相沉积物中央有数层火山沉积物。以钾–氩法测量结果，第一层底部沉积物的绝对年龄为距今约200万年，第四层最上部的地层为距今约40多万年的中更新世地层。自此，提出了第四纪并非开始于约100万年以前，而可能是200多万年（对更新世早期维拉弗朗层标准地点进行的测量结果也符合这一结论）。自奥杜威峡谷向北，经肯尼亚的特卡纳湖（Turkana，旧称卢多尔夫湖），达到埃塞俄比亚的奥莫（Omo）河谷，目前已发现人类化石产地数百个，发现了数量极多的不同发展阶段的人类化石，尤以早期猿人、南猿等更为引入注目。

【石器时代】 Stone Age 考古学上表示相对年代概念的术语，对人类历史的最初阶段的通称。当时的人类以石器作为主要的劳动工具。是人类文化发展最初的和延续时间最长的一个时期。从人类最初使用石器到铜器出现，历时二百多万年，包括了地质时代的更新世和全新世的前半部分。在人类历史上属于原始社会。石器时代尚可根据其发展水平划分为旧石器时代、中石器时代和新石器时代三个发展阶段；旧石器时代广泛使用打制石器，新石器时代使用磨制石器，中石器时代普遍使用细石器。

【旧石器时代】 Palaeolithic Age 考古学上表示相对年代概念的术语，泛指石器时代的早期阶段。当时的人类广泛使用打制的比较粗糙的石器工具，以采集和狩猎为主要谋生手段，晚期发展了捕鱼谋生的方式。在石器时代中，旧石器时代占据了绝大部分时间，约从二百多万年前延续到约一万多年前。相当于地质时代的整个更新世，包括人类发展的三个阶段，即猿人、古人、新人阶段；相当于人类历史上从原始群到母系氏族公社出现的阶段。根据石器工具制造的水平及发展阶段，大体可划分为早、中、晚三期。参见旧石器时代文化分期表。

【中石器时代】 Mesolithic Age 考古学上相对年代概念，指由旧石器时代向新石器时代转变的过渡时代。当时的石器工具以打制的为主，也有局部磨光的石器；其共同特点是器形较小，故又称细石器。其绝对年代为距今10000年前后，一般认为在距今15000—7000年之间；但这一时代的起始与结束年代在不同地区并不一致。当时以渔猎经济为主，石器中有较多的石簇，部分地区已开始驯养家畜，如狗等。中石器时代已进入地质时代的全新世。我国中石器时代的遗址目前已知者有河南许昌灵井、陕西大荔沙苑、山西沁水下川等。

【新石器时代】 Neolithic Age 考古学上相对年代概念，石器时代的最后一个阶段。当时石器工具均经过磨制，并且开始制造和使用陶器。这一时期约开始于距今7000年前后，是原始氏族的繁荣时期，从考古发掘材料可以证明，许多地方已有原始的农业和驯养家畜，并已发明了纺织工艺。由于生活资料的来源较可靠，故多数已开始定居生活，西安半坡的村落遗址面积达5万平方米，仅居住区内就有40多座房子和畜栏、窖穴等。至新石器时代的晚期开始出现红铜器，有人将这一时期称为铜石并用时

旧石器时代文化分期表

<table>
<tr><th colspan="4">地质时代</th><th colspan="3">考古时代</th><th colspan="2">人类发展阶段</th><th>中国旧石器时代文化</th><th>国外旧石器时代文化</th></tr>
<tr><td rowspan="7">第四纪</td><td rowspan="3" colspan="3">全新世</td><td colspan="3">现代</td><td colspan="2">现代人</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3">新石器时代</td><td rowspan="3" colspan="2">新人（晚期智人）</td></tr>
<tr><td colspan="3">中石器时代</td></tr>
<tr><td rowspan="4">更新世</td><td rowspan="2">晚期</td><td>后阶段</td><td rowspan="4">旧石器时代</td><td colspan="2">晚期</td><td>河南安阳小南海（12710±215）
河北阳原虎头梁、内蒙古萨拉乌苏、宁夏灵武水洞沟
北京周口店山顶洞（18340±410）
山西朔县峙峪（28135±1330）
台湾台南左镇庄</td><td>马格德林
梭鲁特</td></tr>
<tr><td>前阶段</td><td colspan="2">中期</td><td colspan="2">古人（早期智人、尼人）</td><td>山西阳高许家窑
山西襄汾丁村
周口店十五地点
辽宁喀左鸽子洞</td><td>莫斯特</td></tr>
<tr><td colspan="2">中期</td><td rowspan="2">初期</td><td>后阶段</td><td rowspan="2">猿人阶段</td><td>晚期</td><td>湖北大冶
北京周口店
贵州黔西观音洞（60万）
山西芮城匼河
蓝田猿人文化（78～85万）</td><td>克拉克当
阿舍利</td></tr>
<tr><td colspan="2">早期</td><td>前阶段</td><td>早期</td><td>元谋猿人文化（170万）
山西芮城西侯度</td><td>阿布维里
奥杜威
（300万）</td></tr>
</table>

代。至距今约4000年左右的时期开始进入青铜器时代，但各个地区往往有先后差异，有些地区磨制石器可以延续使用很长时间。我国发现新石器时代遗址很多，几乎遍布全国，著名的有河南渑池仰韶村、河南陕县庙底沟、陕西西安半坡、山东宁阳大汶口、山东历城龙山镇、浙江吴兴钱山漾、湖北京山屈家岭等。

【文化】　culthe　❶泛指人类社会生活生产实践过程中所产生的物质及精神财富的总和。人类历史的不同时期，不同的地区及不同的民族所产生的文化各有其特色。❷考古学名词，专指在原始社会的某一特定历史阶段内，分布于特定区域的、具有共同特征的人类生产和生活实践所产生的物质和精神产物的总和、它以能保存下来的当时人类所使用的各种工具、用具、饰物以及当时人类所创造的壁画、雕刻品等为代表。同一文化遗存的工具、用具除形式上极为相近外，在其制作技术上也是相同的。各种文化的命名，多以第一次发现的典型地点命名，如丁村文化、西候度文化；或以其制造者命名，如北京猿人文化；但亦有以其具特征性的遗物命名的，如细石器文化等。

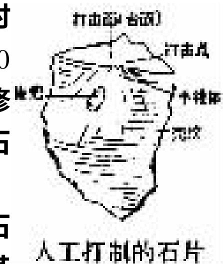
【文化层】 cultural layer 考古学术语。指占代遗址中，由于人类活动所遗留下来的遗迹、遗物和其他有机物所形成的堆积层。每一层次代表一定的时期，根据文化层的包含物和相互叠压关系，可以确定遗址的文化内涵和相对年代。凡是没有人类活动痕迹的地层堆积称为“自然层”。古代遗址的文化层多保存在全新世或更新世晚期的覆盖层中，间或有穿透至更早地层者，石器时代遗址的文化层中除石器外，晚期尚有陶器碎片。更晚的文化层则有铜器、铁器，建筑砖、瓦等可资区别。

【自然层】 natural layer 考古学术语。指没有人类活动痕迹的地层堆积。反之，有人类活动痕迹的地层堆积称“文化层”。

【文化期】 cultural age 考古学术语，专门表示某一文化的相对年代概念。如仰韶文化为我国新石器时代早期中原地区的一种文化，它的延续时间为公元前5000—3000年之间，这一时间期限可称为仰韶“文化期”。文化期的划分，主要是用于不同区域的文化进行相对年代的比较，但过去多以文化的性质及相互叠压关系等划分。由于C^{14}法绝对年龄测定方法的应用，目前不同地区的文化的绝对年代均可测出，故亦可用绝对年代进行比较；但以相对年代进行比较仍为常用的行之有效的方法。

【旧石器时代文化】 palaeolithic culture 旧石器时代包括着人类发展的三个阶段；在此期间，人类创造和发展了人类社会的最初的文化。由于这些文化以石器等易保存的遗物为代表，因此，旧石器时代人类文化遗存远比人类化石丰富。我国旧石器时代文化分布广泛，新地点不断增多。最早的旧石器文化以山西芮城西候度和云南元谋为代表。旧石器时代早期稍晚的文化遗存有蓝田猿人文化、北京猿人文化、贵州黔西观音洞文化、山西□河文化、湖北大冶石龙头文化等，此外河南三门峡、山西垣曲等地也发现旧石器时代早期文化遗存。旧石器时代中期文化有丁村、周口店第十五、第三和第四地点、贵州桐梓、辽宁喀左旗鸽子洞以及山西阳高许家窑等。旧石器时代晚期文化以宁夏灵武水洞沟、内蒙古乌审旗大沟湾、山西朔县峙峪、河南安阳小南海、四川汉源富林镇、北京周口店山顶洞、河北阳原虎头梁、台湾台南左镇庄等为代表。确定旧石器时代文化遗存年代的方法，绝对年龄主要靠放射性同位素法，相对年代除依靠石器的打制技术、传统等以外，主要是根据同时发现的古生物（古脊椎动物，尤其是哺乳动物、软体动物、孢子花粉等）材料进行综合分析对比而确定，同时发现的人类化石亦可供参考。由于旧石器时代与地质时代的整个更新世一致，因此，地质工作者发现旧石器时代文化遗存的机会较多。中国旧石器时代的石器打制技术，由于石器原料质地的不同，而与欧洲发现的技术传统有较大差异。经过长期工作后，中国旧石器时代，不同时期的打制技术的发展源流和继承关系及不同时期内不同地区间石器工具的演化规律等已粗具轮廓。

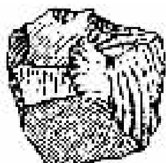
【打制石器】　Chipped tool　指利用从石块上打下的石片或所剩下的石核加工而成一定形状的石器。有的石片具薄刃，不经加工即可使用。旧石器时代广泛使用，新石器时代初期仍大量存在。打制石器的方法主要有：①锤击法：以石锤直接在石料上进行打击的方法。打击时以石锤猛击石料的一个平面（台面）的边缘。打下的石片具有台面、打击点、半锥体、锥疤、壳纹、裂纹等人工打制石片的特征。②碰砧法：将所选石料往另一更大的石砧上摔去或碰击的方法。产生的石片多半宽大于长，且具半锥。③砸击法：也称两极打法。手持所选石料，将其一端置于石砧上，以石锤打击另一端。所产生的石片较小，台面、疤痕、壳纹等均不明显，石片受砸击的一端及受反冲力的另一端往往有稍凹入的边刃，且有因砸击而产生剥落碎屑的痕迹。④间接打法：前面三种均属直接打法。如打制石片时，石锤不直接落在石料上，而是通过木棒或骨棒等中介物的传导。产生的石片大多狭长而两边平行，常称之为石叶或小长石片，这种方法多出现于旧石器时代晚期。打制石器根据其器形和功用可分为：尖状器（石器具一个锐角尖部，二侧边均经修制）；刮削器（以具锐缘的小石片制成，刃缘有直、凸、凹或锯口状者，我国旧石器时代遗址中极为常见）；砍砸器（以大石片或石核制成，只在刃缘部位进行加工，又称砍斫器或砍伐器）；手斧（一种石核工具，器身全部经过修理加工，大型手斧实际上也是一种砍砸器，我国不多见）；雕刻器（旧石器时代晚期较常见，但我国发现不多，多以小长石片修制而成）；球状器（球状，能辨认出剥落石片的疤痕，用途不详）等。打制石器的石料以燧石（火石）、玛瑙为最好，其次为石英（脉石英及水晶）、石英岩、砂岩、角岩及各种硅质岩等。古代人类打制石器的技术随时代的推移，制作日益精美。早期的手斧据统计每件至少须经 50—80 次打击才能制成，而晚期的石叶工具则每件至少须经 200 多次打击修制才能制成。许多旧石器时代遗址中发现大量石片、石核均系制造石器时丢弃的。



人工打制的石片

【旧石器】　Palaeolith　指利用从石块上打下的石片或剩下的石核加工而成一定形状的石器。人类发展的初期阶段使用此类工具，其打制方法、器形、用途等随地区和时代的不同而异。

【元谋猿人文化】　我国旧石器时代初期的一种人类文化，以元谋猿人化石产地发现的三件石英岩打制的刮削器为代表。由于元谋猿人化石的时代为距今约 180 万年，所以元谋猿人文化代表我国南方早更新世的人类文化遗物。同时在山西芮城西侯度早更新世地层中也找到了人工打制的石器及大量哺乳动物化石，是我国北方旧石器时代早期的一种人类文化。

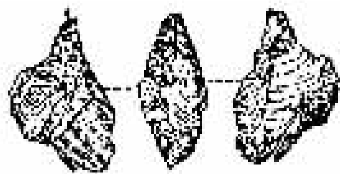

元谋猿人的刮削器

【西侯度文化】 指山西芮城西侯度早更新世地层中找到的人工打制的石器及大量哺乳动物化石，是我国北方旧石器时代早期的一种人类文化。参见“元谋猿人文化”。

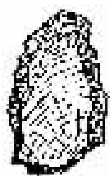
【蓝田猿人文化】 我国旧石器时代初期的一种人类文化。分布于陕西渭河流域。除发现蓝田猿人化石外，同时还发现一批打制石器，主要有单面加工为主的大尖状器（见图），大型多边砍砸器，中小型交互打击的多边砍砸器，小型单边砍砸器，刮削器以及有使用痕迹的石片和石器等。其原料以脉石英、石英岩为主。蓝田猿人文化与北京猿人文化有近似之处；但从石器类型看，可能与□河及丁村文化有较密切的关系。



【北京猿人文化】 我国旧石器时代初期的一种人类文化。发现于北京周口店。除发现丰富的人类化石、哺乳动物化石以外，自1921年起还发现不少打制石器和更多的石片、石核及石器半成品等。北京猿人石器以石片石器为主，石核石器较少。原料以脉石英、燧石、砂岩等为主。其类型大体有刮削器、砍砸器、尖状器、两端刃器、石锤和石砧等，以砸击法制成的两极石片及用两极石片加工成的两端刃器为其特色。由于周口店第一地点的北京猿人堆积厚达40米，自下而上逐层均发现石器，因之可以看出其共同特点及发展趋向。其特点为以石片石器为主，第二步加工多用石锤直接打击，以单面加工为主；石器由大而粗糙逐渐变为小而精致，种类增加，第二步加工技术亦较前进步。

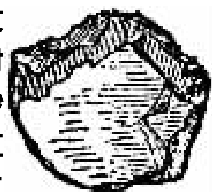


【观音洞文化】 我国旧石器时代初期的一种人类文化，1964年发现于贵州省黔西县，是目前在长江以南发现的旧石器时代初期的最大的文化遗址。观音洞石器以石片石器为主，其中又以刮削器的数量最大。石片多以锤击法从未修理的石核上直接打下，少数用碰砧法。石片工具多为单向加工，刃缘不平整；形状不规则，但多经仔细加工，且石器类型较多。石料以燧石、硅质灰岩为主，也有以火成岩为原料制成的。观音洞石器数量较多，动物化石丰富，其地质时代属中更新世。

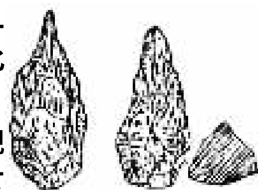


【□河文化】　我国旧石器时代早期的一种人类文化，1959 年发现于山西芮城境内黄河东岸。根据动物群的研究，其时代为中更新世，约与北京猿人时代相当。□河石器以石片石器为主，有砍砸器、刮削器、尖状器及石球等，多以石英岩为原料，亦有以脉石英为原料者。以锤击法、碰砧法和投制法打片，且多不经第二步加工即行使用。□河文化与蓝田猿人文化和丁村文化较为接近，可以认为□河文化上承蓝田猿人文化，并发展为旧石器中期的丁村文化。

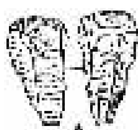
【石龙头文化】　我国长江中下游旧石器时代初期的一种人类文化。1971 年发现于湖北大冶石龙头，根据哺乳动物化石确定其地质时代为中更新世。石龙头石器多以石英岩为原料，亦有燧石、石英、砂岩，极少数为角砾岩。石核及石片形状不规则，石片大部以锤击法直接打下，石器类型不多，以砍砸器为主，没有尖状器及类似手斧的工具。就其制作水平及文化发展阶段，结合动物化石，认为石龙头文化与北京猿人文化相当或稍晚。


大冶石龙头凸刃刮削器

【丁村文化】　我国旧石器时代中期的一种人类文化，1953 年发现于山西襄汾丁村，1954 年以来共发现化石地点 14 处，石器地点 11 处，同时发现了人类化石，计门齿 2 颗、臼齿一颗，1976 年又发现婴儿顶骨 1 件。根据哺乳动物化石确定其地质时代为晚更新世。丁村石器多以角页岩为原料，占总数的 95% 左右，少量为燧石、石灰岩、玄武岩、石英、石英岩、闪长岩制成。丁村石器以石片石器为主，石核石器数量较少，其数量略少于总量的 1/3。大部分石片均有使用痕迹，很少进行第二步加工，多以碰砧法制成。石器类型有砍砸器、刮削器、尖状器和石球等，其中厚三棱尖状器为其所特有。丁村石器类型区别较明显，有些尖状器修整得较平整，部分石片较规则等，表现了丁村石器的进步性。但以单面加工为主，尖状器数量较大，而且保持着旧时期时代初期文化的特点。与蓝田猿人文化与□河文化有较密切的关系。


丁村三棱厚尖状器

【鸽子洞文化】　我国旧石器时代中期的一种人类文化，发现于辽宁喀喇沁左翼蒙古族自治县鸽子洞，是最近在我国东北地区首次发现的旧石器时代洞穴遗址。洞中除发现石器、哺乳动物化石外，尚有灰烬层。其地质时代为晚更新世。石器原料主要是石英岩，有刮削器、尖状器和砍砸器等。主要用锤击法进行错向及两面加工修理，从制作技术及石器类型等均与北京猿人文化有密切关系。


鸽子洞复刃刮削器

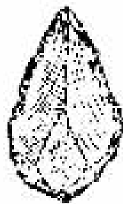
【许家窑文化】　我国旧石器时代中期的一种人类文化，1973 年于山西阳高许家窑及河北阳原侯家窑之间发现石器数件。1975 年起进行发掘，发现了人类化石及脊椎动物化石和大量文化遗物。哺乳动物以野马、犀牛、羚羊为主，时代属晚更新世初期，距今约 10 万年左右。石器中有柱状石核，石片工具中有刮削器、尖状器等，还有大量打制较好的石球以及烧骨，骨、角器等。许家窑石器具有细石器文化先驱的性质，对研究分布于我国北部及西伯利亚的细石器文化的起源有重要意义。目前许家窑遗址是我国旧石器时代中期内容最丰富的文化遗址。

【周口店第十五地点文化】　我国旧石器时代中期的一种人类文化，发现大量石器及动物化石，其地质时代为晚更新世初期，但过去曾认为属中更新世。石器以石英、砂岩和燧石为原料，有大型砍砸器和小型的刮削器、尖状器。石器的类型及修制方法均与北京猿人石器相似，但打制方法有了改进，第二步加工比较精细，所以是比北京猿人文化较为进步的一种文化。



周口店十五地点挖掘部分经过修理的大石片

【水洞沟文化】　我国旧石器时代晚期的一种文化，最早发现于宁夏灵武水洞沟，根据哺乳动物化石确定其地质时代属晚更新世，距今约 3 万年。过去在水洞沟遗址发现石器及用火痕迹，解放后还发现了骨器及装饰品。石器多以硅质灰岩制成，其次为石英岩，也有用砂岩及燧石制成者。主要为刮削器、尖状器，有少量石核及其他类型。水洞沟石器多以锤击法制成，亦有用碰砧法及砸击法者，间或有用间接打法制成者。曾发现骨锥一件及穿孔鸵鸟蛋皮制的装饰品。过去所称“河套文化”，包括水洞沟文化及附近其他几个地点的文化遗存，由于其内涵不同，时代有早晚之分，故应予以区分。如内蒙古乌审旗大沟湾的石器多以黑色硅质页岩制成，石器一般较小，且有柱状石核，有“细石器”类型的石器。其制作水平比水洞沟文化进步，时代也较晚，已另行命名为大沟湾文化。



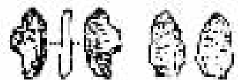
水洞沟尖状器

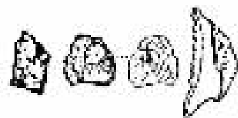
【河套文化】　又称“萨拉乌苏文化”过去对发现于宁夏灵武及内蒙古乌审旗大沟湾（蒙语称萨拉乌苏）一带的石器文化的统称。由于这些地点的时代有早晚之分，故现已将水洞沟文化单独分出，单独命名；比水洞沟文化时代稍晚，而制作水平稍高，具小石器文化特征的大沟湾文化，亦另行命名为“大沟湾文化”。

【萨拉乌苏文化】　即“河套文化”。

【大沟湾文化】　参见“水洞沟文化”。

【峙峪文化】　我国旧石器时代晚期的一种文化，1963 年发现于山西朔县峙峪村附近。除发现人类枕骨之外，共发现石器 15000 多件，并有烧石、烧骨、骨器及装饰品等。动物群中以野马、野驴和普氏羚羊为主，此外尚有披毛犀、王氏水牛及鸵鸟等，共发现哺乳动物牙齿 5000 余颗。时代约相当于晚更新世晚期，早于山顶洞动物群，晚于许家窑、丁村动物群，约与萨拉乌苏动物群相当。G^{14} 法测定绝对年代为距今 28135 ± 1330 年。石器多以脉石英、石英岩、硅质灰岩、石髓、砾石等为主要材料。石器类型有小型砍砸

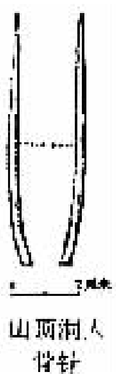




峙峪石器

器、尖状器、刮削器、雕刻器及小石刀、石镞等。除使用锤击法、砸击法打制石片外，也采用间接打片技术打制小长石片。峙峪石器中有多面石核和两极石核。峙峪文化所具有的细石器传统，有助于认识我国细石器文化的起源与发展问题。

【山顶洞文化】　我国旧石器时代晚期文化。1930 年发现于北京周口店山顶洞，1933—1934 年发掘，发现较丰富的哺乳动物化石。据以确定山顶洞遗址的地质时代属晚更新世后期，绝对年龄为距今 18000 多年。遗址的人类化石亦很丰富，称山顶洞人。山顶洞人制作的石器多以石英为原料，亦有砂岩及燧石为原料者。器形有砍砸器、刮削器等，不论打制方法或器形均不典型。文化遗物中最重要的是骨针及装饰品。山顶洞人已经有埋葬死者的风俗。磨制和钻孔技术的出现是山顶洞文化的突出特点。磨制技术的出现说明它已为新石器时代磨制工具的出现奠定了基础。



山顶洞人骨针

【虎头梁文化】　我国晚石器时代晚期文化。1972 年发现于河北省阳原县虎头梁，根据发现的哺乳动物化石如披毛犀（*Coelodonta antiquitatis*）、纳玛象（*Palaeoloxodon nanadicus*）、普氏野马（*Equus przewalskii*）、普氏羚羊（*Gazella przewalskii*）、鼠（*Microtus brandtioides*）等判断，遗址的地质时代属晚更新世晚期。虎头梁石器多以石英岩为原料制成，亦有用燧石及流纹岩制成者。石器类型较多。楔状石核及尖状器为虎头梁石器中具代表性器物，在个别尖状器的一面可见磨过的痕迹。此外，尚有刮削器、雕刻器及穿孔贝壳、鸵鸟蛋皮扁珠、鸟骨扁珠、钻孔石珠等装饰品。遗址中有烧火、烧骨、烧蛋皮、炉灶坑及赤铁矿碎块等。虎头梁石器加工技术先进，加工细致，类型多而稳定。虎头梁文化与峙峪文化在文化发展上有一定的联系。按文化发展，虎头梁文化约比山顶洞文化稍晚，距今不足二万年。

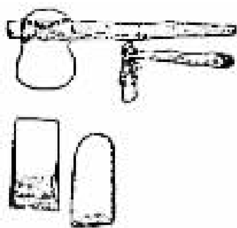
【富林文化】　我国旧石器时代晚期文化，是这一时期文化在南方的代表。1960 年发现于四川省汉源县富林镇，1972 年正式发掘。除发现少量哺乳动物牙齿及骨骼外，尚有鳞鲃类化石及植物叶化石。富林遗址有很丰富的石器。石器多以燧石为原料，但燧石质地较差，其他尚有石英、水晶、砂岩、花岗岩、角页岩、安山岩等。石器中以石片石器为主，有刮削器、尖状器、端刮器等。打片主要用锤击法，间或用砸击法。富林石器的特点为器形较小，有小石核、小石片和小石器，另有少数似石叶。其地质时代约为晚更新世晚期，距今约 2 万年。

【小南海文化】 我国旧石器时代晚期文化。1960 年发现于河南安阳。遗址为一洞穴堆积，发现哺乳动物化石（如最后斑鬣狗、洞熊等）、鸵鸟化石及石器、装饰品等。石片以锤击法和砸击法制成，有尖状器及刮削器。砾石工具有砍砸器。在小南海遗址中有部分长石片及小长石片，显示了某些“细石器”文化的特征，它可能与峙峪、虎头梁等文化有较密切的关系。其地质时代相当于晚更新世末期，距今约 13000 年。

【细石器文化】 Microlithic culture 以细小打制石器为特征的文化。石器的原料主要为石髓、玛瑙、燧石等。有多角锥状石核、细长石片（或称石叶）、小石片等。器型有刮削器、圆头刮削器、短刮器、尖状器及石钻、石簇等，已出现复合工具，如以小长石片嵌在骨刀上使用，并已广泛使用弓箭。峙峪文化、许家窑文化均具细石器文化的原始面貌；细石器文化繁盛于旧石器时代晚期到中石器时代，如我国最早的细石器文化发现于河南灵井、陕西大荔沙苑；山西沁水下川等地；细石器文化可一直延续到新石器时代，甚至可延续到铜石并用时代，如赤峰红山文化中有彩陶，时间约相当于仰韶文化。我国细石器文化广泛分布于东北、内蒙古、宁夏、甘肃，新疆一带。可能细石器文化传统与当时人类以狩猎为主的生活方式有关。

【新石器时代文化】 Neolithic Culture 新石器时代是原始社会的繁荣时期并向有阶级社会过渡。人类文化有较快的发展，早期的石器工具大多为部分磨光（刃部），后期即为通体磨光石器，尤其以陶器的出现为其特征。新石器时代文化遗址遍布我国各地，但在不同区域其文化类型及出现年代先后等均有所不同。大抵新石器时代文化最早出现于黄河和长江中下游地域，然后向四方扩展。从黑龙江流域到香港附近，从台湾到云南、西藏、新疆等地，随着我国考古事业的发展，更多的新石器时代遗址的发现及新方法，如 C^{14} 方法的应用等，纠正了过去许多混乱的概念，并不断地有所发现。我国新石器时代文化分期见附表。

【新石器】 Neolith 指利用从石块上打下的石片或剩下的石核再经磨制而成的，具一定形状和功用的石器。人类使用新石器，对于过去所用的打制的旧石器而言是一个进步。新石器可一直使用到铜石并用时代及青铜器时代。有些地区直至不久前仍在使用磨制石器。


磨光石斧及装柄方法

【雷公斧】 又称“雷楔”，即新石器时代的磨光石斧。我国古籍中多有记载；由于夏季雨后，被埋藏的石斧表面被冲刷清洁而露出地面，古人缺乏考古科学知识，以为是雷击的产物，并附会为雷神所用的雷楔，故名。至今雷公斧一名仍为广大群众所熟知。

【仰韶文化】 我国新石器时代的一种文化，距今约 5000—7000 年。1921 年首先在河南省渑池县仰韶村发现，因以得名。这个文化主要分布于黄河流域中、下游一带，属新石器时代中—晚期。以磨制石器为主要生产工具，常见的有刀、斧、锛、凿等。打制的石器仍占一定的数量，骨器相当精致，陶器为手制，以细泥红陶和夹沙红褐陶为主，细泥红陶上常有彩绘的几何形图案或动物形花纹，称为彩陶。当时的经济生活以农业为主，渔猎为辅，并饲养猪、狗等家畜。根据当时生产力发展水平，村落遗迹和埋葬制度等各方面的研究，推测已进入繁荣的母系氏族社会阶段。由于遗物中常有彩陶，

中国新石器时代分期表

公元前	中原	黄河上游	长江中游	山东江淮 辽 东	长江下游	闽台粤湾	西南	西藏	新疆	河套	东北
1000年	西周 商（铜石并用） 二里头	辛店 沙井 寺洼	卷井沟	羊头洼 双砣子上层	湖熟	铁钻山	海门口（剑川） 大墩子（元谋）	聂拉木	雅尔崖 哈拉墩		莺歌岭（宁安） 西团山
2000年	河南龙山文化：后岗二期、庙底沟二期	齐家 甘肃仰韶文化：马厂／半山、马家窑	青龙泉上层 屈家岭	山东龙山文化	良渚	圆山 凤鼻头（高雄） 昙石山 金兰寺（增城） 海丰 石峡（马坝）	石寨山		阿斯塔那 三道岭	转龙藏 阿拉善	官地 夏家店 昂昂溪
3000年	仰韶文化：大河村—庙底沟一期	石岭下	大溪	大汶口文化：花厅、刘林	马家浜	黄盘坝 西樵山					富河沟门 红山后
4000年	仰韶文化：后岗—半坡—双庙			大汶口文化：青莲岗		几何印纹陶传统	武鸣洞穴	细石器传统			
5000年	老官台			大墩子（邳县）	河姆渡						

也曾叫作“彩陶文化”。

【龙山文化】 我国新石器时代晚期的一种文化，距今约4000—4500年。1928年首先发现在山东省章丘县龙山镇城子崖，因以得名。龙山文化主要分布于黄河中、下游地区，属新石器时代晚期。以磨制石器为主要生产工具，并常有蚌器。陶器已开始用轮制，以灰陶为主，黑色次之，红陶和白陶极少。除平底器外，有圈足或三足的。饰纹有绳纹、篮纹、方格纹、弦纹等，还有镂孔的。此外，还出现了卜骨。经济生活以农业为主，较仰韶文化发达，牧畜业主要饲养猪、狗、羊、牛等。根据生产力发展水平、村落遗迹、埋葬制度和原始宗教遗物等各方面的研究，已近入父系氏族社会制时期，即原始社会行将解体的阶段。沿海地区的龙山文化中常有一种薄而有光泽的黑陶，所以也曾被称作“黑陶文化”。

地史学及地层学

总　　论

【地史学】　historical geology，earths ’history　又称“历史地质学”，是研究地球历史的科学，但主要是研究地壳发展历史和规律的一门综合性地质学科。地史学的研究主要是基于古生物学、地层学、地质年代学、古地理学等的研究；同时它又是地质学的一个主要分支。主要内容是：①研究古生物从低级到高级的进化，以确定岩层（包括沉积矿层）的时代顺序及其划分和对比问题；②古代沉积的相分析和古地理的再造，以及古生物地理区的划分问题；③地壳的地质构造发展史，及与构造变动有关的岩浆活动和变质作用的历史。综合分析上述各个方面的相互依存、相互制约的关系，比较全面地总结出地壳演变的一般规律。这门综合性地质学科为多快好省地进行区域地质调查、矿产普查勘探等工作提供所需要的理论知识。近年来由于海洋地质、地球物理等研究的进展，不仅研究大陆地壳，还研究海洋地壳的发生和发展。因而内容更丰富，更全面了。在理论方面，活动论（包括大陆漂移、极移、海底扩张、板块构造等）取代了固定论。

【历史地质学】　historical geology　即“地史学”。

【地质年代学】　geochronology　研究地史时期年代顺序及其延续的年龄值，从而制定地质年代表的学科，包括建立地质年代系统的相对地质年代学和用同位素年龄测定得出的具有年龄数据的同位素年代学。

【同位素年代学】　isotope ehronology　又称“绝对年代学”，是研究和测定自然界岩石、矿物形成年龄的科学。根据天然岩石、矿物中某些放射性元素（如铀、钾^{40}、铷^{87}）含量和它们的放射性蜕变产物（如铅、氩^{40}、锶^{87}）含量之间的比例关系来计算岩石、矿物的年龄。由于放射性元素蜕变的速度不受温度、压力、化学反应等外界条件的影响，因而能计算岩石、矿物的形成时间。

【绝对年代学】　absolute chronology　即“同位素年代学”。

【地层学】　stratigrapy　是地质学的基础学科、地史学的基础理论。狭义的地层学为研究成层岩石的顺序和时代的学科、即生物地层学。广义的地层学为研究成层岩石的相互关系及其时、空间分布规律的学科，其主要内容包括地层的层序和时代及其地理分

布，地层分类、地层对比以及各种岩石（包括沉积岩、火成岩和变质岩）之间的相互关系等。广义的地层学包括生物地层学、岩石地层学、年代地层学等。地层学的深入研究可以阐明沉积岩层的沉积规律、沉积环境，古地理及古气候的情况。这对于地质勘探及普查找矿很有帮助，特别是对寻找煤、石油、天然气、油页岩、铁、磷、石盐、石膏等沉积矿床具有指导意义。它对地质学的理论方面可以阐明地壳的发展过程，以丰富人类对地球的认识。十九世纪及二十世纪初，地层学的研究对象局限于地表出露的岩层。本世纪二十年代以来，由于石油、煤炭工业的迅速发展，进行了大量的钻探工作，地层学的研究范围已经扩大到地面以下，使地层学发展到一个新的阶段。

【地层地质学】 stratigraphical geology，stratigraphic geology 是地层学的同义名。法国人莫里斯任纽（Maurice Gignoux，1950）曾著《地层地质学》（geologie stratigraphique），书中比较详细地介绍了以西欧为主和北非的地层划分和对比问题，并简要地提供了岩相、古地理和地质构造的一般情况。

【岩石地层学】 lithostratigraphy 是地层学的一个组成部分。根据岩石特征来研究地层的学科。主要内容是，根据岩性进行地层的划分和对比，研究地层的岩性、岩相特征与古地理、古气候的关系，以及地层的形成与构造环境演变的关系。岩石地层的研究，不仅是地层划分、对比的一个重要途径，而且对解决石油地质、水文地质、工程地质和沉积矿产的成矿规律等实际问题，也有指导作用。

【生物地层学】 biostratigraphy 是地层学的一个组成部分，也是古生物学的一个重要分支，是运用生物进化的不可逆性和阶段性来研究地层的学科，其目的是确定地层的相对时代。研究的内容是根据所含化石进行生物地层带的划分和对比，以及研究生物与环境、化石带与岩相的关系。生物地层学的方法，不仅是小范围内地层对比，也是大区域间和洲际地层年代对比的最重要方法，而且对沉积相和古地理的研究也有指导意义。

【年代地层学】 chronostratigraphy 又称“时间地层学”是地层学的一个组成部分，为按年代关系从老到新把地层划分为若干年代地层单位，从而说明地质历史的学科，称为“年代地层学”。它以年代地层单位（宇、界、系、统、阶、时带）为其主要研究内容。

【时间地层学】 time－stratigraphy 即“年代地层学”。

【地质时期】 geologic time 又称“地史时期”。指地球历史中有岩层记录的一段漫长的时期。地球历史一般分为两大阶段。由于目前已经发现的最老地层，其同位素年龄值约为46亿年左右，如果以46亿年作为一个界限，46亿年以前的阶段称为“天文时期”或“前地质时期”，46亿年以来的阶段称为“地质时期”。由于地质时期是地史学研究的主要时期，故又称为“地史时期”。

【地史时期】 geologic time 即“地质时期”。

【天文时期】 astronomic time 又称“前地质时期”。指地球历史中尚未形成岩层记录的早期阶段，目前一般认为其上限为46亿年。参见“地质时期”。

【前地质时期】 即“天文时期”。

【地质时代】 geologic age 指一个地层单位或地质事件的时代和年龄。地质时代包括相对时代和绝对年龄。

【相对时代】 relative age 指表示地层之间相对新老关系的时代顺序。相对时代是利用地层学的方法确定的。例如，根据一个地层单位所含化石的研究，确定其相对时代为奥陶纪。奥陶纪在地质年代表中，是代表晚于寒武纪和早于志留纪的一段时间，所以这一地层单位的时代是相对的。

【同位素年龄】 isotopie age，radiometric age 又称“绝对年龄”。是根据岩石中放射性元素蜕变产物的含量，计算出来的岩石形成后所经历的实际年龄。如寒武纪的下限为5.7亿年，其延续时间为7000万年。鉴定岩石同位素年龄的方法有铀铅法、钾氩法、铷锶法等。近年来，通过同位素年龄测定方法的广泛应用和不断改进，对变质地层，特别是前寒武纪变质岩系的研究，已经取得了很大的进展，

【绝对年龄】 absolute age 即“同位素年龄”。由于取样、测定等方面尚不够完善，因而取得的同位素年龄值只能捉供一个概略的数字。因此，绝对年龄一词不很恰当，最好称“同位素年龄”。

【地质年代表】 geologic time scale，geochronologic scaie 又称“地质时代表”，按年代顺序排列，用来表示地史时期的相对时代和同位素年龄值的表格，称为“地质年代表”。内容包括各个地质年代单位及其开始和延续的年龄。如下表。

【地层】 stratum 指具一定层位的一层或一组岩石。地层可以是固结的岩石，也可以是没有固结的堆积物。它与上下相邻地层之间可以为明显的层面或沉积间断面所分开，也可以由于岩性、所含化石、矿物成分、化学成分、物理性质等特征的变化所导致的不十分明显的界限所分开。地层一般指成层岩石和堆积物，包括沉积岩、火山岩和由沉积岩以及火山岩变质而成的变质岩。

【地层层序律】 law of superposition 在岩层未发生逆掩断层和倒转的情况下，地层剖面中岩层保持着正常的顺序，先形成的岩层在下，后形成的岩层在上，上覆岩层比下伏岩层为新。这个非常明显的原理称为“地层层序律”。

【化石层序律】 law of faunal snccession 在十八世纪至十九世纪初期，人们发现不同层位的岩层中包含的化石各不相同，因此认为在不同地区含有相同化石的地层，属于同一时代。这一科学论断称为“化石层序律”。这一重要发现，揭示了生物进化的不可逆性和阶段性，为科学的生物地层学打下了基础。

地 质 年 代 表

宙(宇)	代(界)	纪(系)	同位素年龄(百万年) 持续时间	同位素年龄(百万年) 开始时间	生物进化阶段 植物	生物进化阶段 动物
显生宙(宇)	新生代(界)(Kz)	第四纪(系)(Q)	2	2		人类出现
		第三纪(系)(R)	65	67		哺乳动物
	中生代(界)(Mz)	白垩纪(系)(K)	70	137	被子植物	
		侏罗纪(系)(J)	58	195		鸟类
		三迭纪(系)(T)	35	230	裸子植物	爬行动物
	古生代(界)(Pz)	二迭纪(系)(P)	55	285		
		石炭纪(系)(C)	65	350	蕨类植物	两栖动物
		泥盆纪(系)(D)	55	405		
		志留纪(系)(S)	35	440	裸蕨植物	鱼类
		奥陶纪(系)(O)	60	500		无颚类
		寒武纪(系)(∈)	70	570		
隐生宙(宇)	元古代(界)(Pt)	震旦纪(系)(Z)	1930	1000 1700 2500		无脊椎动物
	太古代(界)(Ar)		2100	4600	菌藻类	

【地层分类】 stratigraphic classification 根据划分依据的不同，把组成地壳的岩层划分为不同类型的地层。目前国际上的趋向是把地层分为三大类型：①以岩性作为主要划分依据的岩石地层（岩性地层）；②以化石作为划分依据的生物地层；③以形成时间作为划分依据的时间地层或年代地层。另外一种意见认为，年代地层也就是生物地层。因为在年代对比方法上虽然有许多种，但以古生物的和同位素年龄测定的方法具有普遍意义。并指出，尽管同位素年龄值是前寒武纪和寒武纪以后的深度变质地层时代对比的重要方法，但它在显生宙地层的详细划分和对比方面，还不够完善。而古生物（生物地层）的方法，在地质时期划分和地层的时代对比方面，具有全球的同时性。而且，迄今为止，年代地层单位（界、系、统、阶）也象生物地层一样，都是以化石作为划分和对比依据的，因而年代地层也就是生物地层，进而主张把地层分为两大类型。

【地层对比】 stratigraphic correlation 把不同地区的地层单位，根据岩性、化石等特征，作地层层位上的比较研究后，证明这些地层单位，在层位上是相当的，在时间上是接近同时的，这种工作方法称为“地层对比”。根据地层所具特征，地层对比可以有许多种。利用岩性特征进行地层对比，称岩性对比；利用所含化石进行地层对比，称“生物对比”；利用由于古气候的变化而形成的特殊沉积如冰碛层，进行地层对比，称“古气候对比”；利用同位素年龄值进行地层对比，称“同位素年龄值对比”。在石油和煤的勘探和开采中，对钻孔（井）地层作层位对比时，物探方法如地震法、电法等，得到了广泛的应用。上述各种方法在实际运用中，常常是互为补充的，但古生代以后的地层化石对比则是常用的主要方法。

地层分类表之一（二分）

类型	适用范围	年代地层单位	地质年代单位
年代地层（时间地层）或生物地层	国际性的	宇 界 系 统	宙 代 纪 世
	区域性的	阶 时带	期 时
岩石地层（岩性地层）	地方性的	群 组 段 层	

地层分类表之二（三分）

类型	年代地层单位	地质年代单位
年代地层（时间地层）	宇 界 系 统 阶 时带	宙 代 纪 世 期 时
生物地层	生物地层带（包括组合带、延伸带、间隔带、顶峰带等）	
岩石地层（岩性地层）	群 组 段 层	

【模式剖面】 type section 指据以建立一个新的地层单位的具有主要特征的典型剖面。模式剖面应当具备较大的厚度，地层出露齐全，化石比较丰富，顶底界限清楚，与上覆和下伏地层单位的关系明确等特点。特别是建立显生宙地层单位时，应详细采集化石，确定其时代，这是建立各个地区标准剖面对比的依据。建立一个新的地层单位要选择符合上述条件的模式剖面，如果没有符合上述条件的模式剖面，不应任意创立新名，要尽可能考虑采用邻区已经建立的地层单位名称，以免造成混乱。

【标准剖面】 standard section 凡根据模式剖面在其它地区所选定的典型剖面，可以作为此地区对比标准的剖面，均称为“标准剖面”。例如寒武系的模式地区在英国，但属于东方太平洋区的中国寒武纪三叶虫属群与属于西方大西洋区的英国三叶虫属群不同，因此必须在中国建立寒武系的标准剖面。我国山东张夏寒武系剖面，发育完好，化石丰富，并作过深入研究，可以作为华北区寒武系的标准剖面。但就全国来说，张夏寒武系剖面中的下寒武统发育不全，必须以云南东部的下寒武统来补充，才能建立中国或东方太平洋区整个寒武系的标准剖面。因此在大范围内，标准剖面往往是综合了几个地区的剖面情况。在更小的范围内，如在一个地层区内同样需要建立标准剖面，不

过建立的标志多以岩性沉积相为主，主要是反映一个小地区内沉积环境特点。标准剖面可以用来补充模式剖面。

【层型】 stratotype 又译“地层型”，指地层单位所依据的模式（type），即一个地层单位或地层界限的典型代表。层型可作为本地层单位或界限的含义和识别的标准。依据其性质特点，层型可分为：①单位层型，②界限层型，③复合层型等三种类型。它们还可按其建立的目的、程序再分为正层型、副层型、选层型、新层型和次层型等。

【单位层型】 unit – stratotype 层型的一种，又译“单位地层型”。指一个地层单位所依据的模式剖面。它的上下限为界限层型所限定。

【界限层型】 boundary – stratotype 又译“界限地层型”，属层型的一种类型。指表示（或选定）两个地层单位之间的界限的模式剖面。这个界限必须选定在不间断的连续层序位置上，其上下两个地层单位都有岩石作代表。

【复合层型】 composite – stratotype 又译“综合地层型”。是层型的一种类型。指由几个选定的组分层型联合形成的一个单位层型。

【正层型】 holostratotype 创名人在建立地层单位时指定的原始层型。正层型位于模式地区之内。

【副层型】 parastratotype 原创名人使用原定义解释正层型时所采用的补充层型。一般位于模式地区之内。

【选层型】 leocostratotype 原来未指定的后选层型。多在模式地区之内。

【新层型】 neostratotype 为代替已毁坏或废弃的旧的层型而后来重新选择的层型。新层型可以选在模式地区之外。

【次层型】 hypostratotype 又译“辅助地层型”，是根据一个地层单位的层型而在其它地区（或其它岩相）所建立的有关这个地层单位的第二个层型。它是层型的补充，可为年代对比提供一个区域性的依据。参考剖面和辅助参考剖面都属次层型。次层型可选在模式地区之外。

【参考剖面】 reference section 模式剖面确立后，可作为模式剖面标志的、参考用的某一单位或界限的露头。它从属于模式剖面，用以帮助阐明模式概念或把这种概念进展到其它地理区或相区。它可被指定为次层型。

【模式地点】 type locality 指一个地层单位的模式剖面所在的地点，也就是一个地层单位最初命名的地点。一个地层单位的名称要尽量取自模式地点的地名。模式地点应位于模式地区之内。

【模式地区】 type area 指模式地点所在的地区。模式地区的范围应以能反映模式剖面的主要特征为依据。过去有些地层单位的建立，往往只指定模式地区，并未指明模式剖面。

【层位】　horizon　指在地层层序中的某一特定位置。地层层位有许多种，例如具有特殊岩性特征的岩性层位，具有特殊化石的化石层位，具有特定时代的年代层位，以及地震层位、电测层位等。因此地层的层位可以是地层单位的界限，也可以是属于某一特定时代的标志层等等。

【标志层】　key bed　指一层或一组具有明显特征可作为地层对比标志的岩层。标志层应当具有特征明显（包括岩性、所含化石等），易于鉴别，层位稳定和分布范围广等特点。

【哑层】　barren bed　指不含任何化石的层段。“哑层”一词最早多指一些不含大化石的岩层，后来由于微体古生物学的迅速进展，过去的所谓“哑层”大都会有数量不等的微体化石，就不能再把它们当作“哑层”了。近来由于超微化石的研究，几乎所有的沉积岩层都会有化石，因此，“哑层”一词也就很少使用了。

【地层缺失】　lacuna　简称“缺失”，指地史时期中地层记录的比较大的明显的中断，一般指由于假整合或不整合的产生而构成的地层缺失。如由于不整合而造成的地层缺失，从时间意义上来说，停止沉积的时间也就是对老地层侵蚀破坏的时间。不仅意味着停止沉积了一段地层，而且还包含着对已沉积的老地层侵蚀破坏了一部分。例如华北中奥陶统与中石炭统之间的平行不整合，缺失了上奥陶统、志留系、泥盆系和下石炭统。这一地层缺失表明不仅中止沉积了几个系的地层，而且还侵蚀掉了一部分奥陶系地层。

【沉积间断】　hiatus　简称“间断”，指在沉积过程中出现的一个小的或比较短的沉积中断现象。沉积间断与地层缺失不同，它仅包含一个短暂的停止沉积的时间间隔，一般在恢复沉积以前很少或没有发生过侵蚀作用。沉积间断常常发生在一套整合的岩层中，一般很难鉴别。但由于生物的不连续往往反映沉积的不连续或沉积间断，因此常用生物地层方法，如利用化石带的缺失现象等来推断沉积间断。

【地层连续】　continuity　上下两组岩层之间没有出现沉积间断或地层缺失，古生物的演化顺序是连续的，地层层序是连续的，说明它们的沉积过程基本上是延续的，这种接触关系称为地层连续或简称连续。在构造地质学中把这种关系称为整合接触。在沉积过程中，间歇喷出的火山岩层，可以看作沉积岩系的组成部分，与沉积岩层的关系是连续的。

【整合接触】　conformity　简称“整合”，指同一地区两套沉积地层的接触关系，在沉积层序上是连续的，产状是一致的，在上覆地层沉积之前，下伏地层没有褶曲、翘起或侵蚀过。

【整合】　“整合接触”的简称。

【地层不连续】　discontinuity　上下两组岩层之间出现沉积间断或地层缺失，则两组岩层的层序关系称为“地层不连续”，简称“不连续”。在构造地质学上称为“不整合接触”，简称“不整合”。这种不连续的接触关系是多样的，两套岩层的产状可以是一致的，也可以是不一致的，如交角不整合、假整合（平行不整合）、似整合等。

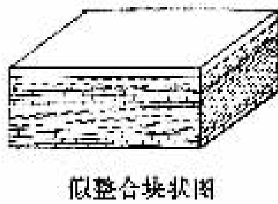
【不整合】 unconformity **同一地区，两套岩层之间有明显的沉积间断或缺失，古生物演化顺序是不连续的，由此确定岩层的时代是不连续的。不整合接触的两套岩层的产状，有的具有明显的角度相交，有的可以是一致的。不整合的类型包括交角不整合、假整合、似整合等。**

【交角不整合】 angular unconformity **又称"斜交不整合"，是不整合接触的一种类型。指上下两套岩层之间不但有明显的沉积间断，并且其上下两层的层面呈现一定的角度相交。这种形态的出现，反映在下伏岩层形成之后曾发生较强的构造变动，不但出现沉积间断，而且岩层产状也发生变化，所以当再度接受沉积时，上覆岩层同下伏岩层之间就成一定角度相交。**

【假整合】 deceptive conformity，disconformity，para – unconformity **又称"平行不整合"，为不整合接触的一种形态类型。指具有相同的走向和倾斜的上下两套岩层之间有一明显的沉积间断的接触关系，表明这个沉积区地壳曾经上升，经受侵蚀作用，然后再下降，重新接受沉积。假整合面所代表的地层缺失要通过生物地层的研究工作才能鉴别。假整合的时间间断比小间断为长。**

【平行不整合】 parallel unconforminty **即"假整合"，现已少用。**

【似整合】 paraconformity **为平行不整合（假整合）的一种不明显类型，与平行不整合不同之点是它没有清楚的侵蚀面，在间断面之上和以下的岩层产状又都是平行的，因而较难鉴别，只有通过精细的区域地层工作，才能确定下来。它所代表的沉积间断时限要比小不连续（**non – sequence**）或小间断（**diastem**）长得多，可达一个纪的延续时间，例如我国华北的青白口系与寒武系之间的不连续（蓟县运动）关系应为似整合。**



似整合块状图

【小间断】 diastem **在沉积过程中比较短的间断，称为"小间断"。它出现在一套不连续的地层里，由于时间间断太短，一般不易确定，只有通过详细的生物地层研究工作，才能鉴别。小间断的时间间隔比似整合（**paraconformity**）要短得多。**

【小不连续】 non – sequence **❶为"小间断"的同义名；❷有一种意见认为"小不连续"与"小间断"所代表的时间长短不同。"小间断"所代表的时间间断比"小不连续"还要短，以致不能由所含化石的演化反映出来。而"小不连续"所代表的时间间断比"小间断"要长，一般超过一个化石带以上的时间，通过化石带的缺失，可以反映出来。**

【等时面】 isochronous surface **从理论上讲，任何两个年代地层单位之间的界限无论在什么地方都应该是一个同时代的面，这个面叫做"等时面"。在实际工作中，确**

定等时面，最有效的方法是采用年代对比方法（包括古生物学方法、同位素年龄值法、磁性反向法、古地磁法、古气候法和古地理法等），力求远离其界限地层型的年代地层单位的界限接近或达到理论上的等时面。“ 等时面 ” 又译 “ 同时面 ”。

【穿时】 diachronous 指在一个岩石地层单位的分布范围内，由于岩相横向变化的结果，其岩性界面时上时下，出现穿越年代地层单位或生物地层带的界限的现象。从理论上讲，年代地层单位的界限是同时面，因而把这种现象称为 “ 穿时 ”。

【地层单位】 stratigraphic unit 为了研究地壳发展史、地质制图和地层对比等的需要，把组成地壳的岩层划分为不同类型、不同级别的单位，称为 “ 地层单位 ”。包括根据岩性岩相而划分的岩石地层单位，根据所含化石而划分的生物地层单位，根据地质时代而划分的时间地层单位（年代地层单位），以及根据矿物成分、放射性、地震波传播速度、电测特性、化学成分等其它特征而划分的非正式地层单位等。

【地质年代单位】 geochronologic unit 又称 “ 地质时间单位 ”，简称 “ 时间单位 ”。指地质时期中的时间划分单位。划分的主要依据是生物演化的不可逆性和阶段性。按级别从大到小分为宙、代、纪、世、期、时，分别对应的年代地层单位是宇、界、系、统、阶、时带。宙、代、纪、世是国际性的地质时间单位，适用于全世界。期和时是区域性的地质时间单位，适用于大区域，不是全球一致的。

【地质时间单位】 geologic timeunit 即 “ 地质年代单位 ”。

【宙】 eon 指国际地质年代表中延续时间最长的第一级地质年代单位，相当于一个 “ 宇 ”（一级地层单位）形成的时间。一般根据动物化石出现的情况，将整个地质时期分为动物化石稀少的隐生宙及动物化石大量出现的显生宙。宙再分为代，隐生宙分为太古代和元古代；显生宙分为古生代、中生代及新生代。

【代】 era 指国际地质年代表中的第二级地质年代单位。相当于一个 “ 界 ”（第二级地层单位）形成的时间。代是宙的再分，整个地质年代分为两个宙五个代。隐生宙分为太古代及元古代；显生宙分为古生代、中生代及新生代，它标志着生物演化的几个主要阶段。代再分为纪。

【纪】 period 指国际地质年代表中的基本地质年代单位。相当于形成一个 “ 系 ”（基本地层单位）的时间，纪是代的再分，例如古生代一般分为寒武纪、奥陶纪、志留纪，泥盆纪、石炭纪、二迭纪，共六个纪；中生代分为三迭纪、侏罗纪、白垩纪，共三个纪；新生代分为第三纪和第四纪，总共十一个纪。纪有时也可分为亚纪，如第三纪又分为两个亚纪：老第三纪和新第三纪。各个纪延续时间不同，一般从 3500 万年到 7000 万年，但第四纪仅有 200—300 万年。纪再分为世。对有的代划分为几个纪意见尚不一致，除上述目前国际公认的划分外，尚有把石炭纪分为独立的两个纪的。此外对各个纪的划分界限也有不同意见。

【世】　epoch　指国际地质年代表中的最小地质年代单位。相当于形成一个“统”（国际最小地层单位）的时间。世是纪的再分。一个纪一般分为两个到三个世。三分者称早、中、晚，例如早寒武世、中寒武世、晚寒武世；二分者称早、晚，例如早二迭世、晚二迭世。第三纪分为五个世。世再分为期。目前也有将某个纪的若干期称为世，如西欧的奥陶纪。

【期】　age　区域性的地质年代单位。相当于形成一个“阶”（区域性地层单位）的时间。期是世的再分，例如晚寒武世分为崮山期，长山期和凤山期。期的延续时间一般为 300—1000 万年。

【时】　chron　又称“年代”，是与*时带相对应的地质年代单位。

【年代地层单位】　chronostratigraphic unit，chronostratic unit　指以地层的形成时限（或地质时代）作为依据而划分的地层单位。年代地层单位与统一地质年代表中的年代单位是互相对应的。如年代地层单位宇、界、系、统、阶、时带分别与地质年代单位宙、代、纪、世、期、时相对应。从理论上讲，年代地层单位之间的界限应为等时面，实际上确定等时面，目前最有效的是年代对比方法，它包括古生物的、同位素年龄的、构造运动的（区域性不整合），古地理的（海陆变迁），以及古地磁和古气候等方法。其中以古生物（或生物地层）的方法最有成效。由于生物演化阶段，具有全球的等时性，适于地质年代的划分和洲际地层的年代对比，因而年代地层单位的划分，实际上是用古生物（或生物地层）的界限。因此，有人主张年代地层单位也应当是生物地层单位。

【时间地层单位】　time - stratigraphic unit　即“年代地层单位”。

【国际性年代地层单位】　global chronostratigraphic unit　指适用于全球的地层单位。包括年代地层单位的宇、界、系和统。

【区域性年代地层单位】　regional chronostratigraphic unit　指适用于一个生物地理区的地层单位。包括年代地层单位的阶和时带。

【宇】　eonothem　指在“宙”的时间内形成的地层，它是比“界”高一级的国际性的最大的地层单位；例如，隐生宇包括太古界和元古界；显生宇包括古生界、中生界和新生界。

【界】　erathem　指在一个“代”的时间内形成的地层。是比“系”高一级、比“宇”低一级的国际性时间地层单位，例如，太古界（始生界）、元古界（原生界）、古生界、中生界和新生界。界的符号，用界名的英文或德文字母来表示。如太古界用 Ar 是英文 Archeozoic 的前两个字母，元古界用 Pt 是英文 Proterozoic 的缩写，古生界用 Pz（Palaeozoic）、中生界用 Mz（Mesozoic），其中 P 是 Palae -（古）的第一个字母，M 是 Meso -（中）的第一个字母，Z 是 zoic -（生物）的第一个字母。新生界用 Kz，是德文（Kanozikum）的缩写。寒武纪以前的地层未划分的用 An∊，前震旦纪未划分的用 AnZ 表示。

【系】 system 指在一个纪的时间内形成的地层，是比“统”高一级、比“界”低一级的国际性基本年代地层单位。例如；寒武系、三迭系、第三系等。一个系可分为两个统到三个统。目前也有将一个系的六个阶均改为统的，如西欧的奥陶系。有时也有用亚系或超系的。系的符号一般采用系名的英文（个别用德文或汉语拼音）的第一个字母。震旦系（Zhen、Dan）用 I，是按汉语拼音；寒武系（Cambrian）用 ∈、奥陶系（ordovician）用 O、志留系（Siluriun）用 S、泥盆系（Devonian）用 D、石炭系（Carboniferous）用 C、二迭系（Permian）用 P、三迭系（Triassic）用 T、侏罗系（Jurassic）用 J、白垩系（Cretaceous）用 K、第三系（Tertiary）用 R、第四系（Qn arternary）用 Q 表示。其中寒武系、石炭系、白垩系的英文第一个字母全为 C，三迭系、第三系全为 T。为了区别，我国在 1959 年地层会议上讨论确定，寒武系符号采用 C 打一横，即 ∈；白垩系采用 K. K 是德文白垩（Kreide）第一个字母；第三系用 R，R 是采用符号 Tr 的第二个字母，也就是 Tertiary 的第二个辅音字母。

【亚系】 subsystem 是“系”的再分，在地层系统中一般不分亚系，通常只将第三系分为两个亚系（把第三纪分为两个亚纪）。过去惯于把第三系两个亚系叫做新、老第三系，或新、旧第三系；把第三纪两个亚纪叫做新、老第三纪或新、旧第三纪。亚系的符号，老第三系用 E、新第三系用 N 表示。E 是老第三系始新统英文（Eocene）的第一个字母；N 是新第三系英文（Neogene）的第一个字母。在北美把石炭系分为两个亚系（密西西比系和宾夕凡尼亚系），我国不采用。

【统】 series 指在一个“世”的时间内形成的地层。是比“系”低一级，比“阶”高一级的国际性年代地层单位。统是“系”的再分，一个系分为三个或二个统，其统的名称即在系的名称上增加下、中、上，或下、上等字样。例如下寒武统、中寒武统、上寒武统；下二迭统、上二迭统等。或者称寒武系下统、寒武系中统、寒武系上统；二迭系下统、三迭系上统。现在一律采用前者。另外有少数统名不用上、中、下。如西欧三迭系自下而上分为斑砂岩统、壳灰岩统、杂色岩统。统的符号是用在系的符号右下方加上 1、2、3 表示，如寒武系下、中、上统其符号分别为 $\in_1$、$\in_2$、$\in_3$，但第四系更新统和全新统的符号则分别用 Q_p（p 是更新统 pleistocene 的第一个字母）和 Q_h（h 是全新统 holocene 的第一个字母）表示，更新统又分为下、中、上，符号用 Q_1、Q_2、Q_3，因而又用 Q_4 代表全新统。

【阶】 stage 指在一个“期”的时间内形成的地层。是比“统”低一级，比“亚阶”高一级的全国性的或区域性年代地层单位。一个统可以分为几个阶，例如我国的上寒武统分为崮山阶、长山阶和凤山阶。阶的专名适用于整个生物地理区。不同的生物地理区可以有不同的阶名。在不同的生物地理区内，同一个统可以分出数目不等的阶。阶的名称最好用它的模式地点的地名来命名。并且可以再分为亚阶。我国古生界各

个系的一些阶多是在岩石地层单位“组”的基础上，经过区域性生物地层研究之后建立起来的。这就出现了一名二用的问题，如张夏阶和张夏组。尽管如此，张夏阶与张夏组还是容易区别开来，因为前者是以时带或等时面作为划分界限，而后者则以岩性标志作为划分界限。又由于在一个组的分布范围之内，其岩性界面不是完全同时的，所以张夏组的顶底界限和张夏阶的顶底界限也就不可能到处完全一致。阶的符号各国不完全一致，中国面积大，可以建立中国的阶名。中国阶名的符号，是在统的符号后边加阶名的汉语拼音头一个字母，或者与头一个字母最接近的辅音字母。如筇竹寺阶用 ϵ_{1q}。$\in_1$ 是下寒武统，q 是筇（qiong）的汉语拼音第一个字母。外国阶名用拉丁文字母拼音头一个字母，或者头一个字母加最接近的子音字母。如法门阶（Famennian）用 D_3fm。D_3 是代表上泥盆统。有人主张在系的符号后边完全用阿拉伯数字，构成阶名。如筇竹寺阶用 ϵ_1^1。但在不同的大区内，同一个统有时划分为两个阶，有时划分为三个阶，或者虽然都划分为两个阶，而时代并不相当，因此这种表示方法就不妥当，故一般仍采用前一种表示方法。

【亚阶】 substage 指一个亚期（subage）的时间内形成的地层。是比“阶”低一级的区域性时间地层单位。是“阶”的再分。亚阶的命名规则与阶相同，用模式地点的地名来命名。亚阶的名称，还可称下、中、上亚阶，亚阶的符号为阶的符号在右下角加上阿拉伯数字，如杜内阶（Tournaisian）的下亚阶或下杜内亚阶的符号用 C_{1+1}。

【时带】 chronozone 指在一个生物带延伸的时间间距内所形成的全部地层。“时带”是比“阶”低一级的正式时间地层单位。例如，根据燕形对笔石（Didymograptushirundo）带而建立的燕形对笔石时带。时带与生物带不同，在任何地点的确定是以标志生物的延伸范围的等时面为依据，而不管带化石是否存在。习惯上把广相的生物带，如笔石带、菊石带称为时带。

【生物地层单位】 biostratigraphic unit 以所含化石或古生物特征的一致性作为依据而划分的地层单位。划分一个生物地层单位的依据是多种多样的：有的根据化石的所有种类，或只根据某一特殊种类化石；有的根据作为某一地层间隔特征的所有化石分类单位组合，或仅根据所选定的化石分类单位；有的根据某一特殊的化石自然共生组合；有的根据一个化石分类单位，或更多的化石分类单位的延伸范围；有的根据化石的富集情况；有的根据化石的形态特征；有的根据化石所显示的习性和方式；有的根据生物进化发展阶段，等等。一个生物地层单位的建立一定要说明其依据。基本生物地层单位叫做“生物地层带”或简称“生物带”。生物地层单位与年代地层单位不同，两者的界线有时一致，有时前者穿越后者的界线。生物地层单位与岩石地层单位也不同，有时两者的界线一致有时则互相穿越。

【生物地层带】 biostratigraphiczone 简称“生物带”，是任何类型生物地层单位的通称，指含有一个种或属，或者若干个种或属化石为特征的一段地层。一般由其中一个或若干个特征化石来命名。生物地层带的含义相当于过去古生物工作者经常使用的带（zone）（Oppel，1856—1858）。目前又把生物地层带进一步划分为不同的类型。其中最常用的有组合带、延伸带（分类单位延伸带、共存延伸带、奥佩尔带、谱系带）顶峰带及间隔带等。

【生物带】 biozone 指任何类型生物地层单位的通称，与目前使用的生物地层带为同义，是后者的简称。生物带一词最早曾被用来作为一个正式生物地层单位。其含义与目前使用的延伸带相似，指在一个种或属的生存期间所形成的一段地层。后来为延伸带一词所取代，不再当作正式的生物地层单位来使用。

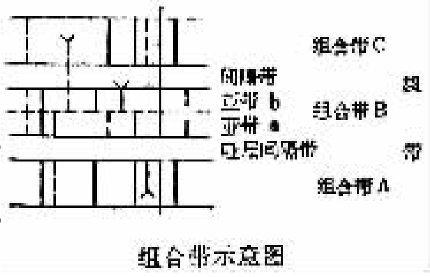
【生物面】 biosurface，biohorizon 作为一个生物地层带（生物带）的界线的面称为“生物面”，它标志着一个（或一些）种或属的最先出现和最后消失的面。例如，一个种或属的延伸带的界线是指这个种或属的标本在剖面中最先出现和最后消失的面。划分两个种或属的共存延伸带的界线还比较容易，但当涉及到三个或更多个种或属时就比较困难了。需要把所有的种或属都找到呢？还是只需要找到其中的一部分？这要靠精细研究后，经过判断加以确定。一个生物地层带的界线往往随着新的发现而不断地变动。一般说来，一个生物地层带的建立，往往需要把所有剖面都调查研究清楚后，才能最后确定这个生物地层带的确切界线。

【生物时】 biochron 指与生物带相对应的时间单位。

【哑层间隔带】 barrea inerzone 在两个生物地层带之间缺乏任何化石的层段称为“哑层间隔带”，例如 Exusparvus – Exus magnus 哑层间隔带。详见“组合带”。

【哑层内带】 barren intrazone 在一个生物地层带内也可能出现缺乏任何化石的地层间隔，这种哑层间隔称为“哑层内带”。

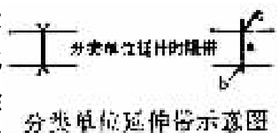
【组合带】 assemblage – zone 指含有一定特征的化石组合的一段地层，常以典型的种或属来命名，例如上奥陶统五峰阶底部的四川叉笔石（Dicellograptus szechuanensis）组合带。这个组合带不仅含有带化石四川叉笔石，而且还含有其它重要分子作为这个带的标志化石，它们共同组成这个组合带的特征。又如上寒武统崮山阶的蝴蝶虫（Blackwelderia）带和蝙蝠虫（Drepanura）带就具有组合带的性质。不仅在这两个带中出现一些共同的分子，而且蝴蝶虫还出现在蝙蝠虫带内。因而在确定这两个化石带的存在时，不能只凭带化石，要注意其化石组合的总面貌。从上面的例子，还可以看出一个组合带的带化石和这个带的其它分子，不一定都限于这个带内。



组合带示意图

【延伸带】　range－zone　亦译“延限带”，指以全部化石组合中任一选出的成分出现的总延续时限为界的一段地层。根据其选定成分的特点又可分为分类单位延伸带、共存延伸带、奥佩尔带、谱系带等。

【分类单位延伸带】　taxon－rangezone　是延伸带的一种最简单类型。指含有某一个分类单位（如属、种、科等）生物化石的全部延伸范围（水平和垂直）的一段地层。如中寒武统徐庄阶底部的徐庄柯赫氏虫（Kochaspis hsuchuangensis）带，下石炭统岩关阶的泡沫内沟珊瑚（Cystophrentis）延伸带和假乌拉珊瑚（Pscudouralinia）延伸带。

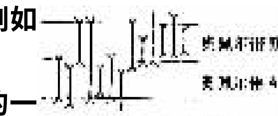

分类单位延伸带示意图

【共存延伸带】　concurrent－rangezone　又称“重合带”或“延伸重合带”。由两个或两个以上经过选定属于共存的或同时代的种、属或其它分类单位的延伸范围所限定的带称为“共存延伸带”。实际上它是由两个或更多的分类单位延伸带共同组成的一段地层。由于这些延伸带的垂直延伸范围不尽一致，因而只有重合的那一部分才代表共存延伸带的范围。所以又称共存延伸带为重合带或延伸重合带。如果是由两个分类单位延伸带组成的共存延伸带，其中层位高的延伸带的初次出现代表这个带的下限，而层位低的延伸带的最后出现代表这个带的上限。如果是由两个以上的分类单位延伸带组成的共存延伸带，其范围是以其中层位高的某些分类单位延伸带的初次出现为其下限，以层位低的另外一些分类单位延伸带的最后出现为其上限。共存延伸带的命名应以其中的分类单位延伸带的带化石来命名，如上寒武统凤山阶的泰勒氏虫－卡尔文虫（Tellerina－Calvinella）共存延伸带。

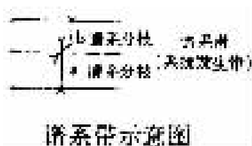

共存延伸带示意图

【重合带】　overlap－zone，range－overlap－zone　又称“延伸重合带”是“共存延伸带”的同义名。

【奥佩尔带】　Oppel－zone　奥佩尔带一名源自德国地层工作者艾伯特·奥佩尔（AlbertOppel，1831—1865）的名字。一般认为奥佩尔带与共存延伸带为同义，但多指一种划分不十分严格的共存延伸带。通常以某些经过选定的特征种或属的共存作这种带的主要鉴别标志，并以其中某一具有代表性的种或属来命名，例如 Siphogerinoides bramletti 奥佩尔带。


奥佩尔带示意图

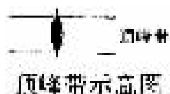
【谱系带】　lineage－zone　又称“系统发生带”，延伸带的一种。指由含有代表某一分类单位（或生物类群）的演化线（或演化趋向），或任何这种演化线（或趋向）的一个分枝的化石标本的一段地层。其上下限均被这一演化线（或趋向）或其一个分枝的延伸范围所限定。后者又称为“谱系枝带”。


谱系带示意图

【系统发生带】　phylozone　即“谱系带”

【谱系枝带】　lineage – segment – zone　谱系带的一种，此段地层上下限均被某一演化线（或演化趋向）的一个分枝的延伸所限定。详见“谱系带”

【顶峰带】　acme – zone　曾译为“极盛带”，代表一个种或属或其他分类单位发育到极盛阶段的一段地层。顶峰带并不代表一个种或属的全部分布范围，而只代表其分布范围的主要部分。常以一个种或属的化石标本产出最多的层位，代表其最繁盛阶段。顶峰带多以一个种或属来命名，例如早寒武世莱德利基虫（Radlichia）顶峰带。高峰带（Peakzone）也可视为“顶峰带”的同义语。



顶峰带示意图

【极盛带】　epibole　其意类似顶峰带，但顶尖带（acrozone）也曾译为“极盛带”，由于用法混乱，现均已少用。

【间隔带】　interval – zone，interbiohorizon　位于两个相邻的生物地层带界面之间的间隔，称为“间隔带”。在间隔带中缺少作为邻带依据的特征化石。其底界标志着下部邻接的生物地层带的顶部界面，而它的顶界标志着上部邻接的另一生物地层带的底部界面。这种带本身并不是一个种或属的延伸带或若干个种或属的共存，除了可以代表两个生物地层带之间的间隔外，可以说没有多大具体意义。它既不具有任何明确的生物地层延续时限。也不具有任何明确的生物地层组合特征。一般把它称为间隔带（interval – zone），或更确切地把它称为“间生物面带”（interbiohorizonzone）。


间隔带示意图

【间生物面带】　interbiohorizon zone　即“间隔带”。

【超带】　superzone　具有共同生物地层特征的几个带可以适当地集合在一起成为一个超带，见“组合带”附图。

【间带】　interzone　在某一地层序列中，各种类型生物地层带间的完全不含化石或与邻带的生物地层特征不同的间隔地层，称为间带（Henningsmoen，1961）。是“间隔带”的同义词。

【亚带】　subzone　是一个组合带或奥佩尔带的再分，（见组合带的附图），例如西北地区下奥陶统宁国阶的紧密围笔石（Amplexograptus confertus）带分为两个亚带：尹氏心笔石（Cardiograptus yini）亚带和标准拟舌笔石（Paraglossograptus typicalis）亚带。亚带还可以进一步分为数目不等的小带。

【小带】　zonule　是亚带或一个未经划分亚带的生物地层带的再分。指含有一个

小动物群或小植物群的单一岩层或一组厚度不大的岩层。

【小动物群】　faunule　指一个规模很小的动物群，出现于单一岩层或一组厚度不大的岩层中的动物化石组合。

【小植物群】　florule　指一个规模很小的植物群，出现于单一岩层或一组厚度不大的岩层中的植物化石组合。

【岩石地层单位】　lithostratigraphic unit　以岩性岩相特征作为主要依据而划分的地层单位，由于岩石地层单位反映一个地区的沉积环境特点，因而只能适用于一个小的范围，故又称“地方性地层单位”。主要岩石地层单位包括群、组、段和层。杂岩为辅助性岩石地层单位。岩石地层单位（群、组、段和层）与时间地层单位（界、系、统和阶）之间没有相互对应的关系，因此前者可以穿越后者的界线。岩石地层单位与生物地层单位根本不同，两者的界线在局部上可以是一致的，大多数情况下是互相穿越的。

【岩性地层单位】　lithostratigraphicunit　即“岩石地层单位”。

【地方性地层单位】　local stratigraphic unit　即“岩石地层单位”。指适用于一定范围的地层单位，包括岩石地层单位（群、组、段、层、杂岩）。详见“岩石地层单位”。

【组】　formation　是岩石地层单位的基本单位。一个“组”具有岩性、岩相和变质程度的一致性。它可以由一种岩石组成，也可以由两种或更多的岩石互层组成。厚度可自几米到千米以上。地层规范草案（1960年）规定，组名一律用地名加“组”来命名，如馒头组、冶里组。另外有一种命名法是，一个组如果岩性单一，可以用地名加岩石名来命名，如栖霞石灰岩、茅口石灰岩，这种命名法，我国目前已很少用了。组的符号，采用在系或统的后边加汉语拼音头一个字母，用小写斜体字表示，如馒头组，用 ϵ_1^m 如果同一个统内，组名第一个字母有重复时，则时代较新的组在头一个字母之后再加上最接近的一个辅音字母，仍用小写斜体字。如毛庄组用 C_1^{mz}。

【段】　member　为比“组”低一级、比“层”高一级的岩石地层单位。是由两种以上岩层构成的“组”的再分，代表组内具有明显岩性特征的一段地层。为了大比例尺制图的需要，一个组可以全部或部分地分成几个段。段可用地名加段来命名，如湾湾沟段、白山段等。也可以用岩石名称加段来命名，如石灰岩段、砂岩段、砾岩段等。

【层】　bed　为比“段”低一级的、最小的岩石地层单位。指一层特殊的岩层、矿层或化石层，如膨润土层、磷矿层、笔石层等。地层规范草案（1960）未规定“层”作为正式岩石地层单位。

【群】　group　一般是指比“组”高一级的岩性地层单位或地方性地层单位。群可用于：①群是最大的地方性地层单位，包括很厚的、组份不同的岩层，如龙山群、南山群等。②目前国外有一种倾向是，认为具有共同岩性特征的两个或更多的连接的组，可以联合为一个群。③群有时也适用于一套还没有作过深入研究，而很可能划分为几个

组的岩系。群必要时可以再分为几个亚群；有共同岩性特征的几个群也可以联合为一个超群。前寒武纪古老岩系一般称群，如我国的泰山群、鞍山群等。群的顶底界限往往为明显的沉积间断面，（如假整合和角度不整合），标志着构造环境和沉积条件的显著改变。群、亚群、超群均可用地名加群、亚群和超群来命名。大致相当于统的岩石地层单位，要根据其岩性特征确定其等级（组或群），不能简单地一律称群，因为群与时间地层单位统之间没有对应的关系。群的符号是在界、系、统的符号后边加两个汉语拼音的字母，群名拼音用第一个字母和最接近的辅音。如昆阳群用 Pt_{kn}，Pt 是元古界（Proterozoic）的符号，kn 是昆（Kun）的汉语拼音前二个辅音字母，水口群用 ϵ_{sb}，∈ 是寒武系符号，Sh 是水（Shui）的汉语拼音前二个辅音字母，大拉子群用 K_{dl}，K_1 是下白垩统，d 是大（da）拼音第一个辅音，l 是拉（la）第一个辅音字母。

【杂岩】 complex 是非正式的岩石地层单位，指一大套巨厚而组份复杂的沉积、喷出或变质地层，按其研究程度还不能划分为确切的正式岩石地层单位。因此杂岩的等级是不很明确的。过去对于一些前震旦纪的深变质地层，如泰山群、登封群等，都曾称为“杂岩”。后来经过研究，都归为“群”一级的正式岩石地层单位。由于岩石学中也用杂岩一词，目前我国地层学中已很少使用。

【红层】 Red beds 指大陆环境形成的红色沉积层。主要以砂岩、粉砂岩、页岩组成，局部夹有薄层砾岩，石灰岩、泥灰岩。红色为沉积物中高价氧化铁形成，显示在大气中受氧化作用。美国西部的二叠纪、三叠纪的沉积岩；中欧、北欧的陆相泥盆系老红色砂岩层（Old Rted Sandstone）；中欧的陆相二叠系新红色砂岩层（NewRedSandstone）都是典型的红层。所谓红层，应有 60% 以上的岩层呈红色，红层之间常夹有杂色岩层。我国的红层一般是指中生代至第三纪的陆相地层。

【沉积相】 Sedimentary facies 沉积相的定义有许多种。地史学、地层学中常把反映沉积环境的原生岩性和生物群的综合特征，称为“沉积相”。沉积相既然作为沉积环境的综合物质反映，就一定具有空间上和时间上的变异，因而沉积相就具有古地理上和地层上的意义。根据沉积环境，沉积相可以划分为海相和陆相两大类型。例如，古生代某些由石灰岩形成的地层，其中含有丰富的海生动物珊瑚、腕足类等化石，显示一种大陆架浅海沉积或浅海相。中生代某些由砂页岩组成的地层，其中含有陆生植物和淡水动物化石，显示一种内陆湖泊沼泽相。由于沉积相主要包括岩石和生物两个方面，因而又可以把沉积相划分为岩相和生物相。岩相和生物相代表沉积环境记录的两个不同的方面。

【相分析】 facies analysis 研究地层的岩性特征和古生物特征以恢复古地理的方法，称为“相分析”。相分析的基本原则是运用现代环境条件下形成的沉积物和生物特征的知识，以推测地史时期岩层的沉积环境，即所谓“将今论古”的现实主义原则。

但由于沉积的形成条件和生物的生态特征是随时代而发展变化的，因此，不能机械地对比。例如，现代白云岩的形成条件多与咸化泻湖有关，而某些古老地层则几乎全由白云岩组成，显然是在开阔浅海中形成的。在古生代海百合几乎都与浅海生物共栖，而现代的海百合则多生活在深海地带。因此在具体运用这一原则时，必须用辩证的、历史比较的观点和方法，而不能把不同地史时期资料机械地予以对比。关于运用“将今论古”的现实主义原理，推断古地理、古气候的变化情况，以在我国为最早。早在八世纪我国唐代颜真卿（公元709—785）在他的《抚州南城县麻姑山仙坛纪》一文中曾引用过葛洪（公元284—363）《神仙传》中“东海三为桑田、海中行复扬尘”的话。文中又说：“南城县有麻姑山、顶有古坛，……东北有石崇观，高石中犹有螺蚌壳，或以为桑田所变”。就是用现实主义原理，推想以前是海，现在变为桑田的。唐代颜真卿虽曾用化石来推断海陆变迁，但真正利用化石作更具体的描述和更合理的解释的要首推十一世纪北宋的科学家沈括（公元1031—1095）。1074年他察访河北时，发现“遵太行而北，山崖之间，往往衔螺蚌壳及石子如鸟卵者，横亘石壁如带”。根据山崖之间螺蚌壳和鹅卵石的发现，他作出了正确的论断，说“此乃昔之海滨，今东距海已近千里。所谓大陆者，皆浊泥所湮耳”。今之高山，昔之海滨，科学地论证了古地理的发展变化。过了四百多年后，意大利人达·芬奇在岩层中发现化石，也得出了同样的结论。

【生物相】 biofacies 反映一定沉积环境的生物群的生态特征，称为“生物相”。由于不同生态的生物各适应于一定的环境条件、所以有些化石在地层中的出现就足以显示当时的地理环境。例如，在古代海相地层中，有含丰富笔石化石的笔石相，反映了古代水流不畅的海湾沉积。而富含海生底栖生物的壳相和礁相，则反映古代浅海环境沉积。这些足以标志特种地质地理环境的化石，称为“指相化石”。指相化石的确定，对于恢复地史时期的古地理环境具有重要意义。

【岩相】 lithofacies 指沉积岩相。为反映一定沉积环境的岩性特征，包括所有物理的化学的（矿物和岩石的）以及生物的特征。例如，在古代海相地层中反映浅海环境的海绿石砂岩相，等等。

【礁相】 reef facies 以造礁生物为特征的生物相。称为“礁相”。常见的造礁生物有群体珊瑚、层孔虫、苔藓虫、海绵和藻类等。以珊瑚礁为主的礁相，往往反映一种海水清彻的温暖浅海环境。在我国南方晚古生代海相地层中，珊瑚礁灰岩甚为常见。在我国震旦系中藻礁灰岩分布较广。

【壳相】 shelly facies 以含有丰富的具有厚重外壳的底栖生物为特征的生物相，称为“壳相”。例如，在我国古代海相地层中壳灰岩甚为常见，其中含有大量完好的介壳类化石，如腕足类、□类等，往往反映一种开阔的浅海环境。壳相一词有时指一种富含钙质介壳的地台型沉积相。

【笔石相】　graptolite facies　指以含有丰富笔石而很少底栖生物为特征的生物相。笔石相的岩性多为黑色页岩，故又称“笔石页岩相”。笔石相一般反映还原条件下的海湾环境。在我国海相奥陶系和志留系中，笔石相颇为常见。笔石相一词有时也指一种富含笔石的地槽型沉积相。

【相变】　facies change　指反映沉积环境的岩性特征和生物特征在同一时期内横向上和纵向上的变化。一般谈到某一地层单位的相变时，则都是指其横向变化。相的横向变化是指同一时期在不同地区形成的地层中，岩性和古生物在面貌上的差异。例如在鄂西和川东一带，下三迭统大冶灰岩以浅海环境下沉积的薄层石灰岩为主，除含瓣鳃类化石外，并含菊石化石。向西及西北至重庆、合川的中梁山区，页岩增多。更向西到隆昌、威远一带，下三迭统几乎全为紫色页岩和砂岩组成。页岩中富含瓣鳃类化石，称为飞仙关页岩，代表一种滨海沉积。相的纵向变化反映了当时沉积环境条件的纵向更迭。

【海进超覆】　transgressive overlap　由于地壳下降或海面上升而引起海水向陆地侵进的现象，称为海进。随着海水向古陆侵蚀面侵漫，海进范围不断扩大。时代较新的沉积岩层，其分布范围超越了时代较老的沉积岩层而直接覆盖在古老侵蚀面上，这种关系称为地层的海进超覆。例如华北区的上石炭统太原组和中石炭统本溪组一般为连续沉积，但太原组的沉积范围比本溪组更为广泛。在冀北、河南及皖北缺失本溪组，而太原组直接超覆在奥陶纪马家沟灰岩古老侵蚀面之上。在地史记录中，超覆现象颇为常见。



【海进】　transgression　又称“海侵”，见“海进超覆”。

【海退退覆】　regressive offlap　由于地壳上升或海面下降，海水自内陆向海洋退去，这种现象称为海退。由于海退，新沉积的岩层分布范围逐渐变小，时代较新的近岸沉积依次后退而覆盖在已经形成的远岸沉积之上。这种关系称为地层的海退退覆。在地史记录中，一般退覆关系不易确定。这是由于海水退去后，地层露出水面，经过了风化剥蚀，往往不易保存的原故。

【海退】　regression　见“海退退覆”。

【地层区划】　Stratigraphic provincialism，stratigraphicdivision　根据地壳活动性、古地理条件、古气候条件和古生物群特征等因素，在各个 地区的情况不一致所导致的地层发育上的差异，划分出不同的地层区域，称为“地层区划”。地层区划一般有两种，一种是按照某一层系的专门地层区划，另一种是综合各个层系共同点的综合地层区划。后者划分的准则是沉积建造特征、层序特征、古地理条件、生物群特征和构造变动。综合地层区划一般分三级：一级地层区划（地层大区），二级地层区划（地层分区）和三级地层区划（地层小区）。地层区划是为编制区域地层对比表，建立标准地层剖面，编篡区域化石手册以及合理规划区域地质调查，普查找矿等服务的。

【地层大区】 是我国一级地层区划单元，也是地层区划中最大的划分单元。根据我国情况，地层大区的划分应以考虑古生界为主，但也必须照顾到其下的震旦系和其上的三迭系，并注意基底情况。地层大区一般相当于大地构造分区上的一级构造单元，例如华北区大致相当于华北地台。每一个地层大区内，“系”以上的地层单位在“相”（生物相、岩相等）上应该可以对比；“统”在“相”上可以基本对比或分区对比。根据实际情况应该有几个或十几个足以代表本区地层概况的标准地层剖面。

【地层分区】 是我国二级地层区划单元，是地层大区的进一步划分。地层分区是地层区划中最基本的区划单位。根据我国情况，它的划分除考虑古生界外，应着重考虑岩相古地理情况、基底情况和中、新生界。地层分区大致相当于大地构造分区上的二级单元，如辽东分区大致相当于辽东隆起区（辽东台背斜）。每一个地层分区内，要求“统”在相（生物相、岩相等）上完全可以对比。“组”基本上可以对比或能够分区对比。应当编制几个区域综合地层柱状剖面，足以充分地反映本区的地层特征。

【地层小区】 是我国三级地层区划单元，是地层分区的进一步划分。根据我国中、新生代以陆相为主，岩相变化大的特点，地层小区的划分应更多地侧重中、新生界的特点和古地理情况，以及生物相带、岩相带和含矿性等特点。在一个小区内应建立区域综合地层剖面，达到组一级地层单位的对比。

【地层柱状剖面图】 columnar section 把一个露头点或一个钻井记录或一个地区的地层层序、时代、相互关系、岩性、化石和厚度等，按一定比例尺和图例，用柱状图解的方式表示（一般都附有简要文字描述），就成为地层柱状剖面图。柱状剖面图一般包括三个类型：露头地层柱状剖面图、钻井地层柱状剖面图和综合地层柱状剖面图。

【露头柱状剖面图】 Outcrop columnar section 指表示在一个露头点上观察到的比较详细的地层层序。用最简单的图解方式，把层序、岩性等画在两条平行的直立线之内。但有时为了反映岩性的不同，把其中一条直立线用曲线表示之，使坚硬的岩层突出于柔软岩层之外，尽量反映野外露头的出露情况。

【钻井柱状剖面图】 well log columnar section 指根据钻井所获资料编制的地层层序、岩性等柱状剖面图。多用狭窄的地层柱表示之，常与电测井剖面结合起来使用。视电阻率曲线和自然电位曲线的变化，反映了岩石的物理性质和含水情况。

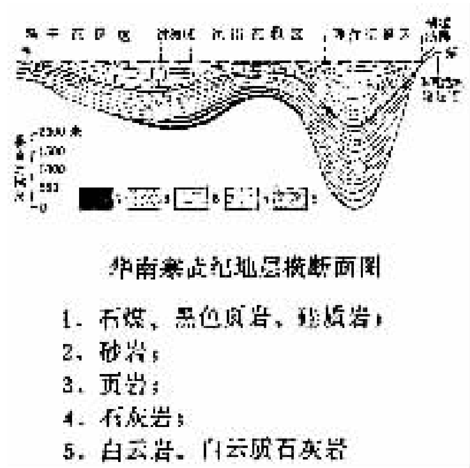
【综合柱状剖面图】　composite columnar section　指根据一个地区的许多露头点柱状剖面和钻井柱状剖面综合而成。它足以充分地表示一个地区的地层特征。

【地层柱状剖面对比图】　stratigraphic correlation diagram　又译“地层对比图解”。用若干个相邻地点的地面露头或地下钻井的地层柱，按地理位置排列起来，加以对比而联结起来的图解，称为“地层柱状剖面对比图”。排列地层柱状剖面的间距可以是相等的，也可以按比例远近来排列。一般选择一个具有明显特征的层位作为排列地层柱状剖面的水平基准线。地层柱状剖面之间的岩性和化石对比，可用线条联接相当岩性界线或时间界面表示之。为了表示地层细节，纵向比例可以适当夸大。为了表明各个地点之间地层的构造变动情况，地层柱状剖面就要按野外实际标高来排列。如果均为地下钻井地层柱状剖面，就要以水平面为基准向下排列之。地层柱状剖面对比图最好附一个表示各地层柱状剖面相对位置的地理位置图。有时地层柱状剖面对比图还可以按地层柱状剖面的实际地理位置排列之。

中国南方二迭纪地层柱状对比图

【地层对比图解】　stratigraphic correlation diagram　即“地层柱状剖面对比图”。

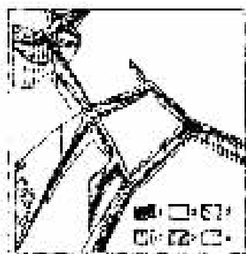
【地层横断面图】　stratigraghic section　是地层体的一种两度空间图解。它与地层柱状剖面对比图很相似，其不同之点在于水平距离必按一定的比例，不只表示控制点的岩性特征，而是把地层单位的界限和岩性特征等都要延伸到整个图解之内。地层横断面图比起地层柱状剖面对比图来，在反映地层沉积的环境条件方面，更为全面，且具有更大的概括性。



华南泥盆纪地层横断面图

1．石煤、黑色页岩、硅质岩；
2．砂岩；
3．页岩；
4．石灰岩；
5．白云岩、白云质石灰岩

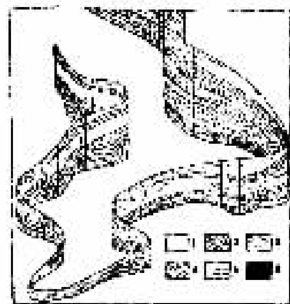
【篱笆图解】 fence diagram 又称“栅状图解”。是地层体的一种三度空间透视图解。在一张用地图作的图底上。按照地层横断面所经过的控制点，画两条以上的地层横断面，使其直立于图底之上，然后把这些地层横断面的地层界线或岩性界线连接起来，在空中俯瞰之下，每条地层横断面就象一条篱笆一样，故称为“篱笆图解”。篱笆图解与地层横断面不同，后者只能表示地层体的两度空间断面，而前者则是地层体的三度空间图解。但篱笆图解在表示地层细节方面，不如地层横断面那样详细，而是具有更大的概括性。



篱笆图解
1. 泥岩；2. 粗质页岩；3. 粒质岩；
4. 碳酸盐岩；5. 灰绿色页岩；6. 砂岩

【栅状图解】 即“篱笆图解”。

【带状图解】 ribbon diagram 透视图解的一种。如果把篱笆图解中的分支和交切的地层横断面省略去了，使地层横断面之间交接处的折曲的角度园润了，一个连续的地层横断剖面呈优美的彩带状蜿蜒在图上，就成为带状图解。



带状图解
1. 红色泥灰岩； 2. 灰色泥灰岩；
3. 泥灰岩与砂岩； 4. 砂岩；
5. 石灰岩； 6. 盐岩

【地层图】 stratigraphic map 指表示一个地层单位的区域分布、形态特征的图件。地层图包括许多类型如构造等高线图、等厚线图、相图、古构造图等。

【等厚线图】 isopach map 根据一个地区的地面露头和深部钻井的地层剖面资料，把一个地层单位的厚度变化，用等厚线表现在地图上，就成为等厚线图。等厚线图不仅表示一个地区的水陆分布和沉积条件，还反映了基底在沉积过程中的沉降情况，也就是当时的构造环境特点。此图又译等厚图。

【相图】 facies map 根据地层对比和相分析的结果，把一个地层单位的岩相或生物相的区域变化情况，表现在地图上，就成为“相图”。相图又分为岩相图、生物相图等。一般相图多以等厚线图作为底图，在上面再描绘“相”的变化情况。

【岩相图】 lithofacies map 又称“岩相古地理图”，把一个地层单位的不同岩相分布，描绘在地图上，就成为岩相图。近年来由于统计和数理分析的应用，一个地区的岩相图可以用岩比图、三组分图解相图等来表示。如果把不同的岩相分布表现在等厚线

图上，就成为岩相等厚线图。这种既具岩相分布，又有等厚线的岩相图，不仅反映古地理环境，同时还反映了沉积物质和形成条件。

【生物相图】 biofacies map 又称“生物相古地理图”根据生物相分析的结果，把一个地层单位内的古生物特征的分布情况，用比例或比率表现在地图上，就成为生物相图。生物相图一方面表示某些生物的分布，由于生态的差异，只局限于一定地带或地区；另外也反映这些地带或地区有利于某些生物生活和死后保存。

太古代

【隐生宙】 Cryptozoic Eon 旧译“隐动宙”。隐生宙是前寒武纪的同义名。是指动物化石稀少的前寒武纪。三十年代有人（G·H. Chadwich 1930）建议把地史时期划分为两个大的阶段，并取名为比“代”高一级的时间单位——宙（Eon）；并用隐生宙代表动物化石稀少的前寒武纪，用显生宙代表动物化石开始大量出现的寒武纪以后的阶段。由于前寒武纪洲际地层对比还有困难，因而对隐生宙的进一步划分还未取得一致意见。尽管目前的趋向是二分，下部称太古代，上部称元古代，但二者之间至今还没有确定一个一致的界限。

【隐生宇】 Cryptozoic Eonothem 旧译“隐动宇”，是前寒武系的同义名，指隐生宙形成的地层。隐生宇的划分在世界各地很不一致。划分的依据多为不整合和变质程度的深浅等等。目前多用同位素年龄值来进行各地区之间的对比。隐生宇的上部地层（元古界）已有可能用藻类化石或超微化石来进行对比。隐生宇包括太古界（始生界）和元古界（原生界）。参见前寒武系。

【前寒武纪】 Precambrian 又译“先寒武纪。”泛指寒武纪以前的一段漫长地质时期，前寒武纪是指地质时期中最早的太古代（始生代）和元古代（原生代）。在我国则包括震旦纪和前震旦纪，约占整个地质时期的将近90%的时间（近40亿年），是地壳形成和发展史中的早期阶段。生物以水生菌藻植物为主，后期出现了后生动物。由于保存成为化石的极少，因此有人把前寒武纪称为隐生宙。前寒武纪的研究对地球和地壳的演化以及生命的起源和演化等重大理论问题的探索，提供了依据。近年来对前寒武纪的划分大致有两种倾向：一种是过分强调构造期，单纯地以同位素年龄值作为划分的主要依据，其中如美国地质调查所1971年提出的方案，不用太古和元古这些传统的名词，而用符号来代表这些不同的阶段。把前寒武纪划分为：W（>25亿年）、X（16—25亿年）、Y（8—16亿年）、Z（5.7—8亿年）四个大阶段；另外一种认为前寒武纪的划分也可以用显生宙所用的生物演化和沉积发展的阶段性那样的原则。其中如美国的克劳德（P. Cloud，1972），把前寒武纪划分为四个大阶段（宙）：冥古、太古、元植和元古或元动，其时间界限分别置于35—36，26±和19亿年。这四个阶段和以后的显生宙是同一级别的。显生宙的起点下移到前寒武纪最后一次冰川作用消退和后生动物出现的位置，即大约6.8亿年的时期。显生宙起点的下移是考虑到在从6.8到5.7亿年之间建立

一个新的纪（系）。并把它归入古生代。

【前古生代】　Prepalaeozoic　又译“先古生代”，即“前寒武纪”。

【前寒武系】　Precambrian　又称“先寒武系”，“前古生界”，指前寒武纪形成的地层。前寒武系组分复杂，包括分布于各个地台基底的太古界变质杂岩、混合杂岩、岩浆杂岩以及下元古界变质岩系和作为地台盖层的基本上没有变质的上元古界沉积岩系和火山岩系。前寒武系中蕴藏着丰富的铁、金、硼、磷等矿产资源。

【前古生界】　Prepalaeozoic　即“前寒武系，又译“先古生界”

【太古代】　Archaeozoic Era　又称“始生代”。属隐生宙，是地质年代中最古老的一个代。北美、澳大利亚等多以距今26—24亿年作为太古代与元古代的界限，而我国根据本国情况，曾把太古代的上限暂置于距今20亿年左右，为了与国际上的划分基本上取得一致，已把太古代的上限移至距今25亿年左右。目前认为最早的生物遗迹是在南非发现的距今32亿年左右的两个微植物化石。一个呈球状可能与现代的兰藻有密切关系的，命名为古球藻（Archaeosphaeroides）。另外一个呈杆状的细菌，命名为原始细菌（Eobacterium isolatum）。据此，一般认为生物圈在距今36亿年左右可能已开始出现。原始地壳的形成开始于距今46亿年左右。最早的原始地壳为薄而脆弱的玄武岩圈（硅镁层），具有大洋地壳的性质，成分相当于大洋拉班玄武岩。具体代表如津巴布韦（罗得西亚）的西瓦克维系下部的超基性岩等。可能在距今40亿年左右开始出现了原始水圈，从而开始出现了沉积圈。但这时火山作用频繁而强烈，与沉积作用相比仍占优势，故主要形成了基性至中基性火山岩和火山沉积岩，以后变成了绿岩。这些古老绿岩组成了所谓原始大陆的核心，成为古地台的基底。较晚的正常沉积，以后遭受变质作用和花岗岩化，是围绕着古老的陆核而分布的。距今35—26亿年开始出现“花岗岩”圈（硅铝层），主要是钠质花岗岩。据最近资料，最早的花岗岩为波罗的地盾的奥长花岗岩（年龄为35亿年）。此阶段花岗岩化广泛发育，规模大，延续时间长。太古代末发生了广泛而强烈的地壳运动。

【始生代】　即“太古代”。

【太古界】　Archaeozic Erathem　又称“始生界”。太古代形成的地层称为太古界。太古界一般变质较深，构造变动大，分布广，组成古地台的基底。它的主要特征是超基性岩、基性火山岩和凝灰岩的广泛发育，很少有碳酸盐岩石。根据岩性、建造特征，并结合同位素年龄值，我国华北的阜平群、桑干群、泰山群、登封群和东北南部的鞍山群均应属太古界，但不一定属于古老的绿岩带，很可能稍晚些，组成了中朝地台的基底。东北北部的麻山群变质很深，有可能属太古界，但由于缺乏同位素年龄值，尚须进一步研究查明。至于在我国南方及西北地区等，迄今尚未发现确切无疑的太古界。太古界与元古界之间一般为明显的角度不整合关系。太古界中的绿岩带是重要的含矿带，含有层状铁矿即条带状磁铁石英岩，广泛分布于世界各地。另外，绿岩带中含有来源于基性岩、超基性岩的含金带（过去认为是气成–热液形成的），其中可供综合利用的有铜、铅、锌、钨、锡、砷、硫等元素。超基性岩中含有铬、镍和蛇纹石、石棉矿床。其次还有菱镁矿、滑石、重晶石、刚玉等矿床。

【始生界】　即“太古界”。

【阜平群】　属太古界。主要出露于太行山中南部。最初命名地点在河北省阜平县。本群厚度巨大，主要由各种片麻岩组成，也有数量不等的各种镁质大理岩、变粒岩、斜长角闪岩以及浅粒岩，并有一定的麻粒岩和石榴石紫苏斜长角闪岩，中下部还有含紫苏辉石变质铁矿的透镜体或透镜层。原岩以半粘土质为主，也有长石砂岩、粘土岩、碳酸盐岩甚至基性岩类等，常显示不同规模的韵律性特征。阜平群区域变质程度深，主要属角闪岩相，局部为麻粒岩相，有的还受到后期退化变质的影响。区域变质年代大致在23.60亿年或稍老一些。本群受到强烈而广泛的混合岩化作用、花岗岩化作用，形成多种混合岩和混合花岗岩，有时还有成因上与花岗岩化有关的花岗岩侵入体。本群与五台群为不整合关系。在吕梁山地区与本群相当的地层称界河口群。

【桑干群】　旧称“桑干杂岩”或“桑干片麻岩”，时代属太古代。广泛分布于内蒙南部和燕山地区。最初命名地点在河北张家口附近的桑干河流域。本群厚度巨大，主要由各种片麻岩组成，其下部的原岩以常见的基性岩类型和半粘土质沉积为特征，现多由紫苏麻粒岩、二辉斜长片麻岩等组成。上部的原岩以含有许多粘土质和半粘土质岩类以及一些碳酸盐岩为特征，并有少数中基性火山岩，现为夕线石片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩、浅粒岩、斜长角闪岩等。在上下两部地层中均见有沉积变质铁矿层或透镜体。变质程度深，下部变质岩多属麻粒岩相，上部则部分属麻粒岩相，部分属角闪岩相。本群区域变质年代为25亿年，受到不同程度的混合岩化、花岗岩化作用，形成不同种类的混合岩和混合花岗岩。在变质岩中见到一些变质前的基性侵入体，以及大多属于前震旦纪的基性和超基性岩侵入体。本群与其上的二道洼群为不整合关系。

【桑干杂岩】　即“桑干群”。

【桑干片麻岩】　即“桑干群”。

【泰山群】　旧称“泰山杂岩”，时代属太古代。广泛出露于泰山及沂蒙山区。最初命名地点在山东泰安县泰山。本群厚度巨大。主要由黑云斜长片麻岩组成，并含有一定的角闪（斜长）片麻岩、斜长角闪岩和黑云变粒岩等。原岩主要为粉砂级的较细碎屑岩类，一部分具硬砂岩性质，局部含有一定的钙质。有些地区，中上部有一个角闪质岩组，属铁铝榴石角闪岩相，厚千余米；是一套变质的浅水至陆相喷发、具不同形态的杏仁至球颗粒状基性火山岩及细粒火山碎屑岩的岩组，伴有基性岩、超基性岩小侵入体。在其相当岩层中，有时并含有一定厚度的沉积变质铁矿。在较多地段，又受到两期混合岩化作用，形成不同类型的混合岩和混合花岗岩。区域变质时代为25.5±亿年，最老伟晶岩的时代为25±亿年。在泰山附近，本群曾为时代间距极短的辉长岩、苏长岩和花岗岩先后侵入，后者的年龄值为17±0.5亿年。本群为寒武系或震旦系所不整合覆盖。

【泰山杂岩】 即“泰山群”。

【鞍山群】 旧称“鞍山统”，时代属太古代。出露于辽宁东部和吉林南部，其北带从鞍山－阜新－铁岭地区，向东北沿龙岗山脉延伸，其南带沿辽东半岛的东南海岸出露，也向东北方向延伸。最初命名地点在辽宁省鞍山。本群厚度巨大，下部由黑云斜长片麻岩、角闪黑云斜长片麻岩组成，并有斜长角闪岩和辉石角闪岩的夹层。至上部黑云变粒岩及包括斜长角闪岩在内的各种角闪质类岩石增多，并含有硅质变质铁矿层或含铁建造（即鞍山式铁矿），局部出现少量镁质大理岩透镜体或夹层。其原岩为较多的基性岩类和半粘土质类型。变质程度较深，多数岩石属角闪岩相的一些亚相，另外有些属麻粒岩相的低级亚相。区域变质时代略早于 24 ±0.5 亿年。岩层受到混合岩化和花岗岩化作用的影响，形成不同类型的混合岩和混合花岗岩，在许多地方还伴随有伟晶岩团块和伟晶岩脉。鞍山群与上覆辽河群的接触关系，根据出露情况不同，尚有不同意见。一种意见认为是连续关系没有明显的间断；另外一种意见则认为是不整合关系。两者均为震旦系所不整覆。关于鞍山群的原岩成分尚有不同的意见，有人认为均属火山沉积。

元古代

【元古代】 Proterozoic Era 又称“原生代”，属隐生宙，是地质年代的第二个代，约开始于距今 26—24 亿年，延续了约 18—20 亿年。元古界中已发现了很多菌藻植物的化石如藻类化石和微古植物，因而将元古代称为菌藻植物时代。元古代末期，除藻类大量繁育外，还出现了著名的伊迪卡拉（Ediacara）动物群，其中有腔肠动物、环节动物、节肢动物和介壳动物。由于缺乏坚硬骨骼，保存下来的多为动物躯体的印痕化石和遗迹化石。元古代后期曾发生过全球性的大冰期。例如我国南方、西北和北方的豫西等地，以及澳大利亚、印度、西北欧、西伯利亚、北美西部、南非等地都发现过冰川遗迹。元古代火山作用已渐减弱。元古代中期，发生过广泛的地壳运动，在我国北方称为吕梁运动。伴随构造变动有岩浆活动以及与岩浆活动有关的内生成矿作用。元古代与古生代的界限问题，其中涉及到伊迪卡拉动物群的时代隶属问题，尚未最后确定。目前有一种意见主张把从冰碛层到寒武系底界之间的一段地层（时限 6.8—5.7 亿年）作为古生界的第一个纪（系），但尚未取得一致意见。

【原生代】 即“元古代”。

【元古界】 Proterozic Erathem 又称“原生界”，元古代形成的地层称为元占界。元古界中火山岩类已逐渐减少，各种碎屑沉积和生物、化学沉积大量出现，如含金铀砾岩、刚玉铁质岩及大量的白云岩等。上元古界生物沉积大量出现，并可根据迭层石和微古植物等划分和对比地层。上元古界上部的红色碎屑堆积（莲沱群），广泛分布于我国南方。元古界顶部的冰碛建造广泛分布于各大陆。是区域间对比的良好标志。元古界中蕴藏着丰富的铁矿、原生沉积铜矿、碳酸盐型稀土矿床，以及硼、磷、菱镁矿、滑石等矿床。

【原生界】 即“元古界”。

【五台群】 旧称“五台系”或“五台层”，时代属元古代早期。出露于吕梁山、五台山、太行山北部等地区。最初命名地点在山西省五台县。本群厚度巨大、以各种变粒岩、斜长角闪岩、角闪片岩为主，并有二云母片岩、石榴石黑云片岩、蓝晶片岩，有时相变成各种片麻岩。中下部有时见有沉积变质铁矿岩组或含铁层位。原岩以含有半粘土质、粘土质岩类和局部富钠的中基性或基性甚至酸性火山岩为特征，韵律性较差，碳酸盐沉积少。这套变质中基性和酸性火山岩均不同程度地显示黄铜矿化、黄铁矿化现象。区域变质程度中等或稍浅，大多为铁铝榴石角闪岩相，部分属绿片岩相，下部较上部变质程度为深。区域变质年代接近 20.5 亿年或更老一些。混合岩化作用较弱，局部形成混合花岗岩，另有少量伟晶岩脉侵入以及少数有关的花岗岩侵入体。本群与其上的滹沱群为不整合接触。在吕梁山与本群相当的地层称吕梁群。在内蒙西南部乌拉山、大青山一带，与本群相当的地层称二道洼群。在燕山地区称为双山子群。

【滹沱群】 旧称“滹沱系”，时代属元古代。分布面积较小，多见于山西五台山及吕梁山地区。最初命名地点在山西省五台山西南滹沱河岸的东冶镇附近。本群厚度较大，可大致分为三部分：下部自下而上为变质含金砾岩和石英岩和石英岩夹千枚岩；中部以千枚岩、板岩为主，夹石英岩、大理岩和轻微变质的中基性火山岩；上部以富含裸枝迭层石（Gymnosolen）的白云质大理岩为主，夹少量千枚岩。上述层序大致显示了一种规模较大的沉积韵律，它本身包括了许多小的韵律沉积。本群变质轻微，大多数岩石的变质程度属中、低级绿片岩相，局部为低级铁铝榴石角闪岩相。局部受花岗岩化，并形成小面积的混合花岗岩。变质时代为 17 ± 亿年。本群为震旦纪茶房子灰岩所不整合覆盖。在内蒙西南部及河北地区与本群相当的地层称马家店群。对滹沱群的时代隶属，尚有不同的意见。一种意见认为滹沱群可能与北方震旦系下部相当。

【辽河群】 旧称“辽河系”，时代属元古代。主要出露在吉林南部和辽宁省辽河以东。本群厚度巨大，下部以千枚岩、偶含石榴石的云母片岩及变粒岩为主，并有少量蛇纹大理岩、云母片麻岩、浅粒岩。中部或中下部常为含迭层石的镁质大理岩，有时含

有菱镁矿和滑石等矿产，或含炭质及含磷层位。上部或中上部以十字石片岩、石榴云母片岩及千枚岩为主，并有板岩或大理岩夹层，局部有赤铁矿（菱铁矿）层及透镜体。原岩以粘土质居多，中部主要为富镁的碳酸岩，局部有火山岩夹层。大多呈中至低级区域变质，岩石属铁铝榴石角闪岩相或绿片岩相，其变质时代为 18.5 ±0.5 亿年或稍早。一部分地区呈不同程度的混合岩化、花岗岩化作用；有些地方为前震旦纪花岗岩侵入，其中有的与混合岩化有一定关系。在本群中并见有不同类型的前震且纪基性、超墓性岩侵入体。本群多为震旦系细河群所不整合覆盖，与下伏鞍山群的关系尚有不同意见，一种意见认为没有明显的间断，另一种意见认为是不整合关系。

【昆阳群】 旧称“昆阳层”或“昆阳系”，时代属元古代，分布于滇中、川西地区，组成康滇古陆的基底。最初命名地点在云南省昆阳县。昆阳群分为下、上两个亚群，下亚群的岩性主要为千枚岩、板岩、石英砂岩，夹多层安山质凝灰岩，上部藻礁灰岩及白云岩中含有贝加尔贝加尔迭层石（Baicalia baicalica）、柱状锥迭层石（Conophytoncy lindricus）、拉木萨裸枝迭层石（Gymnosolenramsayi）等，总厚 7475 米，从下而上再分为黄草岭组、黑山头组、大尤口组、美党组。上亚群以白云岩为主夹绢云母板岩，含有喀什喀什迭层石（Kussiella kussiensis）、拉木萨裸枝迭层石（Gymnosolen ramsayi）等，厚可达 4000 米，从下而上可再分为因民组、落雪组，鹅头厂组及绿汁江组。昆阳群与其上覆震旦□江组为不整合接触（晋宁运动）。由于因民组底部角砾岩的成因不能肯定，其与美党组的接触关系不清；而两个重要迭层石，贝加尔贝加尔迭层石和喀什喀什迭层石出现的层位颠倒，因而对昆阳群的层序还有不同意见，也有认为应将上下两亚群颠倒过来的。关于昆阳群的时代隶属意见也不一致，根据迭层石特征可能与蓟县地区震旦系下、中群相当。

【板溪群】 旧称“板溪系”，时代属元古代。广泛分布于皖、湘、赣、黔、桂等省，形成江南古陆的基底。最初命名地点在湖南益阳板溪。本群为一套浅变质岩系。由各种板岩组成，并夹有火山碎屑岩及各类火山熔岩。厚度巨大（400—10000 米）。自下而上分两个亚群，上下亚群之间为一明显不整合面。下亚群上部发现大量海底喷发类型的火山岩。主要为基性火山岩和细碧岩。在贵州把上板溪群称为板溪群（即拉揽群），包括甲路组、乌叶组、番招组、清水江组和隆里组；把下板溪群称为梵净山群（即加榜群），命名地点在贵州东北部的梵净山。为厚达万米的浅变质岩系。下部是以基性熔岩为主的变质细碧角班岩和与之相伴的层状基性、超基性岩，以及沉积变质岩；上部为复理石建造和硬砂岩建造。自下而上分为淘金河组、余家沟组、肖家河组、回香坪组、铜厂组、洼溪组和独岩塘组。

【梵净山群】 见“板溪群”。

【震旦纪】 Sinian Period 时代属元古代（原生代）震旦系沉积的时间称为震旦纪。

震旦纪在我国最先命名，“震旦”一名是我国的古称。震旦纪约开始于距今19.5±0.5亿年，延续约10亿年以上。生物界以菌藻植物的大量繁育为其特征。震旦纪晚期在我国已经发现水母、原始水母动物群（相当于伊迪卡拉动物群），在峡东已发现蠕形动物等化石。震旦纪初期在我国北方，晚期在我国南方，都曾发生过火山喷发活动。我国南方、西北及北方豫西等地，在震旦纪晚期曾出现过相当普遍的冰川现象。

【震旦系】　Sinian System 时代属元古代，震旦纪形成的地层称为震旦系。震旦系在我国最先命名。在我国曾分为北方和南方两种类型。震旦系在北方广泛分布于东北南部、华北、贺兰山、祁连山、天山、昆仑山一带。在典型地区冀北一带，它是在桑干群之上，寒武系之下的一套非变质的沉积岩系，其底界同位素年龄约19.5亿年。总厚达5000—10000米。自下而上分为三个群：长城群、蓟县群和青白口群，代表三个大的沉积韵律组合。下群含有以中性为主的火山岩系，与下伏古老地层之间为不整合接触（吕梁运动），上群与寒武系之间为一似整合关系（蓟县运动）。蓟县剖面的上震旦统与寒武系之间为一大的沉积间断。根据迭层石和微植物化石的研究，北方的滹沱群等浅变质岩系，有人认为可能属震旦系下部。震旦系在南方广泛分布于三峡、陕南、川、黔、滇、皖南等地。其中以三峡区研究较详，其底界同位素年龄为9.15—7亿年（K－Ar法），自下而上分为四个地层单位：①莲沱群（即南沱砂岩），②南沱冰碛层，③陡山沱组，④灯影组。莲沱群与下伏较老地层之间为不整合关系（晋宁运动）。灯影组与寒武系之间为连续关系。在南方以普遍含有陆相红色碎屑堆积及冰碛层为其特征。在许多地区如浙西、皖南，以及四川盆地周围和怀玉山一带，震旦系下部还较普遍地含有一套中酸性为主的火山岩系。豫西地区是南方和北方震旦系对比的关键地区。根据层序、冰碛层、藻类化石及同位素年龄值的对比研究，南方的震旦系有可能相当于北方震旦系蓟县剖面的上群或在其上。近年来，根据迭层石和微植物化石的研究，南方的昆阳群、板溪群等浅变质岩系，有可能相当于北方震旦系的下群及中群。震旦系中蕴藏着铁、锰、磷等多种矿产资源。考虑到目前国际上的趋向多主张在5.7—6.8亿年之间建立一个新的系（纪），因而在我国有一种意见，主张应以三峡剖面作为震旦系的标准剖面。由于震旦系创立在先，国际上就应当采纳震旦系作为这个新系的名称。进而主张把华北的长城群、蓟县群和青白口群改为系一级的时间地层单位，归属前震旦纪，并主张长城系、蓟县系、青白口系和震旦系合称震旦亚界归属元古界上部。

【长城群】　属北方震旦系下部，因长城一带震旦系下部发育较好而得名。目前主张改称长城系。本群以陆相－浅海相碎屑沉积为主，夹有中基性火山岩及铁矿层，具底砾岩，顶部为白云岩，代表一个大的沉积韵律组合，并含有以喀什喀什迭层石（Kussiella kussiensis）为代表的迭层石组合。和以膜壳薄，个体小，表面光滑为特点的微古植物组合。自下而上包括常州沟组、串岭沟组、大虹峪组和高于庄组。延续时限为

17—14 亿年 ±0. 50 亿年。目前有一种意见，将大虹峪组和高于庄组划入蓟县群。

【常州沟组】　原称黄崖关组、旧称长城石英岩，1964 年蓟县现场会议建议改称今名，属北方震旦系长城群底部。广泛分布于冀北一带。最初命名地点在河北省蓟县常州沟。本组为陆相 – 浅海相碎屑沉积，以浅灰、灰白色厚层质纯的石英岩为主，底部多为河流相或三角洲相石英砂岩及砾岩并具交错层。局部地区偶见黄铁矿结核及假象磁铁矿结核。厚 800—1000 米，与下伏前震旦纪桑干群为角度不整合关系。

【黄崖关组】　即“常州沟组”。

【长城石英岩】　“常州沟组”旧称。

【串岭沟组】　旧称“串岭沟页岩”，属北方震旦系长城群中部。分布于冀北一带。最初命名地点在河北省蓟县东北的串岭沟。本组主要为浅海泥、沙质沉积，由杂色、黄绿色、黄褐色纸状页岩及深灰色薄层和中厚层含碎屑的白云岩、白云质灰岩及钙质页岩组成，夹富钠质中基性次火山岩。白云岩含丰富的迭层石：团山子喀什迭层石（Kussiella tuanshanziensis）贝厄贝克格林□尔迭层石（Gruneria biwabikia）、简单聚环迭层石（Collenia hapla）等，并有丰富的微古植物。其组合特点是，膜壳轮廓多为圆形至椭圆形，膜壳薄、表面光滑个体小，直径多在 10 微米以下。如光面小球藻（Leiominuscula）和厚缘小球藻（Margominuscula）等。厚度不一，时有间断，串岭沟一带厚达千余米。在河北西北部有鲕状赤铁矿层（宣龙式铁矿）。与下伏常州沟组为连续沉积。次火山岩黑云母的同位素年龄为 16. 03、16. 75、19. 03 亿年。用钾 – 氩法对次火山岩全岩测定为 10. 88、13. 23 亿年。目前主张将上部白云岩划出来作为一个独立的地层单位，称为团子组，其模式地点在蓟县团山子村。

【串岭沟页岩】　“串岭沟组”的旧称。

【团山子组】　见“串岭沟组”。

【大虹峪组】　又称“大红峪组”。旧称“大虹峪石英岩”及“安山岩”，属北方震旦系长城群中部。分布于冀北一带。最初命名地点在河北蓟县大虹峪。本组为浅海相沉积。按岩性可分为三段。自下而上为：①乳白色厚层石英砂岩及泥质白云岩，白云岩中含丰富的贝厄贝克格林□尔迭层石（Gruneria biwabikia）及包心菜迭层石（Cryptozoon）等；②灰白色及黄灰色厚层石英及石英砂岩，夹一层黄绿色富钾页岩，并有 4—5 层富钾粗面岩、粗玄武岩类火山熔岩，局部见有火山角砾岩、集块岩等；③石英砂岩及硅质条带白云岩、白云质灰岩等，并夹有富钾玄武岩及安山玄武岩。其中灰岩和白云岩富含大虹峪锥迭层石（Conophyton dahongyuensis）、喀什喀什迭层石（相似种）（Kussiella cf. kussiensis）和包心菜迭层石（cryptozoon），并出现膜壳较厚，具疣状纹饰的微古植物，如雾迷山粗面球形藻（Asperatopspsophosphaera umishanensis）等，厚 554—900 米，与下伏串岭沟组为显著的沉积间断。有一种意见主张将本组划入蓟县群。

【大虹峪石英岩】　“大虹峪组”的旧称。

【高于庄组】　旧称“高于庄灰岩”，属北方震旦系长城群顶部，分布于冀北一带。最初命名地点在河北蓟县高于庄。本组为浅海相碳酸盐沉积，以灰色、黑色白云岩为主，白云岩中含燧石团块或条带，特别是底部白云岩中燧石条带较多，且多成网纹状。

所含迭层石以锥状的锥迭层石类型为主，并有柱状具假分叉的喀什迭层石类型。微古植物组合与大虹峪组所产相同。在冀北一带，本组下部常夹含锰页岩（菱锰矿）。在兴隆高板河有沉积铅矿。本组厚1540—1600米。与下伏大虹峪组之间有沉积间断。高板河的沉积铅矿，用普通铅法测定的同位素年龄为13.66、14.67亿年。目前有一种意见将本组划入蓟县群。

【高于庄灰岩】　“高于庄组”的旧称。

【蓟县群】　属北方震旦系中部，因河北蓟县北部震旦系中部发育最好而得名。目前主张改称蓟县系。本群以浅海相碳酸盐沉积为主，夹泥质沉积，在有些地区夹有铁、锰、磷等矿层，代表一个大的沉积韵律组合。含有以贝加尔贝加尔迭层石（Baicalia baicalica）为代表的迭层石组合。并有以膜壳较厚、个体较大（直径10—50余微米）、表面粗糙为特点的微古植物组合。本群自下而上包括杨庄组，雾迷山组、洪水庄组和铁岭组。延续时限为13.5—10±0.50亿年。目前有一种意见主张将长城群的大虹峪组及高于庄划入蓟县群。

【杨庄组】　旧称“杨庄红色页岩”。属北方震旦系蓟县群底部，分布于冀北一带。最初命名地点在河北蓟县杨庄。本组为浅海相沉积，以砖红色或血红色钙质、粉砂质页岩及白云质泥灰岩为主，夹硅质白云岩多层，韵律性显著，具底砾岩。上部有时夹石膏层。本组含有微古植物组合，其中细褶糙面球形藻（近似种）（Asperatopsophosphaera aff. partialis）和膜壳具假环结构的拟环球形藻（Pseudozonosphaera）首次出现。厚669—850米。与下伏高于庄组为假整合接触。

【杨庄红色页岩】　“杨庄组”的旧称。

【雾迷山组】　旧称“雾迷山灰岩”，属北方震旦系蓟县群中部，分布于冀北一带。最初命名地点在河北蓟县城西雾迷山（即蓟县城西五台山）。本组为浅海相沉积，以含有各种燧石结核和条带状白云质灰岩为主，夹纯灰岩、白云岩、绿色砂页岩等。含迭层石：磨盘峪假裸枝迭层石（Pseudogymnosolen mopanyuensis）、小杯迭层石（Scyphus parvus）、疙瘩锥迭层石（Conophytonlituus）。微古植物组合的特点是膜壳较厚、直径10—50余微米、表面粗糙或具疣状纹饰者最多，如雾迷山糙面球形藻（Asperatossophosphaera umishanensis）及小雾迷山糙面球形藻（A. umis hanensis var. minor）等。厚3000—3500米。与下伏杨庄组为连续沉积。底部在河北西北部有铁矿层。

【雾迷山灰岩】　“雾迷山组”的旧称。

【洪水庄组】　旧称“洪水庄页岩”，属北方震旦系蓟县群中部。分布于冀北一带。最初命名地点在河北蓟县洪水庄。本组为浅海相泥质沉积，以黑色纸状页岩为主，夹黑绿色砂质伊利石页岩，风化后呈纸片状，含形态奇持（如方形、舌形、梭形、三角形）、结构复杂（或具膜环，或有中心体，或戎带粗刺）的独特的微古植物组合，如环核球形藻（Nucellosphaeridium、Zonale），睛状膜环藻（Pterospermopsis oculatus），正舌形藻（Glottimorpha ordinata）等。底部时有砂岩，其中含有无烟煤。厚100—141米。与下伏雾迷山组之间有一沉积间断面。

【洪水庄页岩】　“洪水庄组”的旧称。

【铁岭组】　旧称“铁岭灰岩”。属北方震旦系蓟县群顶部。分布于翼北一带。最初命名地点在河北蓟县铁岭。本组为浅海相沉积，以浅灰色中厚层质纯灰岩为主，夹含锰页岩和含锰白云岩，并有锰矿层（瓦房子式锰矿），底部有钙质石英砂岩及页岩，灰岩富含迭层石：贝加尔贝加尔迭层石（Baiacliacbaicalica）、拉米纳特圆柱迭层石（Colonnella cf. laminata）、蓟县阿钠巴尔迭层石（Anabarta chihsienensis），等。微古植物以含厚带藻（Taeniatum crassum）为特点。厚 300—330 米。与下伏洪水庄组之间有沉积间断面。本组所产海绿石，其同位素年龄为 10.50 亿年。

【铁岭灰岩】　“铁岭组”的旧称。

【青白口群】属北方震旦系上部，因北京西山青白口一带震旦系上部发育较好而得名。目前主张改称青白口系。分布于冀北一带。本群为浅海相沉积，由砂岩、页岩、石灰岩组成。其中含有以个体较大（50—100 余微米），表面粗糙为特点的微古植物组合。本群自下而上包括下马岭组和景儿峪组。延续时限约为 9.5—7 亿年。

【下马岭组】　旧称“下马岭页岩”，属北方震旦系青白口群下部。分布于冀北一带。最初命名地点在北京西山下马岭。本组由黑、灰、黄、绿、紫色页岩与砂岩透镜体互层组成，具底砾岩，局部地区底部有规模不等的赤铁矿透镜体。在本组微古植物组合中，第一次出现个体较大（50—100 微米以上），表面粗糙的类型：粗面球形藻属（Trachyphaeridium）的许多种和少数具半同心圆状结构的类型：同心藻属（Microconcentrica）。此外，古片藻（Laminarites antiqussimus）的大量出现，也是本组合的一个显著特点，本组厚 150—200 米。与下伏铁岭组之间有一沉积间断，超覆在铁岭组的不同层位之上。

【下马岭页岩】　“下马岭组”的旧称。

【景儿峪组】　旧称“景儿峪灰岩”，属北方震旦系青白口群上部，分布于冀北一带。最初命名地点在河北蓟县城北景儿峪。本组可能为一种海进相沉积，底部为含海绿石的砂砾岩层，向上渐变为海绿石页岩、石英砂岩至泥质白云岩。海绿石同位素年龄为 7.37、8.70、8.90、9.18 亿年。本组含微古植物红褐巢面球形藻（Orygmatosphaeridium rubiginosum）、郝台达穴面球形藻（Trematos phaeridium holtedathlii）、古片藻（亲近种）（Laminarite saff. antiquissimus）等。厚 203—230 米。与下伏下马岭组之间为一沉积间断，与上覆下寒武统府君山组呈微不整合关系。

【景儿峪灰岩】　“景儿峪组”的旧称。

【莲沱群】　旧称“南沱砂岩”，属南方震旦系下统。分布于滇东、桂北、黔、湘、赣、川四、鄂、皖南及浙西等地。最初命名地点在湖北宜昌西北长江北岸的莲沱（南岸为南沱）。本群为陆相红色建造，由紫红色凝灰岩、凝灰质砂岩及紫红色砂岩与页岩互层组成，底部具微紫红色砾岩，下部砂岩中具交错层、波痕等。厚 50—260 米。与下伏三斗坪群（崆岭群）为角度不整合关系。本群与滇东的澄江组和牛头山组相当。在川西、浙西、皖南、赣东北于下震旦统中发现一套中酸性为主的火山岩系。

【南沱砂岩】　“莲沱群”的旧称。

【富禄组】　原名“富禄砂岩”，属南方震旦系中下部，分布范围与长安组一致。命名地点为广西三江侗族自治县富禄一带。主要为海相碎屑岩夹页岩和白云岩，局部夹杂有含浮冰砾石、砂页岩。厚数百米，为莲沱群的同时异相沉积。顶部与长安组为连续过渡关系。

【长安组】　旧称“长安砂岩”，属南方震旦系下部，分布于湘、黔、桂毗邻地带及赣西等地。最初命名地点是广西融安县的长安镇。为冰川–海洋沉积。由正常海相沉积岩及含浮冰砾石砂页岩组成。厚300—2000米，与下伏上板溪群为连续过渡关系。

【南沱组】　旧称“南沱冰碛层”，属南方震旦系上统下部。多分布于占陆两侧如滇东、桂北、黔、湘、赣、川西、鄂、皖南及浙西等地。最初命名地点在湖北宜昌西北南沱。本组为冰川泥砾堆积，由灰绿色、紫红色泥砂胶结的稍经磨蚀的砾石组成，不显层理。厚60—110米。与下伏莲沱群为微不整合关系（□江运动）。本组在桂北及黔东南—湘西南区发现两个冰成沉积层和一个间冰期沉积层，主要为浮冰砾石夹页岩及白云岩，原度剧增达二、三千米。在一些地区冰成沉积夹有火山物质，或在冰川泥砾层上，或夹在泥砾层内有冰水停积（冰成纹泥）。

【南沱冰碛层】　“南沱组”的旧称。

【陡山沱组】　旧称“陡山沱层”，属南方震旦系上统中部。分布于滇东、桂北、黔东、川西、湘北、鄂西及大巴山等地区。最初命名地点在湖北宜昌西北陡山沱。本组为浅海–泻湖相沉积：富含炭质的页岩或石煤层，碳酸盐岩、泥质–硅质岩为主的韵律性互层的沉积。以黑色页岩、泥岩、泥灰岩、砂页岩等为主。页岩富含炭质，普遍含磷质。个别地区顶部有磷块岩。部分地区底部以碳酸盐为主（如湖南大庸天门山），为浅肉红色白云岩，在黔、湘、鄂西一带也可见到。在川东北城口一带，暗灰色薄层灰岩普遍含磷质。在石门地区，陡山沱组上部产迭层石 Boxonia。本组厚200—250米左右。与下伏南沱冰碛层为假整合关系。

【灯影组】　旧称“灯影灰岩”，属南方震旦系上统上部。分布于滇东、川、黔、湘、鄂西及大巴山等地区。最初命名地点在湖北宜昌市西石牌溪与莲沱间的灯影峡。本组为浅海相硅质碳酸盐沉积。在三峡区，根据岩性分为：下部蓝灰色、灰白色块状白云岩，有的地方（川南）发现石膏层；中部为灰黑色中、薄层灰岩含燧石结核及条带，并含藻类及孢子化石；上部灰色块状白云岩，偶含燧石结核或条带，并含藻类及微植物化石。厚度变化大，在三峡区厚260米，峡东地区大于500米，在其它地区最厚可达千米，在湘、黔、桂边境为灰黑色硅质岩，厚100—200米。与下伏陡山沱组为连续沉积。近年来，在西南地区灯影组下段富藻白云岩中发现大量红藻化石，其中最常见的有放射形线藻属（Actinophycus）、针刺藻属（Acus）、管藻属（Siphonia）、前管孔藻属（Praesolenopora）拟管孔藻属（Paraeolenopora）及丛状线藻属（Phacelofimbria）。以上化石，在旅大地区震旦系马家屯组和江苏徐州地区震旦系顶部的迭层石礁体中有大量发现。在

黔北遵义松林地区震旦系灯影组底部尚有贝加尔贝加尔迭层石（Baicaliabaicalica）。此迭层石是旅大地区十三里台组及燕山地区铁岭组的主要分子，有可能南方震旦系全部仅相当北方震旦系的上群。最近在灯影组发现不少动物化石。

【灯影灰岩】　“灯影组”的旧称。

【伊迪卡拉动物群】　Ediacaran fauna 最近十年来，在澳大利亚南部的伊迪卡拉（Ediacara）山区，于元古界顶部上冰碛层之上的维尔佩纳（Wilpena）群邦特（Pound）石英岩上半部的下部，发现了一个含有后生动物软躯体化石和遗迹化石的地层，最厚可达 112 米。此动物群已有 1600 件标本（Glaessner，1971），包括大约 30 个生物种，如 Ediacaria，Belta nella，Cyclomedusa，Rangea，Arborea，Spriggina，Dickinsonia，Parvancorina，Praecambridium，Tribrachidium 等，分属于腔肠动物的水母类、水螅类、锥石类、真水母类，环节动物的多毛类以及节肢动物等。这个动物群属于最古老的海洋后生动物群，其中某些个别分子也出现于中澳、西南非、英国、瑞典北部、苏联欧洲部分、西伯利亚北部及纽芬兰的相当地层中，在我国也有发现。这个动物群是元古代末期冰期后的，其年龄约在 6 亿和 7 亿年之间。目前有一种意见认为，从元古代末期冰碛层开始到早寒武世动物群的层位出现以前的这段地层，可以建立一个新的系。这个动物群的发现，对阐明早寒武世无脊椎动物大量出现的原因，提供了重要的线索。

【基维诺群】　Keweenawan Group 是北美加拿大地盾区前寒武纪晚期（元古代晚期）的一个岩石地层单位。基维诺群一名来源于北美大湖区的东南部美国密西根的基维诺（Keweenaw Point）。它位于安尼米基群（AnimiMian）之上，与我国的北方震旦系大致相当。由砂岩、砾岩和火山岩组成。根据岩性可分为三部：下部为砂岩和砾岩。中部为玄武岩、安山岩和流纹岩，以及砂岩和砾岩；上部为红色、绿色长石砂岩和页岩，以及石英砂岩等。厚达数千米。

【里菲群】　是苏联前寒武纪晚期的一个地层单位。里费一名来源于苏联乌拉尔的古语（H. C. 沙茨基，1945）。里菲群覆于前里菲岩系之上，位于文德杂岩之下，它自下而上分为布尔江群、尤尔玛金群和卡拉套群，含有喀什迭层石（Kussiella）、贝加尔迭层石（Baicalia）、裸枝迭层石（Gymnosolen）以及微植物化石等。与我国北方的震旦系大致相当。延续时间约为 16—6 亿年。

【文德杂岩】　Vendian　代表俄罗斯地台前寒武系顶部最新的一个地层单位。它直接伏于早寒武世沉积之下，与寒武系多为整合关系，与下伏里菲地层或更老的基底岩层为不整合关系。因而过去多将文德及其相当地层称为始寒武系。文德的年龄是 6. 80 ± 0. 2 至 5. 70 ± 0. 1 亿年。文德地层，除俄罗斯地台的模式剖面外，还有西伯利亚地台的尤都姆（Yudoma）组是文德在东部地区的标准剖面，其中含有特殊的微体植物化石和迭层石。文德还含有著名的伊迪卡拉动物群，以痕迹化石和无骨骼生物的印痕化石为主，其中有水母类的印痕、环节动物的痕迹、蠕虫化石等。

古生代

【显生宙】 Phanerozoic Eon 又称“显动宙”。显生宙是隐生宙的反义词。指从寒武纪开始出现大量较高级动物以后的阶段（即古生代、中生代和新生代），由于前寒武纪末期伊迪卡拉（Ediacara）后生动物群的发现，有一种意见认为，应把显生宙的起点下移到前寒武纪最后一次冰川作用消退和后生动物出现的位置，即下移到距今大约6.80亿年的时期。显生宙起点的下移意味着古生代起点的下移，而不是寒武纪起点的下移。因为国际上近来的趋向是，考虑到从6.80—5.70亿年（间距为1.10亿年）的阶段建立一个新的纪（系）。这个新的纪应为显生宙的起点。

【显生宇】 Phanerozoic Eonothem 又称“显动宇”，是显生宙时形成的地层。显生宇的主要特点是所含动物化石极为丰富，从此生物地层学方法成了划分和对比地层的主要方法，分界、分系、分统、分阶有了古生物学的根据。统以上单位的划分也才具有国际意义。

【古生代】 Palaeozoic Era 显生宙第一个代，开始于距今5.70亿年，延续时间为3.40亿年。分为早、晚古生代。也有三分的，分为早、中、晚古生代。早古生代包括寒武纪、奥陶纪和志留纪。从寒武纪开始发生了广泛的海侵，是海生无脊椎动物为主的时代。其中以三叶虫、笔石、珊瑚、鹦鹉螺、腕足类、棘皮动物等最繁盛。奥陶纪还出现了最早的脊椎动物无颚类。晚古生代包括泥盆纪、石炭纪和二迭纪。此时陆面不断扩大，是陆生生物逐渐繁育的时代。鱼类至泥盆纪达于全盛。石炭纪和二迭纪是两栖类全盛时代。海生无脊椎动物中除早古生代已有门类继续发展外，还出现了□类和低等菊石类。植物界在早古生代以水生菌藻类为主，至志留纪末期实现了从水生到陆生的飞跃，出现了裸蕨植物群。泥盆纪后期至二迭纪中期是孢子植物繁盛时代，二迭纪晚期出现了大量裸子植物。石炭纪和二迭纪在各个人陆上都形成了蕨类为主的大森林，是地史上的重要成煤期。早古生代在西北欧、格陵兰岛、北美、中国西北和南部等地发生了加里东构造旋□。晚古生代在欧洲中部、北美、中国西北和东北北部等地都发生了华力西构造旋□。石炭纪末期，在古地中海以南的南方冈瓦纳古陆上广泛地出现了大陆冰川现象，其范围遍及南美、印度、澳洲和南非。

【古生界】 Palaeozoic Erathem 指古生代形成的地层。一般为二分，也有三分的。下古生界（包括寒武系、奥陶系和志留系），以海相沉积为其特征。上古生界（包括泥盆系、石炭系和二迭系），以陆相沉积大量发育，含煤沉积广泛分布以及大陆冰川沉积遍及冈瓦纳古陆为其特征。在我国华北及东北南部，下古生界由浅海相石灰岩为主的寒武系和中、下奥陶统组成，缺失上奥陶统、志留系、泥盆系及下石炭统，中上石炭统为海陆交互相的含煤沉积、二迭系则以内陆盆地堆积为主。中奥陶统与中石炭统之间为一广泛分布的区域性假整合。在南方古生界是一套巨厚的浅海相石灰岩。上二迭统早期夹有重要的海陆交互相煤系。志留系与二迭系之间在西南部分地区存在着区域性假整合。

在东北北部，古生界是巨厚的海相沉积和海陆交互相沉积，以夹有中酸性火山岩和凝灰岩为其特征。在西北区古生界以巨厚的海相沉积为主，并以含有大量火山岩和火山沉积岩为其主要特征。包括喜马拉雅山区在内的西藏、青海和滇西地区，出露以浅海碳酸盐岩为主的奥陶系至二迭系。台湾省海相石炭系、二迭系均已变质。我国古生界产有丰富的沉积矿产，如华南、华中寒武系底部的磷，泥盆系的铁、锰，华北中石炭统底部的铁和铝土矿，华北中上石炭统及二迭系的煤，华南上二迭统的煤等等。

【始寒武】 Eocambrian 长期以来，人们把寒武纪作为显生宙的起点。后来发现在寒武系最底部的化石带之下，还有一套相当厚的地层，与寒武系之间多为整合接触，而与下伏地层之间则为不整合关系。有人（Broegger，1900）把这一层位称为始寒武（Eocambrian），也有人（Menchikoff，1949）称这一层位为底寒武（Infracambrian）；还有亚寒武（Subcambrian）等名称。近年来，在始寒武纪地层中发现了后生动物群。在这个动物群之下即为广泛分布于世界各地的冰碛层。在冰碛层之下则普遍为一不整合面。我国南方震旦系、奥大利亚的伊迪卡拉动物群、苏联的文德杂岩等均与始寒武大致相当。目前国际上的趋向是，主张把这套地层划分出来作为一个独立的新纪（系），并作为显生宙的起点。不赞成再使用“始寒武”或“底寒武”等名称。

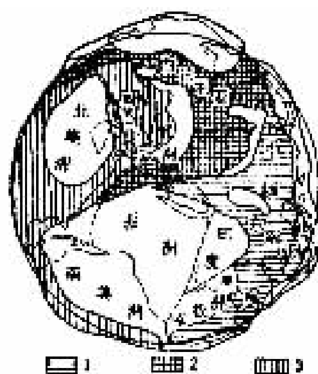
【底寒武】 Infracambrian 是始寒武的同义名，又译“外寒武”。底寒武的下限与始寒武的下限不一致。它的底界比始寒武的底界更低。见始寒武。

【第一系】 Primary 即原始系。十八世纪中期有人（Arduina，1759）创用“原始系”一名，泛指现在所称的前寒武纪岩系和时代。久已废弃不用。目前在少数欧洲出版的著作中，继续使用“原始系”一名，但用来代表古生界，而不是前寒武系，并称之为原始界。

【原始系】 即“第一系”。

【寒武纪】 Cambrian Period 古生代第一个纪。“寒武”源自英国威尔士的古拉丁文“Cambria”。日文音译，我国沿用。因为是首先在那里研究的，故就地取名（Sedgwick，1835）。寒武纪开始于距今5.70亿年，延续时间为7000万年。本纪分为早、中、晚三个世。动物群以具有坚硬外壳的、门类众多的海生无脊椎动物大量出现为共特点，是生物史上的一次大发展。其中三叶虫最为常见，是划分寒武系的重要依据。其它尚有无铰、几丁质外壳的腕足类小舌形贝（Lingulella）、小园货贝（Obolella）以及古杯类和软舌螺等。植物群以藻类为主，还有一些微古植物。寒武纪三叶虫群分区现象特别明显。动物地理区主要有两个，即东方太平洋区和西方大西洋区。大西洋动物群，其分布范围包括大西洋两岸，如西北欧及美洲最东部新英格兰地带。早、中、晚寒武世分别以贺尔姆虫（Holmia）、奇异虫（Paradoxides）和油栉虫（Olenus）为代表。太平洋动物群，则以莱德利基虫（Redlichia）、库庭虫（Kootenia）和褶盾虫（Ptychaspis）为代表。

莱德利基虫只出现在以亚洲、澳洲和北非为主要分布区的印度太平洋区（或南太平洋区），而在太平洋北部沿岸地区的北极太平洋区（或北太平洋区），早寒武世三叶虫群则以小油栉虫（Olenellus）为代表。我国寒武纪动物群主要属印度太平洋区。近年来我国古生物地层工作者（卢衍豪等 1974）把寒武纪动物群分为三大类型：东方动物群、西方动物群和中间动物群。东方动物群又可分为华北型、东南型和过渡型。华北型主要分布于我国的华北、东北南部，华中和西南，南亚、东南亚、西亚南部，澳大利亚西部及中部和南极洲。动物群以含莱得利基虫（Redlichia）、双耳虫（Amphoton）、德氏虫（Damesella）、长山虫（changshania）、蒿里山虫（Kaolishania）等为特征。东南型主要分布于我国东南部、西北部及云南西部，澳大利亚东部。动物群除含莱得利基虫（Redlichia）外尚有韦氏虫（Westergaardites）等，以含大量球接子为特征。过渡型分布于我国湘西、黔东、皖东南、朝鲜南部，澳大利亚中部。动物群为华北型和东南型三叶虫混生；西方动物群又可分为北美型、大西洋或阿卡多—波罗的型和过渡型。北美型分布于阿帕拉契区、科迪勒拉区，纽芬兰东部、挪威西北部、爱尔兰西北部、英格兰北部、苏格兰、斯匹次卑尔根群岛、加拿大、北极区。动物群以含小油栉虫（Olenellus）、而不含奇异虫类和油栉虫类为特征。大西洋型主要分布于西欧、西北欧、北美东部、纽芬兰东南部、爱尔兰东部、英格兰中部和南部。动物群以含贺尔姆虫（Holmia）、奇异虫（Parado－xides）和油栉虫（Olenus）为特征；过渡型主要分布于北美动物群与大西洋交接处。中间动物群主要分布于东方动物群与西方动物群的中间地带，自乌拉尔山以东的西伯利亚地区直至亚洲大陆的东北部进入北美西部中阿拉斯加东部；另外由亚洲中部的哈萨克斯坦向西进入欧洲南部和非洲北部。动物群为西方动物群和东方动物群混生。



寒武纪联合大陆动物群分布图
1. 东方动物群；2. 中间动物群；
3. 西方动物群

【寒武系】 Cambrian System 寒武纪时期形成的地层。它又分为下、中、上三个统。中国的寒武系共有八个阶，分属三个统，下寒武统包括梅树村阶筇竹寺阶、沧浪铺阶和龙王庙阶，中寒武统包括徐庄阶和张夏阶。上寒武统包括崮山阶，长山阶和凤山阶。我国寒武系全为海相，分布几乎遍及全国各地。在华北及东北南部区，下寒武统以紫红色页岩为主夹少量灰岩，中寒武统以厚层鲕状灰岩为主，上寒武统主要由不纯薄层灰岩及竹叶状灰岩组成。在华中西南区。下寒武统发育最全，寒武系以巨厚的白云质灰岩、白云岩和厚层灰岩为其特征。在黔北和川南，白云岩中夹有石膏。东南区的下寒武统以黑色砂页岩为主，中上寒武统则以黑色薄层灰岩含大量球接子类三叶虫为其特征，少数地区并有火山岩流出现。在西北区、三叶虫类与东南区相似，并以火山喷发岩与海相沉积相间成层为其特征。寒武系底部含磷矿层，分布于滇东、黔、川、鄂、湘、皖南、豫西及陕南等地。并在浙、湘、鄂、陕南等地，发现主要由藻类形成的“石煤”。有的地方已开采，供地方使用。

【馒头统】 是我国华北地区过去使用的下寒武统的专名，以含有东方动物群的三叶虫莱得利基虫（Redlichia）为其特征。馒头统一名源自山东长清县张夏镇附近的馒头山

【张夏统】 是我国华北地区过去使用的中寒武统的专名，以含有东方动物群华北型三叶虫原附节虫（Proasaphiscus）、毛孔野营虫（Poriaraulos）、双耳虫（Amphoton）、德氏虫（Damesella）等为其特征。张夏统一名源自山东长清县张夏镇。过去东北南部的中寒武统曾称为“复州统”（包括崮山阶）。

【炒米店统】 是我国华北地区过去使用的上寒武统的专名，以含有东方动物群华北型三叶虫蝴蝶虫（Blackwelderia）、庄氏虫（Chuangia）、济南虫（Tsinania），方头虫（Quadraticephalus）等为其特征。炒米店统一名源自山东长清县的炒米店。

【瓦可布统】 Waucoban Series 为北美中西部下寒武统的专名，以含有西方动物群北美型三叶虫小油栉虫（Olenellus）为其特征。瓦可布统一名源于美国加利福尼亚州伊尼奥（Inyo Mts）山区的瓦可布泉（Waucoba Springs）。由于在伊尼奥（Inyo）山脉下寒武统发育较好而得名

【阿尔伯达统】 Albertan Series 为北美中西部中寒武统的专名，以含有西方动物群北美型三叶虫小阿尔伯达虫（Albertella）、深沟虫（Bathyuriscus）等为其特征。阿尔伯达统一名源自加拿大的阿尔伯达（Alberta）。由于在阿尔伯达省西部落基山脉中寒武统发育较好而得名。

【克罗克斯统】 Croixan Series 为北美中西部上寒武统的专名，以含有西方动物群北美型三叶虫裂头虫（Crepicephalus）、爱汶虫（Elvinia）等为其特征。克罗克斯统一名源自美国密西西比河上游一支流克罗克斯河（Saint Croix Rioer）。由于在克罗克斯河谷上寒武统（包括三个阶：Dresbachian，Franconian 和 Trempealeauan）发育较好而得名。

【小油栉虫统】　Olenellidian Series　小油栉虫统是西欧、西北欧、南北美下寒武统的专名。它以含有西方动物群大西洋型和北美型三叶虫小油栉虫动物群如贺尔姆虫（Holmia）、卡拉维虫（Callavia）和北美型的小油栉虫等为其特征，故名。

【奇异虫统】　Paradoxidian Series 为西欧、西北欧、北美东部中寒武统的专名。它以含有西方动物群大西洋型三叶虫奇异虫动物群如奇异虫（Paradoxides）等为其特征，故名。

【油栉虫统】　Olenidian Series　油栉虫统是西欧、西北欧、北美东部上寒武统的专名。它以含有西方动物群大西洋型三叶虫油栉虫动物群如油栉虫（Olenus）、副美女神虫（Parabolina）、小塑造虫（Leptoplastus）等为其特征，故名。

【梅树村阶】　中国下寒武统底部一个只含小壳化石的阶，见梅树村组。

【筇竹寺阶】　中国下寒武统梅树村阶之上的一个阶。位于沧浪铺阶之下，筇竹寺阶含有一个三叶虫带即古莱德利基虫（Eoredlichia）带。除三叶虫外，还有丰富的古介形类和古杯类。本阶主要分布于扬子区，向西可到新疆柯坪地区。筇竹寺期早期海进未到华北，晚期可达陕西陇县附近。

【沧浪铺阶】　中国下寒武统中部的一个阶，位于筇竹寺阶之上，龙王庙阶以下，沧浪铺阶含有四个三叶虫带，自下而上为：①马龙虫（Malungia）带、②拟蝙蝠虫（Drepanuroides）带，③古油栉虫（Palaeolenus）带和④大古油栉虫（Megapalaeolenus）带。在扬子区还产有古杯类。本阶主要发育于扬子区，其上部分布几乎遍及全国。

【龙主庙阶】　中国下寒武统上部的一个阶。位于沧浪铺阶之上，徐庄阶以下，龙王庙阶含有两个三叶虫带，即下部村上氏莱德利基虫—霍夫特虫（Redlichia murakamii－Hoffetella）带，上部贵州莱德利基虫（Redlichia guizhouensis）带。本阶主要发育于扬子区，分布几乎遍及全国。在华北及东北南部本阶分为馒头亚阶及毛庄亚阶，馒头亚阶含中华莱德利基虫（Redlichia. chinensis）带，毛庄亚阶含山东盾壳虫（Snantungaspis）带。

【徐庄阶】　中国中寒武统下部的一个阶。位于龙王庙阶之上，张夏阶以下，徐庄阶含有四个三叶虫带，自下而上为：①徐庄柯赫氏虫（Kochaspishsuchuangensis）带，②孙氏盾壳虫（Sunaspis）带，③娇弱毛孔野营虫（Poriagraulos abrota）带和④毕利氏虫（Bailiella）带。以高台虫（Kaotaia）为代表的三叶虫群广泛出现于扬子区。本阶分布几乎遍及全国。

【张夏阶】　中国中寒武统上部的一个阶，位于徐庄阶之上，崮山阶以下。张夏阶含有五个三叶虫带，自下而上为：①辽阳虫（Liaoyangaspis）带，②小裂头虫（Crepicephalina）带，③双耳虫（Amphoton）带，④太子虫（Taitzuia）带和⑤德氏虫（Damesella）带。在湘西、黔东、皖南、浙西、天山等地富产南方型球接子类。本阶分布几乎遍及全国。

【崮山阶】　中国上寒武统下部的一个阶。位于张夏阶之上，长山阶以下，崮山阶含有两个三叶虫带，即下部蝴蝶虫（Blackwelderia）带和上部蝙蝠虫（Drepanura）带。在湘西、黔东、浙西、天山等地富产东南型球接子类。本阶分布几乎遍及全国。

【长山阶】　中国上寒武统中部的一个阶，位于崮山阶之上，风山阶以下，长山阶含有三个三叶虫带，自下而上为：①庄氏虫（Chuangia）带、②长山虫（Changshania）带、③蒿里山虫（Kaolishania）带。在黔东南、皖东、皖南、浙西、天山等地富产东南型球接子类。本阶分布几乎遍及全国。

【凤山阶】　中国上寒武统顶部的一个阶，位于长山阶之上。风山阶含有四个三叶虫和鹦鹉螺化石带，自下而上为：①褶盾虫—济南虫（Pxiychaspis – Tsinania）带，②方头虫（Quadraticephalus）带，③爱丽斯木角石—小网形虫（EllesmereocerasDictyella）带和④泰勒氏虫—卡尔文虫（Tellerina – Calinella）带。在黔东南、皖东、皖南、浙西、天山等地富产东南型球接子类。本阶分布几乎遍及全国。

【梅树村组】　时代为早寒武世早期。是寒武系底部的一个含软舌螺、磷块岩等而不含三叶虫的岩石地层单位。最近主张建阶。广泛分布于我国西南地区滇、黔、川等省，最初命名地点在云南东部昆阳梅树村。本组根据岩性自下而上分为三层：①蓝灰色磷块岩，产软舌螺等小壳化石，厚 12 米；②黑色泥质粉砂岩，产软舌螺（Hyo – lithes），厚 32 米；③灰绿色（风化后呈黄色）细砂岩与钙质页岩，厚 33 米。本组与下伏震旦系为整合或假整合接触，与上覆筇竹寺组为整合关系。昆阳的梅树村组相当于澄江渔户村组的上部磷块岩段和含磷粉砂岩段，还相当于四川的麦地坪组。

【渔户村组】　时代为早寒武世早期，仅分布于云南澄江、玉溪等地，最初命名地点在云南澄江渔户村。本组根据岩性自下而上分为四段：①紫色页岩段，②硅质白云岩段，③磷块岩段，④含磷粉砂岩段，共厚 327 米，与下伏灯影组为假整合关系。如果渔户村组下部的紫色页岩段和硅质白云岩段确属下寒武统，则渔户村组是我国寒武系最早沉积。

【筇竹寺组】　时代属早寒武世早期，分布于滇东一带。最初命名地点在云南昆明西七公里的关山北坡的筇竹寺。本组为海相泥沙质沉积、岩性以绿色、灰色、黄色及黑色页岩为主夹薄层砂岩，含三叶虫古莱德利基虫（Eoredlichia）等。总厚 70—200 米。本组与下伏梅树村组之间为整合关系。

【沧浪铺组】　时代属早寒武世中期，分布于滇东一带。最初命名地点在云南马龙县西南五公里的沧浪铺。本组为海相泥砂质沉积，由石英质砂岩、黄色砂质页岩、绿灰色泥质砂岩及薄层石灰岩组成，含马龙虫（Matungia）、拟蝙蝠虫（Drepanuroides）、古油栉虫（palaeolenus）、大古油栉虫（Megapalaeolenus）等。厚 139 米。与下伏筇竹寺组为整合关系。

【龙王庙组】　时代属早寒武世晚期，相当于华北及东北南部的馒头组和毛庄组，分布于滇东一带。最初命名地点在云南昆明附近西山脚下的龙王庙。本组为浅海相泥沙质及碳酸盐沉积，由砂岩、页岩及厚层灰岩组成，含三叶虫，村上氏莱德利基虫（Redlichia murakamii）、霍夫特虫（Hoffetella），贵州莱德利基虫（Redlochia guizhouensis）等。在模式地点厚 183 米。与下伏沧浪铺组为整合关系。

【陡坡寺组】　时代属中寒武世早期，相当于贵州的高台组，分布于滇东一带。最初命名地点在云南宜良陡坡寺。本组为浅海相泥质碳酸盐沉积，由黄色钙质页岩夹薄层泥质灰岩，黄棕色云母砂质页岩及灰岩，浅灰色钙质页岩组成，共厚 150 米。自下而上含两个三叶虫化石带：①昆明壳虫—小奇蒂虫（Kunmingaspis – Chittidilla）带，②高台虫—曲靖头虫（Kaotaia – Kiitsingocephalus）带。本组与下伏龙王庙组为整合关系。

【双龙潭组】　时代属中寒武世晚期，相当于华北张夏组下部，分布于滇东一带。最初命名地点在云南曲靖城南西六公里的龙王庙（双龙潭）。本组为浅海相碳酸盐沉积，由深灰色薄层至泥质灰岩夹黄绿色砂岩、页岩组成，产先赫定虫（Protohedinia）、小满州虫（Manchuriella）、斯氏盾壳虫（Sszeaspis）、沟颊虫（solenoparia）等三叶虫，厚 170 米。本组与上覆奥陶系或志留系为假整合接触，与下伏陡坡寺组为整合关系。

【猴家山组】　时代属早寒武世沧浪铺晚期，相当于东北南部太子河流域的碱厂组，分布于安徽淮南一带。最初命名地点在安徽凤台猴家山。本组为浅海相碳酸盐沉积，以粉灰色、砖红色、灰色硅质为主夹紫色砂质页岩，顶部灰岩中产大古油栉虫（Megapalaeolenus）等，厚约 80—140 米。本组约与滇东的沧浪铺组的上部相当，与下伏震旦系为假整合接触。

【碱厂组】　时代属早寒武世沧浪铺晚期。分布于辽宁太子河流域。最初命名地点在辽宁本溪县碱厂堡附近。本组为浅海相泥质、灰质沉积。根据岩性分为下上两部，下部以灰黑色或深灰色薄层沥青质灰岩为主，产凤阳大古油栉虫（Megapalaeolenus fengyangensis）等；上部以褐色钙质页岩为主夹薄层灰岩，产莱德利基虫（Redlichia）。共厚 20—45 米。底部有底砾岩与下伏震旦系为假整合接触。

【馒头组】　旧称“馒头页岩”，时代属早寒武世龙王庙早期，分布于华北及东北南部。最初命名地点在山东长清县张夏镇南五里的馒头山。本组为浅海相泥质沉积，以紫红色页岩为主夹薄层灰岩，含三叶虫中国莱德利基虫（Redlichia chinensis）等。厚约 55 米。与下伏碱厂组为整合接触或不整合超覆于前震旦纪变质岩系之上。

【馒头页岩】　“馒头组”的旧称。

【毛庄组】　时代属早寒武世龙王庙晚期。分布于华北及东北南部。最初命名地点在山东长清县张夏镇与馒头山之间的毛庄。本组为浅海相泥质沉积，以暗紫或灰紫色云母页岩为主，顶部夹鲕状灰岩，含三叶虫山东盾壳虫（Shantungaspis）等。厚 32 米。本组整合于馒头组之上或假整合超覆于震旦系之上，或不整合超覆于前震旦纪地层之上。辽宁太子河地区的石桥组与本组相当。在山东模式地点以及辽西和太子河流域的毛庄组中均发现莱德利基虫（Redlichia）与及原波曼虫（Probowmania）共生。有人根据褶颊虫类的研究，认为本组与贵州的高台组大致相当，应属中寒武统。

【徐庄组】　时代属中寒武世早期，分布于华北及东北南部。最初命名地点在山东长清县张夏镇南的馒头山北麓的徐庄。本组为浅海相泥质碳酸盐沉积，岩性以紫、灰、绿等色页岩与鲕状灰岩互层为主，自下而上含三叶虫徐庄柯赫氏虫（Kochaspis hsu－chuangensis）、孙氏盾壳虫（Sunas pis）、娇弱毛孔野营虫（Poriagraulos abro－ta）、毕利氏虫（Bailiella）等。厚50—100米。与下伏毛庄组为整合关系。辽宁太子河地区的当十组与本组相当。

【张夏组】　旧称“张夏石灰岩”，时代属中寒武世晚期，分布于华北及东北南部。最初命名地点在山东长清县张夏镇。本组为浅海相碳酸盐沉积，以灰色厚层鲕状灰岩为主，含三叶虫辽阳虫（Liaoyangaspis）、小裂头虫（Crepicephalina）、双耳虫（Amphoton）、太子虫（Taitzuia）、德氏虫（Damesella）等。厚170米。与下伏徐庄组为整合关系。

【张夏石灰岩】　“张夏组”的旧称。

【崮山组】　旧称“崮山页岩”，时代属晚寒武世早期，分布于华北及东北南部。最初命名地点在山东长清县崮山。本组为浅海相碳酸盐沉积，以紫红色竹叶状灰岩、紫色和黄色页岩为主，含三叶虫蝴蝶虫（Blackwelderia）、蝙蝠虫（Drepanura）等。厚25—50米。与下伏张夏组为假整合关系。

【崮山页岩】　“崮山组”的旧称。

【长山组】　旧称“长山沟建造”或“长山层”，时代属晚寒武世中期，分布于华北及东北南部。最初命名地点在河北唐山赵各庄北二里任庄的长山沟。本组为浅海相沉积，以紫色灰岩夹竹叶状灰岩为主，上部多灰白色厚层及薄层灰岩。含三叶虫庄氏虫（Chuangia）、长山虫（Changshania）蒿里山虫（Kaolishania）等。厚约40米，与下伏崮山组为整合关系在东北南部本组又可分为白山段和台山段。

【长山沟建造】　“长山组”的旧称。

【凤山组】　旧称“凤山层”。时代属晚寒武世晚期，分布于华北及东北南部。最初命名地点在河北开平盆地冶里附近马家沟的凤山。本组为浅海相沉积，以兰灰色薄层石灰岩夹黄绿色页岩及竹叶状灰岩为主，含三叶虫褶盾虫（Ptychaspis）、济南虫（Tsi-nania）、方头虫（Quadraticephaus）、小网形虫（Dictyella）、卡尔文虫（Calvinella）、泰勒氏虫（Tellerina）等。厚114米。本组与下伏长山组及上覆下奥陶统均为整合关系，只有少数地点与下奥陶统为假整合关系。在东北南部本组自下而上又可分为燕州段、湾湾沟段、楸树沟段。

【水井沱组】　旧称“水井沱页岩”，时代属早寒武世筇竹寺期，分布于湖北峡东地区。最初命名地点在湖北宜昌水井沱。本组为浅海相沉积，以黑色页岩、黄绿色砂质页岩为主，顶部有薄层砂岩及铁质鲕状灰岩，含鲍格朗氏虫（Bergeroniellus）以及盘虫类和原油栉虫类等三叶虫，含磷矿层，总厚120米。本组大致与滇东的筇竹寺组和沧浪铺组下部相当，与下伏震旦系灯影组为假整合接触。

【水井沱页岩】　“水井沱组”的旧称。

【石牌组】　旧称“石牌页岩”，时代属早寒武世沧浪铺中期，分布于湖北峡东地

区。最初命名地点在湖北宜昌县西偏北约十五公里的石牌溪。本组为浅海相沉积，以灰绿色云母质及砂质页岩为主，夹薄层鲕状灰岩，含兰氏古油栉虫（Palaeolenus aff、lantenoisi）及库廷虫（Kootenia）等三叶虫，厚 53 米，与下伏水井沱组为整合接触。

【石牌页岩】　“石牌组”的旧称。

【天河板组】　旧称“天河板石灰岩”时代属早寒武世沧浪铺晚期，分布于湖北峡东地区。最初命名地点在湖北宜昌天河板。本组为浅海相沉积，以灰褐色泥质石灰岩为主，富产古杯类寒武古杯（cambrocyathus）等及三叶虫戴氏大古油栉虫（Megapalaeolenus deprati）、遇仙寺虫（Yuehsienszella）等。厚 75 米，与下伏石牌组为整合关系。

【天河板石灰岩】　“天河板组”的旧称。

【石龙洞组】　旧称“石龙洞石灰岩”，时代属早寒武世龙王庙期，分布于湖北峡东地区。最初命名地点在湖北宜昌石龙洞附近。本组为浅海相碳酸盐沉积，由厚层深灰色石灰岩及灰白色白云质石灰岩组成，下部产莱德利基虫（Redlichia），厚约 100 米，与下伏天河板组为整合接触。

【石龙洞石灰岩】　“石龙洞组”的旧称。

【覃家庙组】　旧称“覃家庙石灰岩”，时代属中寒武世，分布于鄂西三峡地区。最初命名地点在湖北宜昌覃家庙村西打磨山。本组为海相滨海平原浅水沉积，以薄层和厚层泥质灰岩为主夹页岩具波纹及干裂等构造，含三叶虫化石矢部虫（Yabeia）｜小无肩虫（Anomocarella）、双耳虫（Amphoton）等，厚 293 米，与下伏石龙洞组为整合接触。但有人认为是假整合关系。

【覃家庙石灰岩】　“覃家庙组”的旧称。

【三游洞组】　旧称“三游洞石灰岩”，时代属晚寒武世，分布于鄂西峡东地区。最初命名地点在宜昌三游洞。本组为海相深水碳酸盐沉积，以厚层块状石灰岩为主，质纯，不含泥质，顶部夹有黑色燧石结核和条带，未发现化石，厚 290 米。由于本组位于覃家庙组之上和下奥陶统分乡组之下，因此一般都将其归入上寒武统。本组与下伏覃家庙组为整合接触，但有人认为属假整合关系。

【三游洞石灰岩】　“三游洞组”的旧称。

【荷塘组】　旧称“硅质页岩及石煤层”。时代属早寒武世，分布于浙西一带。最初命名地点在浙江省江山县大陈北十五里的荷塘村。本组为海相泥质沉积，以紫色、灰色、黑色薄层硅质灰岩为主，有时硅化程度较深成为黑色燧石，底部为黑色炭质页岩，有时含炭质颇富（石煤），可作烧石灰的燃料。底部有时含有黄铁矿或磷矿结核。含三叶虫中华莱德利基虫（Redlichiachinensis）、湖南头虫（Hunanocephalus）及原始海绵骨针（Proiospongia）化石等，厚自十余米至数十米，本组与下伏震旦系西峰寺灰岩为假整合接触。

【硅质页岩及石煤层】　“荷塘组”的旧称。

【杨柳岗组】　旧称“杨柳岗石灰岩”时代属中寒武世，分布于浙西一带。最初命名地点在浙西江山县杨柳岗。本组为海相碳酸盐沉积，以深灰色薄层白云质石灰岩为主，间夹少量钙质页岩，含球接子类三叶虫，如光尾球接子（Lejopyge）等特多，其他

后颊类三叶虫则较少，有德氏虫（Damesella）、复州虫（Fuchouia）等。共厚127米。与下伏荷塘组为整合接触。

【杨柳岗石灰岩】　“杨柳岗组”的旧称。

【华严寺组】　旧称“华严寺石灰岩”，时代属晚寒武世早期，分布于浙西一带。最初命名地点在浙江衢县常山镇西南华严寺。本组为海相碳酸盐沉积，以深灰色薄层灰岩为主，间夹中厚或厚层灰岩，富含球接子类三叶虫，如假球接子（Pseudagnostus）、雕球接子（Glyptagnostus）等，以及后颊类三叶虫原刺尾虫（Proceratopyge）。厚134米。与下伏杨柳岗组为整合接触。

【华严寺石灰岩】　“华严寺组”的旧称。

【西阳山组】　旧称“西阳山页岩”。时代属晚寒武世晚期，分布于浙西一带。最初命名地点在浙江常山县城南三里的西阳山。本组为海相泥质沉积，以灰色或灰黑色钙质页岩为主，夹渴灰色薄层灰岩，页岩风化后呈土黄色、棕色或白色，富含球接子类三叶虫，如花球接子（Lotagnostus）等及后颊类三叶虫却尔却克虫（Charchagia）、油栉虫（Olenus）等。厚约90米。本组与下伏华严寺组及上覆的下奥陶统印渚埠组均为整合接触。

【西阳山页岩】　“西阳山组”的旧称。

【西大山组】　时代属早寒武世，分布于天山东部。最初命名地点在新疆天山东部库鲁克塔格西大山。本组为海相沉积并有火山喷发岩，由鲕状灰岩、泥质灰岩、安山岩、燧石层夹砂质灰岩组成，并含磷块岩。上部鲕状灰岩中产三叶虫古油栉虫、莱德利基虫（Redlichia），古杯类等。厚125米以上。与下伏震旦系冰碛层为不整合关系。根据古油栉虫（Palaeolenus）和古杯类，西大山组上部化石层位，应与滇东的沦浪铺组，鄂西的石牌组和天河板组相当，属下寒武统中部。

【莫呼尔山组】　时代属中寒武世，分布于天山东部，最初命名地点在新疆库鲁克塔格莫呼尔山。本组为海相碳酸盐沉积，以灰色薄层灰岩夹中层灰岩，棕灰色钙质页岩为主，富含球接子类三叶虫，如褶纹球接子（Ptychagnostus）、隐球接子（Hypagnostus）、胸针形球接子（Peronopsis）、等及后颊类双耳虫（Amphoton）、复州虫（Fuchouia）和叉尾虫（Dorypgge）等。厚约165米。与下伏西大山组为整合关系。

【突尔沙克塔格组】　时代属晚寒武世，分布于天山东部。最初命名地点在新疆东天山库鲁克塔格西70里的突尔沙克塔格。本组为海相碳酸盐沉积，以深灰色薄层灰岩及厚层灰岩为主，夹泥灰岩、砾状和竹叶状灰岩，富含三叶虫雕球接于（Glyptagnostus）、假球接子（Pseudagnostus）、光壳虫（Liostracina）、原庄氏虫（Prochuangia）、原刺尾虫（Procoeratopyge）等。厚约302米，与中寒武统莫呼尔山组为整合关系。

【奥陶纪】　Ordovician Period　古生代第二个纪。“奥陶”一名源出于英国北威尔士一古代民族名“Ordovices”，音译为奥陶。在这个古代民族居住的地区，这一时期的

地层发育较好，故名（Lapworth 1879）。奥陶纪开始于距今5亿年，延续时间为6000万年。奥陶纪是地史上海侵范围最广的一个纪，分为早、中、晚三个世。由于当时浅海广布、气候温和，故海生无脊椎动物空前发展。其中以笔石类和鹦鹉螺类十分繁盛为其特征。笔石类在我国南方分布较广，鹦鹉螺类在我国北方以弯颈式的阿门角石（Armenoceras）为最多，而在南方则以直颈式的震旦角石（Sinoceras）较为常见。三叶虫仍繁盛。其中以栉虫类最重要。其它如腕足类、海林檎也很重要。珊瑚和苔藓虫也有了代表。还出现了最早的脊椎动物无颚类。植物界仍以水生藻类为主，从奥陶纪笔石、牙形刺、三叶虫等动物群的分区情况来看，大体上可以分为两大动物群：太平洋（包括澳大利亚和北美）动物群和大西洋（欧洲）动物群。中国奥陶纪动物群可分为三种类型：华北型、东南型和扬子型。华北型动物群接近北太平洋（北美）动物群，华中型动物群属大西洋动物群，华南型动物群则接近南太平洋（澳大利亚）动物群。晚奥陶世在非洲、南美和欧洲出现了大冰期。如非洲的撒哈拉和南非，南美的阿根廷和玻利维亚，欧洲的西班牙、法国南部等地。

【奥陶系】 Ordovician System 奥陶纪形成的地层称为奥陶系。分为下、中、上三个统。中国的奥陶系共有六个阶分属三个统，下奥陶统包括新厂阶和宁国阶，中奥陶统包括胡乐阶和□江阶，上奥陶统包括石口阶和五峰阶。但由于各国奥陶系的分统界线多不一致，国际上近来趋向是不分统只分阶，或把阶改为统一级。例如英国的奥陶系共分15个笔石带，分属6个阶或统。自下而上为：特马豆克、阿伦尼格、兰维恩、兰代洛、喀拉道克、阿什极。美国过去把奥陶系分为三个统，自下而上为：加拿大统，古勃兰统和辛辛纳提统。古地理方面，在我国，奥陶纪海侵范围与寒武纪大致相似，不过出现了岩相和生物群的分异现象。中期海侵范围最广，晚期在华北及东北南部发生了普遍的海退现象。当时华北及东北南部，地形低平，浅海广布，岩性稳定，奥陶系以灰岩及白云岩沉积为主，并含火山岩系。动物群除早期有笔石外，以鹦鹉螺类最重要，如满洲角石（Manchuroceras）、朝鲜角石（Coreanoceras）、阿门角石（Armenoceras）。华南区地形比较复杂，岩相分异明显，出现了笔石页岩相和壳灰岩相。鹦鹉螺类则以震旦角石（Sinoceras）为其特征。西北区岩相变异更为显著，以火山岩系发育，大部分岩层变质、厚度巨大为其特征。动物群在祁连山和天山以东南型为主，混生少数北方型。在鄂尔多斯台缘及天山以北则以北方型为主。东北北部，仅大小兴安岭出露奥陶系，以碎屑沉积为主，夹有火山岩系，厚度巨大，岩层变质，动物群为东南型。西藏珠穆朗玛峰地区奥陶系以灰岩为主，早期动物群为北方型，中期为南方型。沉积矿产有华北亮甲山组及马家沟组的石灰岩，山西马家沟组上部的石膏，西北华北及华南奥陶系中的铁矿，贵州及河北奥陶系中发现油苗等等。

【宜昌统】　曾是中国南方下奥陶统的专名，包括现在的新厂阶和宁国阶。原(1962)包括三峡区的南津关组、分乡组、红花园组和大湾组，现又把牯牛潭组归入宜昌统。

【艾家山统】　曾是中国南方中奥陶统的专名，包括现在的胡乐阶和□江阶。原(1962)包括三峡区的牯牛潭组、庙坡组和宝塔石灰岩，现又把牯牛潭组改属下奥陶统。

【钱塘江统】　曾是中国南方上奥陶统的专名，包括现在的石口阶和五峰阶。原(1962)包括浙江的黄泥岗组和于潜组。湖北的临湘组和五峰组。在我国西南一些地区奥陶系顶部还包括观音桥层。

【新厂阶】　位于宁国阶以下，是中国下奥陶统下部的一个阶，大致与欧洲的特马豆克阶相当。新厂阶含有三个笔石带，自下而上为：①十字笔石—反称笔石(Staurograptus – Anisograptus)带；②磨棍笔石—三笔石(Aletograptus – Triograptus)带；③匿笔石—枝笔石(Adelograptus – Clonograptus)带。在华北及东北南部与第一笔石带相当的为扇形网格笔石(Dictyonema flabelliformis)带，与第二笔石带相当的为无羽笔石(Callog – raptus)带。在三峡区与第三笔石带相当的为中国刺笔石(Acanthograptus sinensis)带。在秦岭也发现相当此阶的 Clonograptus – Niobella 动物群，在祁连山西段本阶地层为壳相 Ceratopyge – Apatokephalus 三叶虫动物群所代替。新厂阶一名源自广东台山县新厂。

【宁国阶】　位于新厂阶之上，胡乐阶以下，是中国下奥陶统上部的一个阶，大致与欧洲的阿仑尼格阶及兰维恩阶相当。宁国阶含有 9 个笔石带，自下而上为：①近似工字笔石(Etagraptus approximatus)带；②灌木四笔石(Tetragraptus fruticosus)带；③前两分对笔石(Didymograptus " protobifidus ")带；④不规则对笔石(Didymograptus abnormis)带；⑤肿笔石(Oncograptus)带；⑥大心笔石(Cardiograptus amplus)带；⑦奥洲齿状雕笔石(Glyptograptus austrodentatus)带；⑧紧密围笔石(Amplexograptus confertus)带和⑨精美翼笔石(Pterograptu selegans)带。宁国阶主要发育于皖南，浙西、赣东北等地。在秦岭近年也发现本阶下部的几个笔石带，在西南地区其中某些笔石带又为另外一些笔石带所代替。在三峡区、西北、华北及东北南部相变为以鹦鹉螺类为主的壳灰岩相。

【胡乐阶】　位于宁国阶之上，□江阶以下，是中国中奥陶统下部的一个阶，大致与欧洲的兰代洛阶和卡拉道克阶底部相当。胡乐阶含有三个笔石带，自下而上为：④辛氏舌笔石(Glossograptu shincksii)带；②纤细丝笔石(Nemagraptus gracilis)带和③中国双头笔石(Dicranograptus sinensis)带。在西南地区与第一带相当的为林纳逊裸笔石(Gymnograptus linnarsoni)带。除在华北及东北南部为壳相外，笔石相或混合相广泛分布于南方、西北等地。

【□江阶】　位于胡乐阶之上，石口阶以下，是中国中奥陶统上部的一个阶，大致与欧洲的卡拉道克阶中部相当。□江阶含有两个笔石带，即下部两刺栅笔石变种(Climacograptus diplacanthus var.)，上部角叉笔石 – 刺棚笔石(Dicellograptus angulatus – Cli-

macograptus spiniferus）带。在湘中的磨刀溪和陕西陇县龙门洞的平凉组上部相当本阶的笔石带也很发育。在华北、鄂西、皖南、浙西等地多相变为以鹦鹉螺为主的壳灰岩相。□江阶一名源自江西永新县□江。

【石口阶】 位于□江阶之上，五峰阶以下，是中国上奥陶统下部的一个阶，大致与欧洲的卡拉道克阶上部相当。石口阶含有一个笔石带即四尖直笔石（Orthograptus quadrimucronatus）带。在祁连山和新疆柯坪地区也有此带，但为蝴蝶栅笔石（Climacograptus papilia）所代替。石口阶一名源自江西永新县石口。

【五峰阶】 位于石口阶之上，是中国上奥陶统顶部的一个阶，大致与欧洲的阿什极阶相当。五峰阶含有 6 个笔石带，自下而上为：①卢氏肋笔石（Pleurograptus lui）带、②四川叉笔石（Dicellograptus szechuanensis）带；③标准棠垭笔石（Tangyagraptus typicus）带；④奇异双角笔石（Diceratograptus mirus）带；⑤标准拟直笔石（Paraorthograptus typicus）带和⑥波希米亚双笔石（Diplo－graptus bohemicus）带。笔石相广泛分布于南方、西北等地区。

【特马豆克阶】 TremadocianStage 是欧洲奥陶系最底部的一个阶。特马豆克阶含有两个笔石带，以产扇形网格笔石（Dictyonema flabelliforme）为其底界。然而，在英国则把特马豆克阶归入寒武系顶部。特马豆克阶一名源自英国威尔士的特马豆克（Tre－madoc）。

【阿伦尼格阶】 Arenigian Stagc 是欧洲奥陶系特马豆克阶之上，兰维恩阶以下的一个阶。含四个笔石带，以产两枝平伸的对笔石（Didymograptus）为其特征。阿伦尼格阶一名源自英国威尔士的阿伦尼格（Arenig）。

【兰维恩阶】 Llanvirnian Stage 是欧洲奥陶系阿伦尼格阶之上，兰代洛阶以下的一个阶。兰维恩阶含有两个下垂对笔石带，下带为两分对笔石（Didymograptus bifidus）带，上带为莫氏对笔石（Didymograptus murchisoni）带。兰维恩阶一名源自英国圣德维兹附近的兰维恩（Llanvirn）。

【兰代洛阶】 Llandeilian stage 是欧洲奥陶系兰维恩阶之上，卡拉道克阶以下的一个阶。兰代洛阶含有一个笔石带即园滑雕笔石（Glyptograptus teretiusclus）带。兰代洛阶一名源自英国威尔士的兰代洛（Llandeilo）。

【卡拉道克阶】 Caradocian Stage 是欧洲奥陶系兰代洛阶之上，阿什极尔阶以下的一个阶。卡拉道克阶含有五个笔石带，以产栅笔石（Climacog－raptus）、肋笔石（Pleurograptus）等为其特征。卡拉道克阶一名源自英国希罗普郡的卡拉道克（Caradoc）。

【阿什极阶】 Ashgillian Stage 是欧洲奥陶系最顶部的一个阶，位于卡拉道克阶之上。阿什极阶含有两个叉笔石带，下部为平扁叉笔石（Dicellograptus complanatus）带，上部为双头叉笔石（Dicellograptus anceps）带。阿什极阶一名源自英国的阿什极（Ash gill）。

【加拿大统】 Canadian Series 是北美下奥陶统的专称。由于在加拿大东南部发育较好而得名。

【占勃兰统】 Champlainian Series 是北美中奥陶统的专称，包括下部瑟西阶（Chazyan Stage）和上部莫豪克阶（Mohawkian Stage）。占勃兰统一名源自美国纽约州的占勃兰湖区（LakeChamplain）。

【瑟西阶】 Chazyan Stage 是北美奥陶系占勃兰统下部的一个阶。瑟西阶一名源自美国纽约州东北角占勃兰湖西边的瑟西区（Ghazy）。

【莫豪克阶】 Mohawkian Stage 为北美奥陶系占勃兰统上部的一个阶，包括下部黑河亚阶和上部特仑登亚阶。莫豪克阶一名源自美国阿德朗达克（Adirondack）山脉西南的莫豪克河谷（Mohawk River Valley）。

【黑河亚阶】 Blackriverian Substage 是北美奥陶系占勃兰统莫豪克阶、特仑登亚阶以下的一个亚阶。黑河亚阶一名源自美国纽约州的黑河谷地（Black River Valley）。

【特仑登亚阶】 Trentonian Substage 是北美奥陶系占勃兰统莫豪克阶黑河亚阶以上的一个亚阶。特仑登亚阶一名源自美国纽约州的特仑登瀑布（Trenton Falls）。

【辛辛纳提统】 Cincinatian Series 辛辛纳提统一名源自美国的辛辛纳提（Cincinati），是北美上奥陶统的专称。自下而上包括艾登阶（Edenian）、马斯威尔阶（Maysvillian）、瑞奇芒德阶（Rickmondian）和戈马奇阶（Gamachian）。

【冶里组】 旧称“冶里石灰岩”。时代属早奥陶世新厂期。分布于华北及东北南部。最初命名地点在河北开平冶里。本组为浅海相碳酸盐沉积，由灰绿色薄层灰岩夹黄绿色、灰黑色页岩组成，底部为黑色厚层灰岩，其中含黄铁矿结核，厚118米，含三个化石带，自下而上为：①网格笔石—小栉虫（Dictyonema – Asaphellus）带；②无羽笔石（Oallograptus）带；③均分笔石（Dichograptus）带。与下伏上寒武统凤山组为整合关系。

【冶里石灰岩】 “冶里组”的旧称。

【亮甲山组】 旧称“亮甲山层”。时代属早奥陶世宁国期，约相当于欧洲阿伦尼格期中期，分布于华北及东北南部。最初命名地点在河北秦皇岛市北石门寨北一公里的亮甲山。本组为浅海相碳酸盐沉积，由下部黄色白云质石灰岩和上部厚层含燧石结核石灰岩组成，含满洲角石（Manchuroceras）、朝鲜角石（Coreanoceras）、蛇卷螺（Ophileta）、似古杯（Archaeoscyphia）、四笔石（Tetragraptus）等。共厚达132米，与下伏冶里组为整合关系。

【马家沟组】 旧称“马家沟石灰岩”，时代属早至中奥陶世，约相当于欧洲的阿伦尼格晚期至兰代洛期，分布于华北及东北南部。最初命名地点在河北开平盆地冶里附近的马家沟。最近有人（陈均远，1976）把山东地区原来的马家沟组自下而上划分为四个组：①北庵庄组（源自山东新泰汶南附近的北庵庄），由豹皮灰岩和薄层或微层理灰岩组成，以含多泡角石（Polydesmia）、鄂尔多斯角石（Ordo – soceras）、五顶角石（Wutinoceras）等为特征，厚约150米；②马家沟组（经过厘定后的），由块状灰岩组成，含四个化石带自下而上为：a）东方古等称虫（Eoisotelus orientalis）带，b）假隔壁灰角石（Stereoplasmoceras pseudoseptum）带，c）盘珠角石–烟台脊旋螺（Discoactinocras – Lophospira yentaiensis）带，d）少环豆房沟角石（Tofangoceras pauciannulatum）

带。厚约 150 米，③阎庄白云岩（源自山东新泰汶南附近的阎庄），由浅黄色中至薄层泥质白云岩夹蓝灰色白云质页岩，未见化石，厚 65 米；④八陡组（源自山东淄博八陡附近五阳山北坡），由棕灰色厚层灰岩夹豹皮灰岩组成，含中奥陶世鹦鹉螺棱角石属（Gonioceras）、鞘角石属（Vaginoce－ras）、八陡角石属（Badouceras）等，厚 90 米。与下伏亮甲山组为整合关系。

【马家沟石灰岩】　“马家沟组”的旧称。

【南津关组】　旧称“南津关石灰岩”，时代属早奥陶世新厂期早期，分布于鄂西一带。最初命名地点在湖北宜昌南津关。本组为浅海相碳酸盐沉积，以灰色厚层石灰岩及薄层泥质石灰岩为主，底部含少许钙质页岩或黄绿色页岩，含两个化石带：上带大型栉壳虫（Asaphoysis immanis）带，下带指纹头虫（Dactylocephalus dactyloides）带。厚 50 米，与下伏上寒武统三游洞组为整合接触

【南津关石灰岩】　“南津关组”的旧称。

【分乡组】　旧称“分乡页岩”，时代属早奥陶世新厂期晚期，相当于均分笔石（Dichograptus）带，分布于鄂西一带。最初命名地点在湖北宜昌分乡场。本组为浅海相碳酸盐及泥质沉积，以灰色薄层石灰岩为主夹黄绿色页岩，含一个化石带。即刺笔石一小桐梓虫（Acanthograptus－Tungtzuel－la）带。厚 53 米。与下伏南津关组为整合关系。

【分乡页岩】　“分乡组”的旧称。

【红花园组】　旧称“红花园石灰岩”时代属早奥陶统宁国期，相当于欧洲阿伦尼格期早期下曲对笔石（Didy－mograptus deflexus）带，分布于鄂西及贵州一带。最初命名地点在贵州桐梓县南的红花园附近。本组为浅海相碳酸盐沉积，为深灰色至黑色厚层灰岩。产朝鲜角石（Coreanoceras）、满州角石（Manchuroceras）。海绵（Calathium）、蛇卷螺（ophileta）等。厚 20—30 米。与下伏分乡组为整合关系。本组与华北的亮甲山组大致相当。

【红花园石灰岩】　“红花园组”的旧称。

【大湾组】　时代属下奥陶世宁国期，相当于欧洲阿伦尼格期中晚期，分布于鄂西一带，最初命名地点在湖北宜昌分乡场大湾附近。本组为浅海相碳酸盐及泥质沉积，根据岩性分为三部，上部灰绿色页岩夹瘤状灰岩。中部红色薄层石灰岩富产头足类化石；下部青灰色瘤状石灰岩夹少许黄绿色页岩，产扬子贝，（Yangtzeella），故又称“扬子贝层”（1954）。本组自下而上共三个化石带：①瑞典断笔石（Azygograptus suecicus）带；②前环角石（Protocycloocras）带；③中国齿状雕笔石小型变种（Glyptograptus sinodent-atus minor）带。总厚 55 米。与下伏红花园组为整合关系。一种意见将大湾组划入下奥陶统；另外一种意见，因大湾组中上部产有与牯牛潭组相同的头足类，应划入中奥陶统。

【牯牛潭组】　旧称“牯牛潭石灰岩”，时代属早奥陶世宁国期，相当于欧洲兰维尔期，分布于鄂西一带。最初命名地点在湖北宜昌分乡牯牛潭。本组为浅海相碳酸盐沉积。以灰色、红色瘤状石灰岩为主，产杆状震旦角石（Sinoceras rudum）、瓦氏长颈角石（Dideroceras wahlenbergi）、隔板正形贝（Phraemorthis）、小四齿贝（Teiradontella）

等，厚20—48米，与下伏大湾组之间为一沉积间断面。

【牯牛潭石灰岩】 “牯牛潭组”的旧称。

【庙坡组】 旧称“庙坡页岩”，时代属中奥陶世胡乐期。相当于欧洲兰代洛期园滑雕笔石（Glyptograptus reretiusculus）带和卡拉道克阶的纤细丝笔石（Nemagraptus gracilis）带，分布于鄂西一带。最初命名地点在宜昌分乡庙坡。本组为浅海相泥质沉积，以黑色页岩为主，偶夹薄层石灰岩及黄绿色页岩，含两个笔石带：上带为纤细丝笔石（Nemagraptus gracilis）带，下带为园滑雕笔石（Glyptograptus teretiusculus）带。厚5米，与下伏牯牛潭组为整合关系。

【庙坡页岩】 “庙坡组”的旧称。

【宝塔组】 旧称“宝塔石灰岩”。由于含有巨大直壳的鹦鹉螺类震旦角石等形似宝塔而得名。时代属中奥陶吐□江阶，也有一种意见认为它应属上奥陶世，分布于鄂西及四川一带。最初命名地点在鄂西新滩龙马溪艾家山。本组为浅海相碳酸盐沉积，以厚层灰白及灰褐色干裂纹石灰岩为主，夹薄层泥质灰岩，产中国震旦角石（Sinocera chinense）等，厚17米，与下伏庙坡组为整合关系。

【宝塔石灰岩】 “宝塔组”的旧称。

【梅江组】 时代属中奥陶世□江期，原系临湘组下部，1972年才从临湘组划分出来，分布于鄂西及四川一带。最初命名地点在四川秀山大田坝。本组为浅海相碳酸盐沉积，以瘤状石灰岩为主，产雷氏角石（Richarsonoceras），并有少量震旦角石（Sinoceras），厚约13米，与下伏宝塔石灰岩为整合关系。贵州的马蹄石灰岩大致相当于宝塔组与梅江组之和。

【临湘组】 旧称临湘石灰岩。时代属晚奥陶世石口期，分布于鄂西及湘北一带。最初命名地点在湖南北部临湘五里牌附近。本组为浅海相碳酸盐沉积，以灰绿色瘤状灰岩为主。产南京三瘤虫（Nankinolithus）等，厚20米。与下伏梅江组为整合关系。

【临湘石灰岩】 “临湘组”的旧称。

【五峰组】 旧称“五峰页岩”。时代属上奥陶世五峰期，相当于欧洲的阿什极期，分布于长江流域。最初命名地点在湖北五峰县东约60公里的渔洋关。本组为海相泥质沉积，以黑色页岩为主，富产笔石，含卢氏肋笔石（Pleurograptus lui）、四川叉笔石（Bicellograptws szechuanensis）、标准棠垭笔石（Tangyagraptus typicus）、奇异双角笔石（Diceratograptus mirus）、标准拟直笔石（Paraorthograptus typicus）波希米亚双笔石（Diplograptus bohemicus）。厚仅数米。与下伏临湘组为整合关系，与上覆志留系龙马溪组为整合接触。

【五峰页岩】 “五峰组”的旧称。

【印渚埠组】 旧称“印渚埠页岩”。时代属早奥陶世新厂期，分布于东南区浙江一带。最初命名地点在浙江于潜县与分水间的印渚埠。本组为浅海相泥质沉积，以黄绿色页岩为主，间夹紫色及绿色页岩，底部有薄层瘤状石灰岩数层，自下而上分三个化石带：①网格笔石—后油栉虫（Dictyonema－Hysterolenus）带，②细弱枝笔石（Clonograptus tenellus）带，③栉壳虫－缅甸虫（Asaphosis－Birmanites）带。厚150米，与下伏

上寒武统西阳山页岩为整合接触。

【印渚埠页岩】 “印渚埠组”的旧称。

【宁国组】 旧称“宁国页岩”。时代属早奥陶世宁国期，相当于欧洲的阿伦尼格期及兰维尔期，分布于浙江西部、皖南及赣东北一带。最初命名地点在安徽宁国县胡乐司附近。本组为浅海相泥质硅质沉积，下部为灰绿色页岩，上部为黑色硅质页岩及硅质层，厚 140—150 米。自下而上可分为四个笔石带：①微波对笔石（Didymograptus vacillans）带；②燕形对笔石（Didymograptus hirundo）带；③紧密围笔石（Amplexograptus-confertus）带；④精美翼笔石（Pterograptus elegans）带。在第一带中含有扩张对笔石比较种（Didymograptus cf. extensus），相当于英国的扩张对笔石（Didymograptus extensus）带。在浙西宁国组中未发现微波对笔石（Didymograptus vacillans）带，其余各带均可对比。在江西玉山地区发现了更低的笔石带。在浙江最近把上部黑色硅质页岩及硅质层含两个笔石带——紧密围笔石（Amplexograptusconfertus）、精美翼笔石（Pterograptus elegans）划分出来，叫做牛上组。宁国组与下伏印渚埠组为整合关系。

【宁国页岩】 “宁国组”的旧称。

【胡乐组】 旧称“胡乐页岩”时代属中奥陶世早期，分布于浙西、皖南一带。最初命名地点在安徽宁国县南 40 公里的胡乐司。本组为海相硅质泥质沉积，以黑色硅质页岩为主间夹硅质薄层，顶部为棕色泥质页岩，富产笔石、自下而上共分三个化石带：下带双头笔石（Dicranograptus）带；中带辛氏舌笔石—线状三角笔石（Glossogra ptushincksii – Trigonograptus lineatus）带；上带楔形叉笔石—宽形栅笔石（Dicellograptussextans – Climacograptus latus）带。其中楔形叉笔石—宽形栅笔石（Dicellograptus sextans – Clinacograptus latus）带相当于英国的纤细丝笔石（Nemagraptusgracilis）带，辛氏舌笔石—线状三角笔石带相当于英国的园滑雕笔石（Glyptograptusteretiusculus）带。在浙西胡乐组为黑色燧石夹炭质页岩，产纤细丝笔石（Nemagraptus gracilis）。厚 36—40 米，与下伏宁国组为整合关系。近来，有人将模式地点的胡乐组原来的三个笔石带改为两个带，下带圆滑雕笔石带；上带尼氏双头笔石音叉变种（Dicranograptus nicholsoni diapason）带。在浙西胡乐组中盛产丝笔石（Nemagraptus）及娇笔石（Abrograptus），而在皖南则未曾见到。在浙江的胡乐组中自下而上分为三个笔石带：下带为园滑雕笔石（Glyptograptus teretiusculus 带；中带为纤细丝笔石（Nemagraptusgracilis）带；上带为中华双头笔石 Dicranograptus sinensis 带。

【胡乐页岩】 “胡乐组”的旧称。

【砚瓦山组】 旧称“砚瓦山石灰岩”。时代属中奥陶世□江期。分布于浙西、皖南一带。最初命名地点在浙江西南的江山县与常山县交界的砚瓦山。本组为浅海相碳酸盐沉积，以浅灰、绿色及紫黄色瘤状石灰岩为主，含一个化石带即中国震旦角石（Sinoceras chinense）带及三叶虫、介形虫等，厚 54 米。本组与华中的宝塔石灰岩大体上

相当，与下伏胡乐组为整合关系。

【砚瓦山石灰岩】 “砚瓦山组”的旧称。

【黄泥岗组】 旧称“黄泥岗页岩”，时代属早奥陶世石口期，分布于浙西一带。最初命名地点在浙江江山县城北三公里黄泥岗村西。本组为浅海相泥质沉积，以紫红色钙质页岩为主。偶夹黄色页岩，含一个三叶虫带即南京南京三瘤虫（Nankinolithus nankinensis）带及介形虫。约与欧洲的卡拉道克晚期的线状肋笔石（Pleurograptus linearis）带相当。厚45米，与下伏砚瓦山组为整合关系。

【黄泥岗页岩】 “黄泥岗组”的旧称。

【于潜组】 旧称“于潜层”，的时代属晚奥陶世五峰期，约相当于欧洲的阿什极尔期。分布于浙江西北部。最初命名地点在浙江于潜县南的塔山附近。本组为浅海相泥沙质沉积。以黄绿色页岩及砂岩为主，产扁平叉笔石装饰变种（Dicellograptus complanatus var. ornatus）等笔石化石，厚150米，与下伏黄泥岗组及上覆志留系均为整合关系。在浙江西南部江山、常山的长坞页岩（长坞组）中含有扁平叉笔石（相似种）（Dicellograptus cf. complanatus）．出露不全，仅相当于于潜组的下部。于潜组与华中西南区的五峰组相当，其时代均为晚奥陶世阿什极尔期。

【长坞页岩】 见“于潜组”。

【三道坎组】 时代属早奥陶世宁国期，约相当于欧洲阿伦尼格期，分布于内蒙桌子山地区。最初命名地点在内蒙桌子山区岗德尔山西坡三道坎一带。本组为浅海相砂质及碳酸盐沉积，为白色厚层石英砂岩与灰色石灰岩互层，含一个化石带，即五顶角石（Wutinoceras）带，共生化石有多泡角石（Polydesmia）。厚约50—60米。

【桌子山组】 时代属早奥陶世宁国期，约相当于欧洲阿伦尼格晚期，分布于内蒙桌子山地区。最初命名地点在内蒙桌子山一带。本组为浅海相碳酸盐沉积，上部为灰色石灰岩夹不纯灰岩，下部为厚层蓝灰色石灰岩，含一个化石带：多泡角石—鄂尔多斯角石（Polydesmia－Ordosoceras）带。多泡角石出现层位较低，向上鄂尔多斯角石显著增加，至中部全为链角石（Ormoceras）、阿门角石（Armenoceras）及米契林角石（Michelinoceras）等。厚80—100米。与下伏三道坎组为整合关系。本组约与华北马家沟组下部相当。

【克里摩里组】 时代属早奥陶世宁国期，约相当于欧洲的兰维恩期，分布于内蒙桌子山地区。最初命名地点在内蒙桌子山区拉什仲庙南的克里摩里一带。本组为浅海相沉积，以浅灰色、黑色薄层泥质石灰岩为主，上部夹有两层页岩。在顶部黑色页岩中产精美翼笔石（Pterograptus elegans）等。下部产紧密围笔石（Amplexograptus confertus）、三叶虫缅甸虫（Birmanites）等。厚60米，与下伏桌子山组为整合关系。

【乌拉力克组】　旧称“乌拉力克层”，时代属中奥陶世胡乐期，约相当于欧洲的兰代洛期，分布于内蒙桌子山区。最初命名地点在内蒙桌子山区岗德尔山南部乌拉力克沟。本组为浅海相泥沙质沉积，以深灰色砂质页岩为主，厚约30米，含一个笔石化石带：园滑雕笔石（Glyptograptus teretiusculus），其中有辛氏舌笔石（Glossograptus hincksii）等。本组与下伏克里摩里组为整合关系。

【拉什仲组】　时代属中奥陶世胡乐期，相当于欧洲卡拉道克阶的纤细丝笔石（Nemagraptus gracilis）带，分布于内蒙桌子山区。最初命名地点在内蒙桌子山区拉什仲庙盆地中。本组为浅海相泥沙质沉积，以绿色钙质砂岩及页岩为主，夹薄层透镜状石灰岩，底部砂页岩互层中夹有砾岩层。页岩中产笔石、三叶虫及海林檎等化石，其中笔石有丝笔石（Nemagraptus ?sp）、双刺栅笔石（Climacograptus bicornis）等。厚50—55米。与下伏乌拉力克组为整合关系，与上覆石炭系为假整合接触。

【平凉组】　时代属中奥陶世胡乐期和□江期，分布于宁夏贺兰山、韦州、固原，甘肃平凉、陕西陇县、麟游一带。最初命名地点在平凉官庄，为浅海相钙质页岩及砂质页岩沉积，所含笔石相当于圆滑雕笔石（Glyptograptus teretiusculus）带至纤细丝笔石（Nemagraptus gracilis）带。以后在陕西陇县龙门洞发现平凉组下部除了圆滑雕笔石、纤细丝笔石外，还包含小□栅笔石（Climacograptuspeltifer）带，平凉组上部含栅笔石和双头笔石（Dicranograptus sp. n.），可分别与欧洲中奥陶世五个笔石带对比。共厚152米。整合在相当宁国组晚期的薄层灰岩之上，与上覆背锅山组为假整合接触。

【甲村群】　时代属早奥陶世晚期至中奥陶世，约相当于欧洲的阿伦尼格期、兰维恩期、兰代洛期至卡拉道克期。分布于西藏南部珠穆朗玛峰地区。最初命名地点在聂拉木县的甲村一带。本群为浅海相碳酸盐沉积，根据岩性和化石可以分为上下两个组：①下组为灰色石灰岩，厚788米。共下部含鄂尔多斯角石（Ordosoceras）、满洲角石（Manchuroceras）和五顶角石（Wutinoceras）等鹦鹉螺化石以及三叶虫真隐头虫（Eucalymene）和腹足类马氏螺（Maclurites）等；上部产长颈角石（Dideroceras）等。因此，甲村群下组大致与我国南方的红花园组至牯牛潭组相当；②上组为浅红色石灰岩，厚97米。富含鹦鹉螺类中华震旦角石（Sinoceraschinense）、俞氏米契林角石（Michelinoceras yui）、长颈角石（Diderocerqs）拟链角石（parormoceras）、伯劳特角石（Beloitoceras）、短角石（Curtoceras）等。甲村群上组大致相当于南方中奥陶统的庙坡组至梅江组、甲村群与下伏寒武-奥陶系肉切村群为整合关系。

【背锅山组】　代表鄂尔多斯台缘含丰富珊瑚、腕足、头足、腹足类的晚奥陶世浅海灰岩相沉积，上部可局部夹碎屑岩，分布于宁夏固原，陕西陇县、千阳、醴泉、泾阳、耀县一带。最初命名地点在陕西陇县背锅山、曾以阿盖特珊瑚（Agetolites）、小阿盖特珊瑚（Agetolitella）和结珊瑚（Sarcinula）建带，厚150—325米，与下伏平凉组或灰岩（在醴泉至耀县一带）为假整合关系。

【红山头组】 时代可能属晚奥陶世。分布于西藏南部珠穆朗玛峰地区。最初命名地点在聂拉木县北的红山头一带。本组为浅海相泥质沉积，以棕色页岩为主，厚70米，未见化石。本组整合于甲村群之上，下志留统之下，可能属上奥陶统。

【新厂组】 时代属早奥陶世新厂期，大致与欧洲的特马豆克期相当。分布于广东台山一带。最初命名地点在广东台山县西南部新厂村东坡。本组为海相泥质沉积，主要为紫红色页岩，含二叉十字笔石（Staurograptus dichotomus）、反称笔石（Anisograptus matanensis）、匿笔石（Adelograptussp）等。厚45米，与下伏寒武系八村群和上覆黄坑组均为整合关系。

【七溪岭组】 时代属早奥陶世，大致相当欧洲的阿伦尼克晚期至兰维思期，分布于江西西部宁冈一带。最初命名地点在江西宁冈县新城的七溪岭附近。本组为海相硅质砂质沉积，主要为灰黑色中薄层的硅质板岩夹碳质板岩，产丰富的笔石，根据化石组合，自下而上可以分为三个笔石带：①燕形对笔石（Didymograptus hirundo）带，②紧密围笔石（Amplexograptus confertus）带，③精美翼笔石（pterograptuselegans）带。共厚359米，底部未出露。

【陇溪组】 时代属中奥陶世胡乐期，大致相当于欧洲的卡拉道克期的Nemagraptus gracilis 带或稍高，分布于江西西部。最初命名地点在江西永新县西南的陇溪。本组为海相硅质泥砂沉积。主要由黑色硅质板岩及含硅质炭质板岩组成，富产笔石：尼氏双头笔石（音叉变种）（Dicranograptusnicholsoni diapason）、折曲双头笔石（D. ziczac）、扬子双头笔石（D. yangtzensis）、三刺隐笔石（Cryptograptus tricornis）等，厚165米。与下伏七溪岭组为整合关系。大致与胡乐组或庙坡组相当。

【□江组】 时代属中奥陶世□江期，约相当于欧洲的卡拉道克中期，分布于江西西部。最初命名地点在江西永新县的□江附近。本组为海相泥沙质沉积，主要由灰绿色细砂岩和板岩所组成，产笔石，厚达1058米。下笔石群以两刺栅笔石（Climacograptus diplacanthus）和分开叉笔石（Dicellograptus divaricatus）为代表，上笔石群以刺栅笔石（Climaeogaptus spiniferus）和角叉笔石（Dicellograptus angulatus）为代表。与下伏陇溪组为整合关系。大致与砚瓦山组或宝塔组全部或大部相当。

【石口组】 时代属晚奥陶世石口期，大致相当于欧洲的卡拉道克晚期，分布于江西西部。最初命名地点在江西永新县石口附近。本组为海相沉积，主要为灰绿色细岩夹青灰色板岩，产笔石：四尖直笔石（Orthograptus quadrimucronatus）、有尾棚笔石（Climacograptus eaudatus）等。厚3126米。与下伏□江组为整合关系。

【志留纪】 SiluriarnPeriod 古生代第三个纪。“志留”一名源出于英国东南威尔士一个古代部族（Silures）居住的地方名“Siluria”。日文音译，我国沿用。在志留地区，以这一时代的地层出露较好而得名（Murchison 1835）。最初的志留纪包括现在的奥陶纪和志留纪。1960年哥本哈根国际地层会议已正式通过决议，确认奥陶纪与志留

纪分立。志留纪开始于距今4.40亿年，延续了3500万年。生物界的主要特点是脊椎动物无颚类进一步发展和植物群中开始出现原始陆生植物裸蕨。海生无脊椎动物仍占重要地位，以单笔石的兴起，珊瑚类和腕足类的大量繁育为其特点。最早的呼气动物板足鲎类，如翼肢鲎（Pterygotus）等出现并达于极盛。由于志留纪浅海广布，各个海区互相沟通，使得动物群之间发生混生现象，所以志留纪动物分区现象已不明显。志留纪初，海水又进入我国，除华北及东北南部隆起为陆外，我国广大地区为海水所淹没。志留纪晚期海水普遍后退，在北欧及我国华南等一些地区发生了强烈的加里东运动。

【志留系】　Silurian System　志留纪形成的地层称为志留系。志留系在波罗的海的哥特兰岛发育较好。故曾称哥特兰系（Gotlandian）。志留系分为下、中、上三个统，在西欧（英国）下、中、上三个阶或统分别称为瓦伦（Valentian）或兰多维列（Llandoverian）、温洛克（Wenlockian）和罗德洛（Ludlovian）。目前把英国志留系与泥盆系之间的过渡层——含鱼化石的当顿阶置于志留系。故在捷克斯洛伐克波希米亚地区，在罗德洛阶之上还建立普列多里阶。我国志留系以华中、西南区发育较好。笔石相及介壳相均发育。长江下游以宁镇山脉为例，志留系下部为笔石页岩，中部为壳相砂页岩，上部为砂岩可能属介壳相。湘粤桂区，志留系发育不全，均为笔石页岩。西北区志留系以祁连山区发育较好，一系三分明显，下部为笔石页岩，中部为珊瑚灰岩与页岩互层，上部为红色砂岩。东北、内蒙区志留系以吉林中部和小兴安岭发育较好，为碎屑岩夹珊瑚礁灰岩。西藏区志留系发育较全，为笔石页岩和珊瑚灰岩。火山岩相以滇西保山地区为代表。沉积矿产有川北、皖南、滇东、甘肃南部志留系中的煤、苏南中志留统的磷，滇东上志留统的铝土矿等。

【哥特兰纪】　Gotlandian Period　哥特兰纪一名源自波罗的海瑞典的哥特兰（Gotland）岛。由于志留系在这个岛发育较好，因而欧洲有些地区称志留纪为哥特兰纪。又译果特兰纪。

【哥特兰系】　Gotlandian System　是“志留系”的同义名，现多已废弃。

【瓦伦阶】　Valentian stage　是兰多维列阶（Llandoverian stage）的同义名，为英国下志留统的一个阶。瓦伦阶一名源自苏格兰南部一古代省名瓦伦（Valentia）。

【兰多维列阶】　Llandoverian stage　位于奥陶系阿什极阶之上，中志留统温洛克阶以下，为英国下志留统的一个阶。兰多维列阶一名源自英国南威尔士的兰多维列（Llandovery district）。

【温洛克阶】　Wenlockian stage　位于兰多维列阶之上。罗德洛阶以下，为英国中志留统的一个阶。温洛克阶一名源自英国希洛普郡的温洛克（Wenlock）。

【罗德洛阶】　Ludlovian stage　位于温洛克阶之上，泥盆系吉丁阶以下，为英国上志留统的一个阶。罗德洛阶一名源自英国希罗普郡的罗德洛（Ludlow）。

【普列多里阶】 Pridolian stage 位于罗德洛阶之上，是欧洲志留系顶部的一个阶。普列多里阶一名源自波希米亚的普列多里（pridoli），在英国叫当顿阶（Downtonian）。

【龙马溪统】 曾是中国南方下志留统的专名，并与英国的兰多维列统相比，龙马溪统原仅包括龙马溪组（1962），但经过近年来的研究证明应包括三峡区的龙马溪组、罗惹坪组和纱帽群的下部。

【罗惹坪统】 曾是中国南方中志留统的专名，并与美国的温洛克统相比。罗惹坪统一名源自三峡区的罗惹坪组。经过近年来的研究证明罗惹坪组不属中志留统（温洛克统）而属下志留统（兰多维列统），因此罗惹坪统一名已失去其意义，应予废弃。但目前对罗惹坪组的时代问题，还有争论。

【纱帽统】 曾是中国南方上志留统的专名，并与英国的罗德洛统相比。纱帽统一名源自三峡区的纱帽群。经过近年来的研究证明纱帽群下部属下志留统（兰多维列统），而其中上部则属中志留统（温洛克统），因此纱帽统一名已失去其意义，应予废弃。但目前对纱帽群的时代问题，还有争议。

【观音桥组】 属下志留统底部，分布于西南地区如川、鄂、黔等省。最初命名地点在四川綦江观音桥，本组为浅海相介壳相灰岩、泥灰岩，含赫南特贝（Hirnantia）动物群。厚度由不到一米至数米不等。与下伏奥陶系为连续沉积。由于赫南特贝动物群过去只发现于欧洲地区，均置于阿什极阶（Ashgillian）上部，属晚奥陶世晚期。因而观音桥组应属上奥陶统。但在湄潭牛场、五里坡、兴隆重场等地，当志留系超覆于晚奥陶世以前的地层之上时，志留系底部也有一套以腕足类（与赫南特贝动物群不同）、三叶虫小达尔曼虫（Dalmanitiua）为主的介壳相地层，其中还发现有早志留世笔石，应属下志留统。在陕西南郑剖面，小达尔曼虫与志留纪笔石共生，因此含小达尔曼虫的南郑页岩应为志留系底部。另外一种情况是，在贵州桐梓红花园，小达尔曼虫层下部与奥陶纪笔石共生，上部与志留纪笔石共生，小达尔曼虫层应为过渡层。看来小达尔曼虫层的情况复杂，可能为从奥陶系至志留系的过渡层，有待进一步研究。

【龙马溪组】 旧称“龙马溪页岩”，后曾称“龙马溪群”，原代表下志留统，后经厘定和限制，改属下志留统下部。分布于华中、西南区的四川、湖北、贵州、湖南等省。最初命名地点在湖北秭归县新滩龙马溪。本组为海相含粉砂泥质沉积。根据岩性和笔石群性质，分为上下两部。下部为黑色笔石页岩，上部为蓝灰色、黄绿色泥质或粉砂质页岩，含少量笔石。在宜昌大中坝剖面中，本组含相当雕刻雕笔石（Glyptograptus persculptus）带至赛氏单笔石（Monograptus sedgwicki）带的笔石群，厚 488 米。与下伏上奥陶统观音桥组为整合关系。

【龙马溪页岩】 “龙马溪组”的旧称。

【罗惹坪组】 时代属早志留世中期。目前对其时代，尚有争议。分布于湖北宜昌一带。最初命名地点在宜昌县罗惹坪（现名大中坝）。本组为浅海相泥质灰质沉积。根据岩性和生物群可分为上下两部。下部为黄绿色泥岩夹灰质泥质粉砂岩，产单栅笔石，

(Monoclimacis)、雕笔石（Glyptograptus)、假栅笔石、(Pseudoclimacograptus)、斯特兰贝（Stricklandia)、似密珊瑚（Densiphylloides)、翼斜视虫（ptilillaenus）等化石，厚161米。上部为黄绿色灰质泥岩、泥灰岩夹薄层灰岩，产古珊瑚（palaeophyllum)、爪珊瑚（Onychophyllum)、根珊瑚（Rhizophyllum)、链珊瑚（Halysites)、镣珊瑚（Catenipora)、斯特兰贝、北塔贝（Beitaia)、“五房贝”(“Pentamerus”)、花瓣海百合（Petalocrinus)、单栅笔石（Monoclimacis）等化石，厚137米。本组共厚298米。与下伏龙马溪组为整合关系。旧称之罗惹坪群仅相当于本组的上部。本组下部即为过去的龙马溪群的上部混合相地层。本组与贵州的香树园组和雷家屯组下部大致相当。

【纱帽群】 时代原属晚志留世，后经厘定应属早志留世晚期至中志留世。目前对其时代问题，仍有争议。分布于鄂西峡区。最初命名地点在湖北宜昌罗惹坪北的纱帽山。本群为浅海相泥砂质沉积，可以分为上中下三个部分。纱帽群下部，为下志留统上部，以黄绿色页岩为主夹泥质粉砂岩和砂岩，产花瓣笔石（Petalolithus)、半耙笔石（Demirasfrites)、宽蚜头虫（Latiproetus)、似彗星虫（Encrinu－roides）及腕足类等化石，厚94米。与下伏罗惹坪组为整合关系。大致相当于贵州东北的雷家屯组的中上部。纱帽群中部，为中志留统下部，以黄绿色泥岩、页岩及灰绿色粉砂岩为主，底部为1.8米的紫红色泥岩，产网栅笔石（Retiocimacis)、高滩虫（Gaotania)、核螺贝（Nucleospira）等化石，厚356米。纱帽群上部，为中志留统上部，以灰绿色砂岩为主，交错层理发育。厚193米。与上覆中泥盆统云台观组呈假整合接触。本群的顶界较贵州东北、四川东南的秀山组和贵州北部的韩家店群的顶界要低。

【香树园组】 时代属早志留世中晚期。分布于贵州北部和东北部。最初命名地点在贵州石阡县西北五公里的香树园附近。本组为海相泥质灰质沉积，以黄褐、蓝灰色瘤状泥灰岩、生物灰岩为主，产北塔贝（Beitaia)、小轭螺贝（Zygospiraella)、拟壳房贝（Paraconchidium)、似密珊瑚（Densiphylloides)、角星珊瑚（Ceriaster）以及海百合茎等化石。厚76米。与下伏龙马溪组为整合关系。

【雷家屯组】 时代属早志留世晚期。分布于贵州北部和东北部，湖南石门、湖北宣恩等地。最初命名地点在贵州石阡县西北六公里的雷家屯阳近。本组为浅海相泥质灰质沉积，以黄绿色页岩夹生物灰岩为主，产喇叭珊瑚（Codonophyllum)、十字珊瑚（Stauria)、短板珊瑚（Brachyelasma)、斯特兰贝（Stricklandia)、核螺贝（Nucleospira)、花瓣海百合等化石，页岩中还产少量早志留世笔石。厚约80米。与下伏香树园组为整合关系。

【溶溪组】 时代属中志留世早期。分布于贵州东北、四川东南、湖北西南、湖南西北等地。最初命名地点在四川秀山县溶溪东南约六公里的溶溪－秀山公路旁。本组为浅海相泥沙质沉积，以紫红、灰绿等杂色页岩、泥岩夹粉砂岩为主，豆海百合（Pisocrinus)、湖南笔石（Hunanodendrum)、纳里夫金贝（Nalivkinia）等化石、厚267米。与下伏的下志留统为整合关系。本组曾命名为白沙组，后改称此名。

【白沙组】　“ 溶溪组 ” 的旧称。

【秀山组】　时代属中志留世晚期。　分布于贵州东北、湖南西北、四川东南、湖北西南等地。最初命名地点在四川秀山县□星哨西北约四公里附近的公路旁。本组为浅海相泥砂质、灰质沉积，以黄绿、灰绿色页岩为主夹砂岩、瘤状泥灰岩。在上部的瘤状泥灰岩、灰质页岩中产孔笔石（Stomatograptus）、单笔石（Monograptus）、四川角石（Sichuanoceras）、王冠虫（Coronocephalus）、核螺贝、豆海百合等化石。厚 617 米。与下伏溶溪组为整合关系。贵州桐梓韩家店的韩家店群除下部（紫色页岩以下）划入下志留统外，其余部分可与溶溪组和秀山组中下部相当。亦即韩家店群的顶界较低。

【韩家店群】　见 “ 秀山组 ” 和 “ 纱帽群 ”。

【□星哨组】　时代属晚志留世，分布于贵州石阡、印江、四川秀山等地。最初命名地点在四川秀山县□星哨附近。本组为浅海相泥砂质沉积，以紫红、黄绿色泥质粉砂岩为主，产大甲类翼肢鲎（Pterygotus）及腹足类等化石。厚 118 米。与下伏秀山组为整合关系，与上覆泥盆系（?）黄绿色粉砂岩、石英砂岩为假整合接触。

【石器坡群】　时代属早志留世中晚期至中志留世早期，分布于西藏南部珠穆朗玛峰地区聂拉木县甲村一带。最初命名地点在聂拉木县甲村石器坡。本群为浅海相沉积。根据岩性和化石，可以划分为上下两个组：石器坡群下组，底部为砂岩，中部为黑色笔石页岩，富含正常栅笔石（Climacograptus normalis）、锯形单笔石（Monograptus priodon）等，上部夹有珊瑚灰岩并产头足类。粗壮檐角石（Geisonoceras robustum）、伏角石（Columenoceras）、宽大柯柏宁角石［Michelinoceras（Kopaninoceras）capax］，及蜂巢珊瑚（Favosites）等。厚 90 米。石器坡群上组为深灰色砂质石灰岩夹深灰色页岩，产笔石：犁头单栅笔石亚细长变种，（Monoclimacis vomerina subgracilis）、可疑锯笔石（Pristiograptus dubius）和头足类适意柯柏宁角石［Michelinoceras（Kopeninoceras）jucundum］等。由于上部为断层所截，仅存厚度 46 米。与下伏上奥陶统红山头组为整合接触，其上与下泥盆统凉泉组为断层接触。

【连滩组】　旧称 “ 连滩页岩 ”，时代属早志留世，分布于广东郁南县连滩圩的文头山。本群为海相泥质沉积，根据岩性分为三部：下部黄绿色板状页岩，中部灰色至深灰色页岩，上部黑色页岩，富含笔石，自下而上共分八个笔石带：①雕刻雕笔石（Glyptograptus aff. persculptus）带，②曲背锯笔石（Pristiograptus cyphus）带，③三角半耙笔石（Demirastrites triangulatus）带，④盘旋半耙笔石（Demirasfrites convolutus）带，⑤赛氏单笔石（Monograptus sedgwicki），带，⑥下倾卷笔石 – 最大耙笔石（Streptograptus runcinatu – Rasfrites maximus）带，⑦卷曲卷笔石（Streptograptus crispus）带，⑧格雷斯顿单栅笔石（Monoclimacis cf. grieston ensis）带。最下两个化石带因笔石标本保存不好，未定名，可能代表从雕刻雕笔石（Glyptograptus Persculptus）带至曲背锯笔石（Pristiograptuscyphus）带。后来（1939）。曾获得曲背锯笔石，证明此带的存在，共厚 200 米。本群与下伏奥陶系望江楼组为整合接触。

【连滩页岩】　“连滩组”的旧称。

【文头山组】　旧称“文头山页岩”，时代属中志留世，分布于广东西部。最初命名地点在广东郁南县连滩圩附近的文头山，文头山组系从原来的连滩页岩中分出来的。本组为海相泥质沉积，由浅灰及深灰色较厚层的页岩组成，富含笔石，共含两个笔石带：上部瑞卡顿单笔石（Monograptus criceartonensis）带，下部莫氏弓笔石（Gyrtograptus murchisoni）带，共厚10—20米。本组与下伏连滩群为整合关系。上部为断层所切，仅代表中志留统下部，未见中志留统上部及上志留统。

【文头山页岩】　“文头山组”的旧称。

【高家边组】　旧称“高家边页岩”时代属早志留世，分布于宁镇山脉一带。最初命名地点在江苏句容县仑山附近的高家边村。本群为海相笔石页岩沉积，由黄、绿色页岩及砂质页岩组成。富产笔石化石，综合各地笔石化石自下而上共分四个笔石带：①向上尖笔石（Akidograptus ascensus）带，②轴囊束笔石（Cysto – graptus vesiculosus）带，③曲背锯笔石（pristiograptus cyphus）带，④李氏锯笔石（Pritiograptus leei）带。总厚131米。与下伏上奥陶统五峰组可能为假整合（?）接触。在皖南于向上尖笔石带之下尚有雕刻雕笔石（Glyptograptuspersculptus）带。

【高家边页岩】　“高家边组”的旧称。

【坟头组】　时代属中志留世，分布于宁镇山脉。最初命名地点在南京汤山附近的坟头村旁。本群为海相泥沙质沉积，为黄绿色砂岩及砂质页岩夹含锰磷块岩，产王冠虫（Coronocephalus rex）、丁氏始石燕（Eospoirifer tingi）及瓣鳃类沿边后直蛏（Orthonota perlata）等。出露厚度约120米。与下伏高家边群为整合关系。坟头群的时代最初认为属中、晚志留世，但根据沿边后直蛏化石，应属中志留世。

【肮脏沟组】　旧称“肮脏沟统”，时代属早志留世晚期，分布于祁连山北麓。最初命名地点在甘肃玉门西部肮脏沟一带。本组为海相笔石页岩沉积，由黑色页岩与灰色粉砂岩互层所组成，底部未出露，富产笔石化石。自下而上共分三个笔石带；①塔形螺旋笔石（Spirograptus turriculatus）带，②卷曲卷笔石（Streptograptus crispus）带，③格雷斯顿单栅笔石（Monoclimacis griestoniensis）带。过去在西哈子沟采得弓笔石（cyrtograptus sP·）及犁头单栅笔石（Monoclimacis vomerina）。在层位上可能相当于捷克的螺旋奥氏笔石（Oktavites spiralis）带。出露厚度2220米。底部未出露，与下伏岩系关系不明。

【泉脑沟山组】　过去误称“老沟山统”。时代属中志留世，分布于祁连山北麓。最初命名地点在甘肃玉门泉脑沟山。本组为海相碳酸盐及泥沙质沉积，由灰绿色、紫色粉砂岩及砂质页岩与泥灰岩互层组成，富产珊瑚化石，有古巢珊瑚（Palaeofavosites）、中巢珊瑚（Mesofavosites）及福培氏蜂巢珊瑚（Favosites forbesi）等。厚1098米。与下伏肮脏沟组为整合关系。

【老沟山组】 即“泉脑沟山组”的误称。

【旱峡组】 旧称“旱峡统”。时代属晚志留世。分布于祁连山北麓。最初命名地点在甘肃玉门旱峡。本组为海相砂质沉积，由紫红色粉砂岩及细砂岩组成，产珊瑚化石旱峡古巢珊瑚（Palaeofavosites hanhsiaensis）及三叶虫小缨盾壳虫［Scutellum（Thysanopeltella)］等。共厚2885米，顶部被断层所截。与下伏泉脑沟山组为整合接触。

【黄花沟组】 时代为早志留世，分布于黑龙江省小兴安岭西北部。最初命名地点在小兴安岭西北部的黄花沟附近。本组为浅海相碎屑沉积，由页岩、泥质粉砂岩夹砂岩组成，产腕足类似戟贝（未定种）（Chonetoidea sP·)、裸无洞贝（未定种）（Lissatrypasp·）等。厚约500米。本组与下伏上奥陶统裸河组和上覆中志留统八十里小河组均为整合接触。

【八十里小河组】 时代为中志留世，分布于黑龙江省小兴安岭西北部。最初命名地点在小兴安岭西北部的八十里小河一带。本组为浅海相碎屑沉积，由硬砂岩、凝灰质砂岩、粉砂岩夹石英砂岩组成，产腕足类纳里夫金贝（未定种）（Nalivkinia sp·)、腔螺贝（未定种）（Coelospira sp·)、薄扭贝（未定种）（Leptostrophia sp·）及拉科夫斯基图瓦贝（Tuvaella rackovskii)，厚约600米。本组与上覆上志留统卧都河组为整合接触。

【张家屯组】 时代为中志留世，分布于吉林省中部。最初命名地点在吉林省永吉县张家屯附近。本组为浅海相碎屑沉积，由粉砂质泥岩、粉砂岩夹凝灰岩组成，产腕足类光褶条纹石燕贝·（Striispirifer acuminiplicatus)、格雷埃吉尔贝（Aegiria grayi)、小萨罗普贝（Salopina minuta)、贵州薄扭贝（Leptostrophia guizhouensis）等，厚约700米。与下志留统桃山组及上志留统二道沟组的关系不清楚。

【卧都河组】 时代为晚志留世，分布于黑龙江省小兴安岭西北部。最初命名地点在小兴安岭西北部的卧都河一带。本组为浅海相碎屑沉积，根据岩性可分为三部：下部为砂岩、砾岩夹粉砂岩，产大图瓦贝（Tuvaella gigantea)、拉科夫斯基图瓦贝（Tuvaella rackovskii)；中部为粉砂质页岩；上部由石英砂岩和粉砂岩互层组成，产腕足类大图瓦贝、中华高面石燕（Tannuspirifer sinensis)、双叶双腔贝（Dicoelosia biloba）及达尔曼珊瑚（未定种）（Dalmanophyllum sp·)。共厚约270米。本组与上覆下泥盆统泥鳅河组为不整合接触。

【二道沟组】 时代为晚志留世，分布于吉林省中部及辽宁省西北部。最初命名地点在吉林省中部永吉县二道沟附近。本组为浅海相碎屑及碳酸盐沉积。根据岩性分为上下两部分：下部由粉砂岩夹石灰岩透镜体组成，产杉山氏勺板珊瑚（Spongophyllum sugiyamai)、漏斗状蕈珊瑚（Mucophyllum infundibula)、扁平根珊瑚（Rhizophyllum applanatum)，吉林鳞巢珊瑚（Squameofavosites jilinensis） 及三叶虫布氏隐头虫（比较

种）（Calymene cf. blumenbachi）等；上部由钙质、硅质粉砂岩、页岩夹石灰岩透镜体组成，产腕足类刺饰独雕贝（Idioglyptus stigmatus）及三叶虫中华慧星虫（Encrinurus sinicus），双耳小耳虫凸边亚种（Otarion diffractum conveximargnatum）珊瑚永吉似灌木孔珊瑚（Parathamnopora yongjiensis）等。共厚千余米。与中志留统张家屯组的关系不明。

【龙山群】　旧称“龙山系”，时代为前泥盆纪，广泛分布于湖南、广西、江西、广东一带。最初命名地点在广西贵县北龙山墟。本群为一套浅变质岩系包括各色千枚岩，千枚状页岩、石英岩，石英砂岩及板岩等，厚度自几百米至千米以上。自五十年代后期从其中找到笔石化石以来，近年又在各地陆续找到各门类的重要化石，现已进行了详细分层，分别归入寒武系、奥陶系和志留系。“龙山群”一名已逐渐废弃不用。

【泥盆纪】　Devonian Period　古生代第四个纪。“泥盆”一名来自英国西南的泥盆郡（Devonshire），由于这一时期的地层首先在此地研究，故就地取名（Sedgewick 及 Marchison 1839）。日文音译，我国沿用。泥盆纪开始于距今 4.05 亿年，延续了 5500 万年。本纪分为早、中、晚三个世。由于志留纪末加里东运动的影响，促进了泥盆纪生物界的重大变化。陆生植物进一步发展，早、中泥盆世以裸蕨植物（psilophyta）为主。早泥盆世后期出现了原始石松类，中泥盆世出现了原始鳞木（Protolepidodendron）、原始楔叶类和原始真蕨类，至晚泥盆世出现了原始石松类的斜方薄鳞木（Leptophloeum rhombicum）和裸子植物的古蕨羊齿（Archaeopteris）。海生动物中的正笔石类中只有单笔石延续到早泥盆世，三叶虫大量减少，而四射珊瑚进一步发展，如早至中泥盆世广泛分布的拖鞋珊瑚（Calceola）；腕足类中石燕类极为繁育，穿孔贝类的鸮头贝（Stringocephalus）在中泥盆世分布也很广泛。原始菊石类出现了，如晚泥盆世的瘤角石类和海神石类。竹节石和牙形石也很发育。由于无颌类和盾皮鱼类等鱼形动物大量繁育，故又称泥盆纪为“鱼类时代”，如中泥盆世的沟鳞鱼（Bothriolepis）等。它是由一类总鳍类变化而产生的最原始的两鳍类。泥盆纪大西洋动物群与印度太平洋或南太平洋动物群没有多大差别，可以合称为欧亚古地中海动物区。由于加里东运动的结果，北欧格罗平地槽区褶皱隆起，形成了广大陆地，并堆积了陆相“老红砂岩”。当时海水主要集中在古地中海区，向北进入乌拉尔海槽，泛滥于俄罗斯地台、捷克摩拉维亚、德国莱茵区、法国北部、英国南部。向东经喜马拉雅、昆仑、南天山海槽，直达华南。这个生物区，在早至中泥盆世，以含有拖鞋珊瑚和鸮头贝为其特征，其范围远及北美西部。北美东部的泥盆纪动物群与我国东北北部、内蒙、北天山、苏联西伯利亚东南部所产者相近，以不含拖鞋珊瑚和□头贝为其特征，应属北极太平洋区或北太平洋区。至晚泥盆世，海水互通，以尖棱菊石海神石为代表的动物群，广泛分布。

【泥盆系】　Devonian System　泥盆纪形成的地层称为泥盆系。它又可分为下、中、上三个统。中国泥盆系共有七（八）个阶，分属三个统，下泥盆统包括莲花山阶、那高岭阶和郁江阶；中泥盆统包括北流阶和东岗岭阶或四排阶、应堂阶；上泥盆统包括佘田桥阶和锡矿山阶。泥盆系的模式地区虽在英国泥盆郡，但那里的海相泥盆系很难详细分层，而在法、比两国接境地区和德国莱茵地区则发育最全，研究较详，是欧洲海相泥盆系分层对比的典型地区。在上述典型地区泥盆系共分六个阶，分属三个统，但对下、中泥盆统的界线仍有争议。一般下泥盆统有吉丁阶（Gedinnian）、西根阶（Siegenian）和艾姆斯阶（Emsian），中泥盆统有艾菲尔阶（Eifelian）或考文阶（Couvinian）和吉韦特阶（Givetian），上泥盆统有弗拉斯阶（Frasnian）和法门阶（Famenian）。西欧泥盆系有海相和陆相（老红砂岩）之分。我国南方泥盆系一般分为陆相－滨海相和浅海－半深海相两种类型。陆相－滨海相沉积主要由碎屑岩类构成，其中含有鱼类和植物化石。如我国南方泥盆纪早期陆相－滨海沉积（莲花山组、翠峰山组等）和中、晚泥盆世滨海相沉积以及我国东南地区晚泥盆世陆相沉积。浅海－半深海相又分为象州型和南丹型。象州型代表近岸、富氧环境下的海相沉积，广泛分布于我国南方，以广西中部象州等地的中泥盆统和湖南中部的上泥盆统为代表，沉积以泥质、灰质为主，其中富含底栖固着生物如层孔虫、珊瑚、腕足类等。南丹型代表远岸、缺氧环境下的海相沉积，分布也很广泛，以广西南丹罗富的泥盆系为代表，沉积以灰黑色泥质、硅质为主，其中富含漂浮和游泳生物，如竹节石、菊石、三叶虫、介形虫等。西藏珠穆朗玛峰地区的单笔石、竹节石动物群也属南丹型。西北地区既有海相砂泥质沉积夹酸性火山岩系，也有陆相石英砂岩和砾岩。东北北部出露海相泥盆系，岩性为硬砂岩、砂岩、页岩夹火山岩系。华北及东北南部仍高出海面为一古陆，未接受沉积。沉积矿产有铁、锰、石油、石灰岩、白云岩、耐火粘土、玻璃原料等。

【云南统】　曾是中国南方陆相下泥盆统的专名。因云南的下泥盆统较为发育而得名。云南统以含有多鳃鱼－云南鱼（Polybranchiaspis – Yunnanolepis）化石群及云南工蕨－镰蕨（Zost – erophyllum yunnanicum – Drepanop – hycus spinaeformis）植物组合为其特征。

【广西统】　曾是中国南方中泥盆统的专名。因广西的中泥盆统较为发育而得名。广西统以含有箕底贝（Zdimir）、□头贝（Stringocephalus）等为其特征。

【湖南统】　曾是中国南方上泥盆统的专名。因湖南的上泥盆统较为发育而得名。湖南统以含有尖棱菊石（Manticoceras）、小云南贝（Yunnanellina）等为其特征。

【象州型】　Xiangzhou type　是中国南方海相泥盆系的一种近岸、富氧环境下的浅海沉积类型。分布较广，以广西中部象州、二塘及横县六景、郁江沿岸的中泥盆统和湖南中部的上泥盆统为代表。岩性以泥岩、泥灰岩、石灰岩、白云岩及砂质泥岩为主，并夹砂岩。化石丰富，多为底栖固着类型，如层孔虫、珊瑚、腕足动物、苔藓虫及海百合等，并伴生瓣鳃类、鹦鹉螺、腹足类、介形类、竹节石等。

【南丹型】 Nantan type 是中国南方海相泥盆系的一种远岸、缺氧、水体平静的海盆地沉积类型，以广西南丹罗富的中、上泥盆统为代表。岩性以黑色，深灰色泥岩，粘土岩及黑灰色硅质粘土岩、泥岩及泥质条带状灰岩为其特点。化石组合以漂浮和游泳的笔石、竹节石、菊石为主，并伴有三叶虫、介形虫及少数腕足类等。

【莲花山阶】 是中国南方下泥盆统最底部的一个阶。莲花山阶以含有亚州棘鱼（Asiacanthus）、云南鱼（Yunnanolepis）等为其特征。

【那高岭阶】 位于莲花山阶之上，郁江阶以下，是中国南方下泥盆统的一个阶。那高岭阶以含有腕足类东方石燕（Qrientospirifer）、广西小咀贝（Kwangsirhynchus）等为其特征。

【郁江阶】 位于那高岭阶之上，北流阶以下，是中国南方下泥盆统的一个阶。郁江阶包括两个四射珊瑚组合和两个腕足动物组合，以含有双腹扭形贝（Dicaelostrophia）、似耙珊瑚（Xystriphylloides）等为其特征。相当于郁江期晚期的南丹型地层中的菊石为松卷菊石（Anetoceras）、厄本菊石（Erbenoceras）等，竹节石为巴朗德塔节石（Nowakia barrandei）等。

【北流阶】 位于郁江阶之上，东岗岭阶以下，是中国南方中泥盆统的一个阶。北流阶包括两个四射珊瑚组合和两个腕足动物组合，以含有箕底贝（Zdimir）、大扭贝（Megastrophia）等为其特征。相当于北流期的南丹型地层中的菊石为无角菊石（Agoniatitres）、扁窄菊石（Pinacites）等，竹节石为李克特塔节石（Nowakia richteri）等。

【四排阶】 是我国南方泥盆系郁江阶之上，应堂阶以下的一个阶。与欧洲的兹利科夫阶（zlichovian）或上埃姆斯阶（Emsian）可以大致相比；但另外一种意见则认为应与艾菲尔阶（Eifelian）下部相比。四排阶含有一个以展翼状阔石燕为特征的腕足类动物群，奇形舒家坪阔石燕（Euryspirfifer Paradoxus shujiapingensis）、广西阔石燕（Euryspirifer kwangsiensis）、大乐耳石燕（Otospirifer daleensis）等。还有四射珊瑚泡沫桌珊瑚（Trapezophylloides Cystosum）等。在桂西南丹四排阶则相变为以菊石、竹节石为主的黑色泥岩相（塘丁组）。它含有松卷菊石—厄本菊石（AnetocerasErbenoceras）群，竹节石极为丰富，其中有巴氏塔节石（Nowakia barrandei）、兹利科夫塔节石比较种（Nowakia cf. zlichovensis）等。四排阶一名源自广西鹿寨县的四排圩。

【应堂阶】 是我国南方泥盆系四排阶之上，东岗岭阶以下的一个阶。与欧洲的艾菲尔阶大致可以相比。最初命名地点在广西象州县大乐公社的应堂村。应堂阶在广西象州和贵州独山均含有两个腕足类化石带：下带冯氏奇石燕（Xenospirifer fongi）带，上带猴儿山巅石燕（Acrospirifer houershanensis）带。四川龙门山养马坝组，贵州西部罐子窑组和广西北流贵塘组含有 Zdimir 的层位可能代表应堂阶的最高层位。四射珊瑚主要有杯珊瑚（Cyathophyllum）、细隔壁不全珊瑚（Atelophyllum graciliseptatum）等。在桂西南丹本阶则相变为以菊石、竹节石为主并含有大量三叶虫的黑色泥岩相（纳标组）。根据菊石分为两个带：下部非古菊石（Anarcestes）带，其中含有格子塔节石

（Nowakia cancellata）、袖珍塔节石（N. richteri），三叶虫横宽镜眼虫（Phacops transversalis）等；上部朱莱扁窄菊石（Pinacites juguleri）带，其中含少肋塔节石（Nowakia sulcata），三叶虫东方斜曲形虫（Oyphaspidesorientalis）等。

【东岗岭阶】 位于北流阶之上，佘田桥阶以下，是中国南方中泥盆统的一个阶。东岗岭阶包括三个腕足动物组合，以含有布哈丁（Bornhardtina）、鸮头贝（Stringocephalus）等为其特征。相当于东岗岭期的南丹型地层中含奥吐马塔节石（Nowakia otomari）。陆相地层中富含沟鳞鱼（Bothriolepis），轮藻化石：波氏雷形轮藻（Chovanella burgese）、西藏直立轮藻（Syudium xizhangenese）、瓶状直立轮藻（Sycidium lagenarium）等。

【佘田桥阶】 位于东岗岭阶之上，锡矿山阶以下，是中国南方上泥盆统的一个阶。佘田桥阶以含有尖棱菊石（Manticoceras）、弓古燕（Gyrtospirifer）等为其特征。

【锡矿山阶】 位于佘田桥阶之上，是中国南方上泥盆统顶部的一个阶。锡矿山阶以含有云南贝（Yunnanella）、小云南贝（Yunnanellina）等为其特征。相当于锡矿山期的南丹型地层中含有西欧法门期的乌克曼菊石（Wocklumeria）、格拉子菊石（Glatziella）、宇宙海神石（Kosmoclymenia）等。

【老红砂岩】 Old Red Sandstone 老红砂岩指欧洲的泥盆纪陆相红层。它的典型地区在苏格兰、广泛分布于西北欧，包括爱尔兰苏格兰、英格兰、斯堪的纳维亚和苏联波罗的海沿岸地区。它是一种陆相沉积，以红色砂岩、砾岩和页岩为主，富产鱼类化石等。

【吉丁阶】 Gedinnian Stage 位于志留系普列多里阶之上，泥盆系西根阶以下，是欧洲下泥盆统最底部的一个阶。吉丁阶一名源自比利时的热丁那（Gedinne）。

【柯布兰兹阶】 Coblenzian Stage 位于吉丁阶之上，艾菲尔阶以下，是欧洲下泥盆统上部的一个阶。柯布兰兹阶一名源自德国的柯布兰兹（Coblence）。包括下部西根亚阶（Siegenian substage）和上部艾姆斯亚阶（Emsian substage）。目前多把上述亚阶改为阶一级，而不再使用柯布兰兹阶。

【西根阶】 Siegenian Stage 位于吉了阶之上，艾姆斯阶以下，是欧洲下泥盆统中部的一个阶，以产始巅石燕（Acrospirier primaevus）为其特征。西根阶一名来源于德国的西根（Siegen）。

【艾姆斯阶】 Emsian Stage 位于西根阶之上，艾菲尔阶以下，是欧洲下泥盆统顶部的一个阶，以产阿登阔石燕（Eurysptrifer arduenensis）为其特征。艾姆斯阶一名源自德国的艾姆斯（Ems）。

【考文阶】 Convinlan stage 是比利时中泥盆统下部的一个阶，与艾菲尔阶大致相当。考文阶一名源自比利时的考文（Couvin）。

【艾菲尔阶】 Eifelian stage 位于艾姆斯阶之上，吉维特阶以下，是欧洲中泥盆统下部的一个阶，以富产拖鞋珊瑚（Calceola）为其特征。艾菲尔阶一名源自德国莱茵地区的艾菲尔（Eifei）。在比利时与艾菲尔阶大致相当的地层称为考文阶（Couvinian-stage）。

【吉维特阶】 Givetian stage 位于艾菲尔阶之上，弗拉斯阶以下，是欧洲中泥盆统上部的一个阶，以产出鹗头贝（Stringocephalus）为其特征。吉维特阶一名源自阿登莱茵地区的吉维（Givet）。

【弗拉斯阶】 Frasnian stage 位于吉维特阶之上，法门阶以下，是欧洲上泥盆统下部的一个阶，以产出尖棱菊石（Manticoceras）为其特征。弗拉斯阶一名源自比利时的弗拉斯（Frasne）。

【法门阶】 Famennian stage 位于弗拉斯阶之上，石炭系艾特隆阶以下，是欧洲上泥盆统顶部的一个阶，以产出唇菊石（Cheiloceras）、海神石（Clymenia）、乌克曼菊石（Wocklumeria）等为其特征。法门阶一名源自比利时的法门那（Famenne）。

【洛赫考夫阶】 Lochkovian stage 是捷克斯洛伐克下泥盆统最底部的一个阶，以含有三个笔石带，自下而上为：①均一单笔石（Monograptus uniformis）带、②前海西单笔石（Monograptus praehercynicus）带、③海西单笔石（Monograptus hercynicus）带，并含有拟塔节石（Paranowakia）等为其特征。洛赫考夫阶一名源自捷克斯洛伐克的洛赫考夫（Lochkov）。

【布拉格阶】 Praguian stage 位于洛赫考夫阶之上，兹利柯夫阶以下，是捷克斯洛伐克下泥盆统中部的一个阶，以产新单笔石（Neomonograptus）为其特征。布拉格阶一名源自捷克斯洛伐克的布拉格（Prague）。

【兹利柯夫阶】 Zlichovian stage 位于布拉格阶之上，艾菲尔阶以下，是捷克斯洛伐克下泥盆统上部的一个阶，以产兹利柯夫塔节石（Nowakia zlichovensis）、巴朗德塔节石（Nowakia barrandei）等为其特征。兹利柯夫阶一名源自捷克斯洛伐克的兹利柯夫（Zlichov）。

【钦州组】 时代属早泥盆世，大致相当于捷克斯洛伐克的洛赫考夫期至布拉格期。分布于广西钦州地区。最初命名地点在广西钦州。本组为笔石相沉积，下部产均一单笔石（Monogroptus uniformis），上部产育空单笔石（Monograptus yukonensis）。

【益兰组】 时代属早泥盆世中期，分布于广西南丹地区。最初命名地点在广西南丹县城以西20余公里的益兰附近。本组为浅海相沉积，以灰黑色碳质泥岩为主夹粉砂岩，厚84米，产东京阔石燕（Euryspirifer tonkinensis）、越南双腹扭形贝（Dicoelostrophia annamitica）、波扭贝（Cymostraphia）、拖鞋珊瑚（Calceola）等。与上覆塘丁组、下伏那高岭组均为整合关系。

【塘丁组】 时代属早泥盆世晚期，分布于广西南丹地区。最初命名地点在广西南丹县城以西20余公里的塘丁附近。本组为浅海相沉积，以灰黑、浅灰、紫灰色泥岩为主，厚311米，产直助松卷菊石（Anetoceras reticostatum）、扁形厄本菊石（Erbenoceras solitarium）、兹利柯夫塔节石（近似种）（Nowakia cf. zlichovensis）等。与上覆纳标组、

下伏益兰组均为整合关系。

【纳标组】 时代属中泥盆统早期，分布于广西南丹地区。最初命名地点在广西南丹县城以西20余公里的纳标附近。本组为浅海相沉积，以灰色碳质泥岩为主夹白色泥岩，产南丹边眼虫（Plagiolari an andanensis）、诺格拉宽异叶菊石［Anarcestes（Latanarcestes）naeggerati）、朱莱扁窄菊石（Pinacites jugleri）、利氏塔节石（Nowakia richter）、格子塔节石（Nowakia caincellata）等，厚141米。与上覆罗富组、下伏塘丁组均为整合关系。在南丹相当于纳标组的地层中产有丰富的塔节石，如格子塔节石（Nowakia cancellata）和利氏塔节石（N. richteri）。

【罗富组】 时代属中泥盆世晚期，分布于广西南丹地区。最初命名地点在广西南丹县城以西20余公里的罗富附近。本组为浅海沉积，以黑色泥岩与泥灰岩互层为主夹硅质岩，厚308米，含奥吐马塔节石（Nowakia otomari）等。与上覆响水洞组、下伏纳标组均为整合接触。

【响水洞组】 时代属晚泥盆世早期。最初命名地点在贵州南部长顺县代化东北1公里的响水洞。本组为远岸浅海或半深海沉积，岩性为燧石层夹硅质灰岩、炭质页岩等，厚约55米，含尖棱菊石（Manticoceras）等，与上覆代化组及下伏中泥盆统均为整合关系。

【代化组】 时代属晚泥盆世晚期，与西欧的法门期大致相当。分布于贵州南部的长顺、惠水、紫云等地。最初命名地点在贵州南部长顺县代化场附近。本组为远岸浅海或半深海弱还原沉积，岩性以扁豆状灰岩、碎屑灰岩、泥质条带状灰岩为主，厚152米。上部富产以海神石为主的菊石动物群，如扁球乌克曼菊石（Wocklumeriasphaeroides）、海伦格拉子菊石［Glatziella（Glutziella）helenae］、波纹宇宙海神石（Kosmoelymenia undulata）、松散菊石（Sporadoceras）及三叶虫小猎神虫（Dianops）等，下部产腕足类巴什基里杰都则克贝（Dzieduszyckia bischkirica）。与上覆下石炭统之间为假整合关系，与下伏响水洞组为整合关系。代化组与富含介形虫的尧梭组为同时异相。

【凉泉组】 时代属早泥盆世布拉格期，分布于西藏南部珠穆朗玛峰地区的聂拉木、定日、定结一带。最初命名地点在聂拉木县甲村北二公里凉泉附近。本组为海相泥质灰质沉积。根据岩性和化石分为下上两部，下部为灰色笔石页岩，含汤姆斯单笔石（Monograptus thomasi）、育空单笔石（Monograptus cf. yukonensis）、喜马拉雅新单笔石（Neomonograptus himalayensis）等。上部为灰色页岩与薄层灰岩互层，灰岩中产塔节石、尖锐塔节石（Nowakia acuaria），西藏居氏节石（Guerichina xizangensis）、亚光壳节石（Metastyliolina）、光壳节石（Styliolina）、准低环节石（Viriatellina）等。共厚40米，与下伏石器坡群上组为断层接触。

【波曲群】 时代属中至晚泥盆世，分布于西藏南部珠穆朗玛峰地区的聂拉木、定日、定结一带。最初命名地点在聂拉木县甲村北部波曲河中游附近。本群可能为滨海碎屑沉积，以灰色中厚层石英砂岩为主。仅顶部见有植物化石碎片，共厚256米。与下伏凉泉组为整合接触，与上覆下石炭统亚里组为连续关系。它与喜马拉雅西部木兹石英岩大体相当。

【莲花山组】 旧称“莲花山砂岩”，时代属早泥盆世早期，分布于广西境内，最初命名地点在广西贵县北龙山圩东的莲花山。本组为陆相碎屑堆积，以紫红色砂岩为主，上部夹少量紫红色泥岩，含鱼化石胴甲类计氏云南鱼（Yunnanolepis chu）、高氏亚洲棘鱼（Asiacanthus kaoi）等。厚约300米，与下伏前泥盆纪地层（龙山群）为不整合接触。

【莲花山砂岩】 “莲花山组”的旧称。

【那高岭组】 旧称“那高岭页岩”，时代属早泥盆世西根期。分布于广西境内。最初命名地点在广西横县六景圩北，霞义岭北的低垭上。本组为浅海相泥砂质，钙质沉积，以灰绿色泥岩为主，下部夹灰岩，顶部砂质增多，产腕足类那高岭东方石燕（Orientospirifer nakaolingensis）、广西无隔板槽贝（Aseptalium guangxiensis）。及珊瑚、竹节石等共厚140—150米。与下伏莲花山组为整合关系。

【那高岭页岩】 “那高岭组”的旧称。

【郁江组】 旧称“郁江建造”。属下泥盆统艾姆斯阶，分布于广西境内。最初命名地点在广西南宁市至横县六景圩的六景车站。本组为浅海相泥沙质沉积，根据岩性自下而上可分四段。①霞义岭段：岩性以灰色砂岩为主，夹薄层的砂质泥岩及泥岩，含拖鞋珊瑚（Calceola sandalina）、双腹扭形贝（Dicoelostrophia）及巅石燕（Acrospirifer）等。厚约80米。本段与产植物化石原鳞木（protolepidodendron scharyanum）的陆相小山砂岩相当，与下伏那高岭组似为整合接触；②石洲段：灰绿色钙质泥岩与泥灰岩互层，并经常横向变化为厚层石灰岩透镜体，含拖鞋珊瑚尘锐状亚种（Calceola sandalina accuminata），似耙珊瑚（Xystriphylloides），戈氏蜂巢珊瑚（Favosites goldfussi），腕足类双腹扭形贝（Dicoelostrophia）等，厚60—75米；③大联村段：深灰色至黑灰色中至厚层石灰岩夹泥灰岩，含珊瑚化石亚奇异石珊瑚（Lithophyllum submirabile）、腕足类巅石燕（Acrospirifer）等，厚9—20米；④六景段：灰绿色薄层砂质页岩夹泥灰岩，顶部泥岩富含铁质，含拖鞋珊瑚距形亚种（Calceola sandainarectangulata）等。厚30—60米。近年来在广西南丹、罗富、益兰一带，在郁江组含东京巅石燕（Acrospirifer tonkinensis）和双腹扭形贝（Dicoelostrophia）层之上，发现了欧洲早泥盆世的标准菊石分子松卷菊石（Anetoceras、厄本菊石（Erbenoceras）以及捷克波希米亚下泥盆统上部兹利科夫层（Zlichov）的塔节石，说明郁江组应属下泥盆统艾姆斯阶（下部）。

【郁江建造】 “郁江组”的旧称。

【北流组】 时代属中泥盆世艾菲尔期，分布于广西中南部。最初命名地点在广西南部北流县城北2公里的大风门至暗螺岭一带。本组为浅海相沉积，根据岩性自下而上可分为三段：①黄麝山段：深灰色厚层白云岩，厚329米，含通孔珊瑚（Thamnoporasp.）。②贵塘段：泥质灰岩及含燧石灰岩，厚368米，以含箕底贝（Zdimir）为特征；其它尚有贵塘刺珊瑚（Acanthophyllum gueitangense），泡沫桌珊瑚（Trapezophyllum cystosum）、原巢珊瑚（pachyfavosites ertangensis）等。③鸭壤段：由薄层至中层灰岩及泥灰岩组成，底部为一层厚9米的砂岩，共厚107米，含冯氏巅石燕（Acrospirifer fongi）、泪瘤古准石燕（Eospiriferina lachrymosa），还含乌塔拉图珊瑚（Ut-

aratuia）等。北流组与下伏郁江组关系不明，与其上覆东岗岭组为整合接触。

【东岗岭组】 旧称“东岗岭建造”或“东岗岭灰岩”，时代属中泥盆世吉维特期，分布于粤北及广西境内。最初命名地点在广西象州县以东约2公里的东岗岭（又名斗蓬岭）。但象州一带，东岗岭组出露不全，而在武宣县二塘圩东北的六峰山一带，东岗岭组发育好，出露全，可作为标准剖面。本组为浅海相灰岩沉积。根据岩性及化石自上而下可分三段：上部，福隆段，以泥灰岩为主，夹有泥岩，顶部多为厚层灰岩，底部常有一层钙质砂岩，含内板珊瑚（Endophyllum）及鹗头贝（Stringocephalus）等，厚180—270米；下部，六卓段，顶部为泥灰岩及泥岩，中部有石灰岩多层，底部以泥岩为主，厚约195米，含波哈丁贝（Bornhardtina），本组与下伏北流组一般为整合关系。

【东岗岭建造】 “东岗岭组”的旧称。

【东岗岭灰岩】 “东岗岭组”的旧称。

【桂林组】 旧称“桂林灰岩”，时代属晚泥盆世早期，分布于广西境内。最初命名地点在广西桂林城西老人山一带。本组为浅海相碳酸盐沉积，以深灰色厚层灰岩及薄层灰岩为主，产弓石燕（Cyrtospirifer）等，厚约180米。与榴江组为相变关系。

【桂林灰岩】 “桂林组”的旧称。

【榴江组】 时代属晚泥盆世，分布于广西境内。最初命名地点在广西鹿寨县寨沙附近。本组为浅海相沉积，以硅质层和硅质页岩为主，夹扁豆状灰岩及灰岩各一段，构成两个大的沉积韵律，产广西尖棱菊石（Manticoceras Kwangsiensis）、竹节石（Tentaculites）及三叶虫中国盲研头虫（Typhloproetus sinensis）等。厚约530米。与下伏东岗岭组为整合关系。

【融县组】 旧称“融县灰岩”，时代属晚泥盆世，分布于广西境内。最初命名地点在广西旧融县（现大苗山苗族自治县）的县城附近。本组为浅海相碳酸盐沉积，以灰白色、浅灰色厚层灰岩为主，具鲕状结构，夹白云质灰岩，厚约200米，含合褶云南贝（Yunnanella synplicata）、似石燕弓石燕（Cyrtospirifer spiriferoides）等。与下伏桂林组和上覆天河组均为整合关系。

【融县灰岩】 “融县组”的旧称。

【四排组】 时代属中泥盆世艾菲尔期，分布于广西境内。最初命名地点在广西修仁县四排圩南1.2公里的鹿马圩及七建圩附近。本组为浅海相泥质灰岩沉积，根据岩性和化石分为上下两段：上部四排段（四排页岩）：以灰绿色、黄绿色的钙质泥岩及砂质泥岩为主，夹薄层泥质砂岩，顶部有薄层灰岩透镜体，出露厚度149米，产化石：乐氏广西贝（Kwangsia yohi）、冯氏巅石燕（Acrospirifer fongi）、双分叉准窗贝（Athyrisina bifurcata）及拖鞋珊瑚（Calceola sandalina）等。下部鹿马段，以深灰色石灰岩或泥灰岩为主，厚300米，含化石：鹿马蜂巢珊瑚（Favosites lumaensis）、泡沫桌珊瑚（Trap-

ezopnyllum cystosum）及七建阔石燕（Euryspirife rqijionensis）等。鹿马段与下伏那高岭组为整合关系。四排组根据上述化石，应高于郁江组而与北流组相当。

【应堂组】 时代属中泥盆世，分布于广西象州一带。最初命名地点在广西象州县大乐公社的应堂村。根据岩性可分为下中上三部。下部为青灰色、黄色泥岩、页岩为主夹黄色泥灰岩，厚58—102米，富含腕足类冯氏奇异石燕（Xenospirifen fongi），乐氏准窗贝（Athyrisina yohi），泪瘤古准石燕（Eospiriferina lachrymosa）及假小泡沫珊瑚（Pseudomicroplasma）等。在象州热水村西公广岭一带在底部还产拖鞋珊瑚（Calceola）。中部为深灰色中层夹厚层含硅质结核生物碎屑灰岩，厚37—56米，富含钩珊瑚（Grypophyllum），乌塔拉图珊瑚（Utaratuia）等及腕足类鳞状准窗贝（Athyrisina squamosaeformis），庙儿川印度石燕（Indospirifer maoerchuanensis）等。上部为深灰色、灰黑色中层生物碎屑灰岩夹粗晶生物碎屑灰岩，厚31—38米，富含腕足类化石猴儿山巅石燕（Acrospiriferhouershanerosis），庙儿川印度石燕等及珊瑚化石中华乌拉塔图珊瑚（Utaratuia sinensis），简单六方珊瑚（Hexagonaria simplex），广西卫德肯珊瑚近似种（Wedekindophyllum cf. kwangsiensis）等。本组与上覆东岗岭组和下伏四排组均为整合关系。

【跳马涧组】 旧称“跳马涧系”，时代属中泥盆世，分布于湖南及粤北一带。最初命名地点在湖南长沙东南的跳马涧。本组为海陆交互相沉积，根据岩性分为上下两部：上部黄绿及蓝灰色页岩夹扁豆状泥质灰岩，或灰岩与页岩的互层，富含马卡赛薄扭贝（Leptostrophia macarthyi）、布丁鹗头贝（Stringocephalus burtini）等腕足类化石，厚200—300米；下部灰黄色、紫红色页岩及砂质页岩，底部为白色石英砂岩及砾岩层，在灰黄色页岩内产植物化石拟鳞木（Lepidodendropsis）和拟裸蕨（Psilophytites），在紫色砂质页岩内含中华沟鳞鱼（Bothriolepis sinensis），厚200—300米。本组与下伏志留系为斜交不整合接触。底部厚100米的石英砂岩与砾岩层中未发现化石，暂归本组。有人主张将此底部砾岩与其上含化石的砂页岩层分开，列为上下两统。目前有人把跳马涧组上部合併于棋子桥组，而将下部称为跳马涧组（狭义）。

【棋子桥组】 包括旧称的“棋子桥灰岩”与“易家湾页岩”，时代属中泥盆世晚期（吉维特期），分布于湖南境内。最初命名地点在湖南湘乡县西约三十五公里的棋子桥。本组为浅海相沉积，根据岩性分为两部：下部厚层砂岩夹页岩（易家湾页岩），上部灰岩和泥质灰岩（棋子桥灰岩），上下两部均产布丁鹗头贝（Stringocephalus burtini）和剥鳞无洞贝（Atrypadesquamata）。共厚约300—400米，与下伏跳马涧组为整合关系。有人主张保留原意将“棋子桥灰岩”和“易家湾页岩”仍作两个地层单位，称“棋子桥组”和“易家湾组”。

【易家湾页岩】 棋子桥组底部页岩段的旧称，详见“棋子桥组”。

【佘田桥组】 时代属晚泥盆世早期，与欧洲的弗拉斯期相当，分布于湖南境内。最初命名地点在湖南邵阳县的佘田桥。本组为浅海相沉积，根据岩性和化石分为两段：下段称龙口冲段，为云母质石英砂岩，相变显著，有时为砂岩页岩互层夹灰岩，或全为石灰岩，含腕足类中国弓石燕（Cyrtospirifer sinensis）及窦维尔无洞贝龙口冲变种（Atrypa dowvilliivar. lungkouchungensis），厚 150—200 米；上段称佘田桥段，为厚层灰岩及薄层灰岩与页岩互层，产腕足类湖南隐孔贝（Hypothyridina hunanensis）、中华弓石燕（CytosPirifer sinensis）等，厚约 100—200 米。佘田桥组中尚有珊瑚化石假内沟珊瑚（Pseudozaphrentis）、六方珊瑚（Hcxagonaria）。本组与下伏中泥忿统棋子桥组在湘中一带为整合接触，在湘东则呈假整合接触，在桃江淇水公社毛里坪—人民坳公路一带相当佘田桥组的陆缘滨海相沉积中，曾找到了沟鳞鱼（Bothriolepis sp.）。

【锡矿山组】 时代属晚泥盆世晚期，相当于欧洲的法门阶，分布于湖南境内，在湘中、湘南发育最全。最初命名地点在湘中新化县锡矿山。本组为海相沉积，根据岩性及化石分为三段：下段长龙界段，为灰绿色，灰色页岩，夹薄层泥质灰岩或纯灰岩，厚 30—80 米，含笛管珊瑚（Syringopora）及腕足类；中段兔子塘段，为泥质灰岩、纯灰岩、结核状灰岩，顶部有页岩，共厚 20 米，富含腕足类化石，如小云南贝（Yunnanellina）等；上段马牯脑段，为厚层灰岩夹页岩，相变显著，厚约 200 米，富产腕足类化石，如云南贝（Yunnanella）湖南石燕（Hunanospirifer）等。本组与佘田桥组为整合关系。在湖南浏阳高坪与锡矿山组相当的陆相砂岩中曾找到了沟鳞鱼。

【岳麓山组】 旧称“岳麓山砂岩”，时代属晚泥盆世，分布于湖南长沙一带。最初命名地点在湖南长沙岳麓山。本组为陆相碎屑堆积，以灰白色石英砂岩为主，夹砂质页岩及砾岩，厚 750 米，顶界不明。产植物化石宽叶（Platyphyllum）、亚鳞木（Sublepidodendron）及拟鳞木（Lepidodendropsis）等，尚有腕足类鱼类化石碎片。本组与下伏佘田桥组为渐变关系，与锡矿山组为横向相变关系，但有人对“相变”一说表示怀疑。关于岳麓山组的时代，尚有不同意见，由于在模式地点岳麓山组中找到两层植物化石，上层发现早石炭世的鳞木（Lepidodendron sp·）等，下层含泥盆纪的平圆印木（Cyclostigma kiltovkeuse）等，因而主张其时代应为晚泥盆世至早石炭世的艾特隆期（Etroeungtian）。本组的时代问题，还须进一步研究解决。

【岳麓山砂岩】 “岳麓山组”的旧称。

【茅山组】 旧称“茅山砂岩”。时代属早至中泥盆世。分布于宁镇山脉。最初命名地点在江苏句容至金坛间的茅山。本组为陆相砂质沉积，由暗紫色或暗红色厚层砂岩组成。底部具灰白色砂岩，无化石。岩层裂隙中时有次生锰矿的聚积。厚度变化大，共厚约 100—200 余米。1963 年在浙江长兴附近的茅山砂岩中部发现中华棘鱼（Sinacanthus）。于 1972 年在皖南宁唐畈村的屉家坞组黄绿色砂岩中，发现畈村中华棘鱼（sina-

canthus fancunensis）和畈村宁国鱼（Ningguolepis faneunensis），其时代应为早泥盆世。

【茅山砂岩】 “茅山组”的旧称。

【五通组】 旧称“五通石英岩”，时代属晚泥盆世，分布于长江下游苏南、浙北、皖南一带。最初命名地点在浙江长兴县西北煤山北端的五通山。本组为陆相碎屑堆积，以灰白或淡黄色厚层石英岩与粗粒石英砂岩为主，中夹薄层石英砂岩及灰、紫、绿等色粘土页岩，顶部含赤铁矿、褐铁矿和锰矿瘤状体或呈薄层状，产鱼类化石中华星鳞鱼（Asterolepis sinensis）、大头中华鱼（sinolepis macrocephala）等，及植物化石如晚泥盆世的标准化石斜方薄鳞木（Leptophloeum rhomboicum），还有通常只见于早石炭世的奇异亚鳞木（Sublepidodendron mirabile），希默拟鳞木（Lepidodendropsis hirmeri）等。共厚约50—800（?）米。本组与下伏中下泥盆统茅山组为假整合接触，与上覆下石炭统金陵组也可能是假整合关系（?）。浙江的千里岗组，江西峡山群上部与本组相当。

【五通石英岩】 “五通组”的旧称。

【泥鳅河组】 时代属早泥盆世，分布于小兴安岭西北部。最初命名地点在黑龙江省小兴安岭西北部泥鳅河流域。本组为浅海相碎屑沉积，由泥质粉砂岩夹少量石灰岩组成，产腕足类假卡米尔腔螺贝（Coelospirella pseudocamilla）及波希米亚管轴珊瑚（Syringaxon bohemicum）等，厚约420米。本组不整合于上志留统卧都河组或下志留统黄花沟组之上。

【罕达气组】 时代属早泥盆世，分布于小兴安岭西北部。最初命名地点在黑龙江省小兴安岭西北部罕达气。本组为中基性海底火山喷发沉积，由安山岩，细碧岩夹凝灰质砂岩及石灰岩透镜体组成，产腕足类小槽贝（未定种）（Aulacella sp.）、弓形贝（未定种）（Cyrtina sp.）及短小管轴珊瑚（Syringaxon eurta）等，厚度0—645米。本组整合于下泥盆统泥鳅河之上。

【金水组】 时代属早泥盆世，分布于小兴安岭西北部。最初命名地点在黑龙江省小兴安岭西北部的金水。本组为浅海相碎屑沉积及中基性火山喷发沉积，由粉砂岩夹少量细碧岩和安山岩组成，产腕足类包依皱箱贝（Leptaenopyxis bouei）、东方小腔螺贝（Coelospirella orientalis）、皱扭贝（未定种）（Bhytistrophia sp.）及竹节石等，厚约526米。与下伏下泥盆统罕达气组为连续关系。

【霍龙门组】 时代属早泥盆世，分布于小兴安岭西北部。最初命名地点在黑龙江省小兴安岭西北部的霍龙门。本组为浅海相碎屑沉积，由泥质、钙质粉砂岩夹石灰岩透镜体组成，产腕足类大窗巅石燕（Acrospirifer macrothyris），虚假伪石燕（Fallaxispirifer pseudof allax），野中薄扭贝（Leptostrophia nonakai），近藤刀扭贝（Gladiostrophia kondei）及肋网珊瑚（未定种）（pleurodictyum sp.）等，厚约230米。与下伏下泥盆统金水组为整合关系。

【乌奴耳组】　时代属中泥盆世，分布于大兴安岭中段。最初命名地点在黑龙江省大兴安岭中段的乌奴耳。本组为浅海相碎屑及碳酸盐沉积，由石灰岩、粉砂岩和砂岩组成，产阿尔泰刺壁珊瑚（Trypllasma altaica），纤细钩珊瑚（Grypophyllum tenue），汉密尔顿抱合珊瑚（Amplexiphyllum hamiltonae），丝形针珊瑚（Acanthophyllum filosa），多形厚巢珊瑚小型亚种（Pachyfavosites polymorphus var. minor），纤细槽珊瑚（Alveolites gracilis），马蒙托夫放射层孔虫（Actinostroma mamontovi），及满洲光枝苔藓虫（Leioclema manchuriense），厚约380米。本组底界不清，与上覆中泥盆统根里河组关系也不清。

【根里河组】　时代属中泥盆世，分布于小兴安岭西北部。最初命名地点在黑龙江省小兴安岭根里河流域。本组为浅海相碎屑沉积，由粉砂岩，泥岩互层组成，中夹凝灰岩，产腕足类状小翼石燕（Mucrospirifer mucronatus），假石核阔石燕（相似种）（Euryspirifer pseudoscheechiel）及双瓣类横展燕海扇（相似种）（Aviculopecten cf. transverisus）等，厚约225米。与上覆上泥盆统大河里河组为整合关系，与下伏中泥盆统乌奴耳组关系不清。

【下大民山组】　时代属晚泥盆世，分布于大兴安岭中段。最初命名地点在黑龙江省大兴安岭中段的大民山。本组浅海相火山碎屑沉积，由凝灰质砂岩夹碧玉岩和石灰岩组成，产梳珊瑚（未定种）（Pexiphyllum sp.），扎鲁宾斯克六方珊瑚（Hexagonariazarubinskiensis），巴朗德珊瑚（未定种）（Barrandeophyllumsp.）等，厚约100米。与下伏中泥盆统根里河组关系不清。

【上大民山组】　时代属晚泥盆世晚期，分布于大兴安岭中段。最初命名地点在黑龙江省大兴安岭中段的大民山。本组为中酸性海底火山喷发岩及泥质碳酸盐沉积，由流纹岩，安山岩夹页岩及泥质灰岩组成。在底部泥质灰岩中产丰富的菊石，相当于法门期下部两个菊石带：亚分唇菊石（Cheiloceras subpartitum）带及瓦尔考特盘海神石（Platyclymenia（Platyclymenia）walcotti）带。总厚1600米。与下伏上泥盆统下大民山组为整合关系。

【石炭纪】　Carboniferous Period 古生代第五个纪。“石炭纪”一名最初创用于英国（1822），由于这个时期的地层中蕴藏着丰富的煤矿藏，故名。开始于距今3.50亿年，延续了6500万年。本纪分为早、中、晚三个世。在北美通常把石炭纪分为两个独立的纪或亚纪，相当于早石炭世的称为密西西比纪（Mississippian）；相当于中、晚石炭世的称为宾西夕尼亚纪（Pennsylvanian）。由于二迭系也含煤，在法国有时将石炭系和二迭系合起来称为大石炭系（Anthracolithic）。石炭纪陆生生物进一步发展，以植物界的空前繁盛为其特点。其中以石松、楔叶、种子蕨和真蕨最重要。至中、晚石炭世，由于大陆气候分带非常显著，从而出现了植物分区的现象。北有安加拉植物区，南有冈瓦纳植物区，中间为从西欧向西到美洲东部，向东经东欧、中亚到我国，向南转至印尼苏门答

腊一带的中部植物区。由于森林广布，昆虫大量繁育。脊椎动物两栖类中出现了只能匍匐进行的坚头类。海生无脊椎动物中以□类的出现和发展为其特征。珊瑚和腕足类仍繁盛。四射珊瑚以三带型为代表，腕足类以长身贝科最突出，深水生活的棱菊石类进一步发展。石炭纪的海生动物分区与泥盆纪相似。总的说来，中国石炭纪动物群除早石炭世具有一些太平洋特有的化石外，与古地中海或西欧动物群比较接近，属古地中海动物区。

【石炭系】 Carboniferous System 石炭纪沉积的地层称为石炭系。在西欧多为二分。在我国及苏联则为三分，分为下、中、上三个统。下石炭统有时被分出自成一系，在西欧称狄南系（Dinantian），在我国称丰宁系，现均改为统或亚系。我国的丰宁统包括两个阶下为岩关阶，上为大塘阶。在我国南方中石炭统称为威宁统，上石炭统称为马平统。西欧的狄南统自下而上分为三个阶：艾特隆阶（Etroeungtian）、杜内阶（Tournasian）和维宪阶（Visean）。中、上石炭统在世界各地，由于沉积相不同，分层也不一致。海相以苏联欧洲部分为准，中石炭统包括巴什基尔阶、莫斯科阶，上石炭统包括卡西莫夫阶和格热尔阶。陆相以西欧为准，中石炭统包括纳缪尔阶（Namurian）和威斯法阶（Westphalian）；上石炭统只有一个阶即斯蒂芬阶（Stephanian）。美国、苏联、日本等都将含假希瓦格□（Psoudoschwagerina）的地层划入二迭系，中国则根据具体情况，将含假希瓦格的地层作为上石炭统的上部。石炭纪早期，我国南方由于海水时进时退，形成海陆交替相，沉积了1000米左右的碎屑岩、不纯灰岩和煤层；至中晚石炭世，海水比较稳定，沉积以浅海相石灰岩为主。自奥陶纪后海水退出了整个华北及东北南部地区，长期遭受风化剥蚀，直到中、晚石炭世时，海水才又重新泛滥到这一地区，形成了一般不超过500米的海陆交替相的含煤沉积，动物群与华南相似。东北北部区下石炭统以海相碎屑岩为主夹灰岩，时夹陆相碎屑沉积，厚度较大；中上石炭统则以海相灰岩为主，动物群与华南相似。西北区的石炭系，比较复杂，沉积以碎屑岩为主，有时含火山岩系，厚度大，动物群与华南相似。青藏区的动物群与华南相似，石炭系沉积厚度较大，也含有火山岩系。石炭纪在全世界是最早的重要成煤时期。在我国华南有测水段，寺门段及万寿山段，在华北有本溪组和太原组。太原组是我国北部石炭系中最重要的煤系地层，广泛发育于华北、东北南部及西北等地区。其它沉积矿产有铁、锰、黄铁矿、铝土矿及石膏。

【丰宁统】 是中国南方下石炭统的专名，与西欧的狄南统（Dinantian）大致相当。威宁统包括两个阶：下为岩关阶，上为大塘阶。丰宁统一名源自贵州独山的古称，丰宁。

【岩关阶】 是中国南方下石炭统下部的一个阶，与西欧的杜内阶大致相当。岩关阶自下而上包括两个珊瑚带：①泡沫内沟珊瑚（Cystophrentis）带，②假乌拉珊瑚（Pseudouralinia）带。岩关阶一名源自贵州独山县的岩关村。

【大塘阶】 位于岩关阶之上，是中国南方下石炭统上部的一个阶，与西欧的维宪阶大致相当。大塘阶自下而上包括两个珊瑚带：④泡沫柱珊瑚（Thysano phyllum）带，②袁氏珊瑚（Yuanophyllum）带。另外还有大长身贝（Gigantoproductus）等。大塘阶一名源自贵州平塘县大塘。

【威宁统】 是中国南方中石炭统的专名，与西欧的纳缪尔阶（或一部分）和威斯法阶戎苏联的巴什基尔阶和莫斯科阶大致相当。威宁统含四个□带，自下而上为始史塔夫□（Eostaffella）带，假史塔夫□（Pseudostaf－fella）带、原小纺缍□（Profusuli－nella）带和纺缍□—小纺缍□（Fsulina－Fsulinella）带。另外还含有西欧纳缪尔阶的几个菊石带化石。威宁统一名源自贵州的威宁。

【本溪统】 是中国北方中石炭统的专名。本溪统为海陆交互相沉积，含两个□化石带，下为东方史塔夫□（Eostaffella subsolana）带，上为纺缍□—小纺缍□（Fusulina－Fusulinella）带，并含有巨大脉羊齿—脉状网羊齿（Neuropteris gigantea－Linopteris neuropteroides）组合。从植物群来看，本溪统大致和欧洲的维斯法阶相当。

【马平统】 是中国南方上石炭统的专名，与苏联的卡西莫夫阶、格热尔阶和萨克马尔阶大致相当。马平统包括两个□带，自下而上为麦□（Triticites）带和假希瓦格□（Pseudoschwagerina）带。马平统一名源自广西的柳州（旧马平县）。

【太原统】 是中国北方上石炭统的专名。太原统为海陆交互相沉积，含有两个□带，下为麦粒□（Triticites）带，上为假希瓦格□（Pseudoschwagerina）带，并含有一个植物组合假蛋形脉羊齿—斜方鳞木（Neuropteris Pseudovata－Lepidodendron posthumi）组合。从植物组合来看太原统大致和欧洲的斯蒂芬统相当。

【狄南统】 Dinantian Series 狄南统一名源自比利时的狄南（Dinant）。在比利时石炭系二分，下石炭统称为狄南统，相当于英国的亚翁（Avonian）统。狄南统自下而上又分为杜内阶和维宪阶。

【艾特隆阶】 Etroeungtian Stage 是欧洲石炭系下部狄南统（Dinantian）底部的一个阶，是从泥盆系过渡到石炭系的中间过渡层，约相当于英国的珊瑚 K 带（Kleis-topora zone），艾特隆阶一名源自法国的艾特温（Etroeungt）。有些国家把艾特隆阶归入泥盆系顶部。

【杜内阶】 Tournaisian Stage 位于艾特隆阶之上，维宪阶以下，是欧洲下石炭统下部的一个阶。杜内阶多以珊瑚、腕足类和头足类作为分带化石。杜内阶一名源自比利时的杜内（Tournai）。广义的杜内阶包括艾特隆阶。

【维宪阶】 Visean Stage 位于杜内阶之上，纳缪尔阶以下，是欧洲下石炭统上部的一个阶。维宪阶多以珊瑚和腕足类作为分带化石。维宪阶一名源自比利时的维则（Visé）。

【纳缪尔阶】 Namurian Stage　位于韦宪阶之上，威斯法阶以下，是西欧石炭系二分的上石炭统下部的一个阶。海相纳缪尔阶自下而上包括三个菊石带：①以真形菊石（Eumorphoceras）命名的 E 带，②以同菊石（Homoceras）命名的 H 带，③以网菊石（Retieuloceras）命名的 R 带。但是也有人主张把 R 带之上的威斯法阶的以腹菊石（Gastrioceras）命名的 G 带，作为纳缪尔阶的顶界。在苏联把石炭系三分，一部分人主张把西欧纳缪尔阶 A 期或 A、B 期地层归入下石炭统，而把 B、C 期或 C 期地层归入中石炭统。纳缪尔阶一名源自比利时的纳缪尔（Namur）。我国对纳缪尔阶的归属有二种意见：一种认为分属于下石炭统顶部及中石炭统底部；一种认为应归入中石炭统底部。

【威斯法阶】 Westfalian Stage　位于纳缪尔阶之上，斯蒂芬阶以下，是中欧上石炭统中部的一个阶。威斯法阶含有脉羊齿—网羊齿（Neuropteris – Linopteris）植物群。威斯法阶一名源自德国的威斯法（Westfalen）的鲁尔盆地。

【斯蒂芬阶】 （Stephanian Stage）　位于威斯法阶之上，二迭系以下，是中欧上石炭统顶部的一个阶。植物群以含有栉羊齿类（Pceopterids）和亚封印木类（Subsigillarians）为其特征。斯蒂芬阶一名源自西欧中央地块的圣艾蒂安（Saint – Etienne）盆地。

【巴什基尔阶】　位于莫斯科阶之下，为苏联中石炭统下部的一个阶。巴什基尔阶含有□类假史塔夫□（Pseudostaffella）、原小纺缍□（Profusulinella）及腕足类纹线长身贝（Linoproductus）、分喙石燕（Choristites）等化石。

【莫斯科阶】　位于巴什基尔阶之上，卡西莫夫阶以下，是苏联中石炭统上部的一个阶。所含化石有□类小纺缍□（Fusucinella）、纺缍□（Fusulina）及腕足类分喙石燕（Choristites）、石燕（Spirifer）、长身贝（Productus）等。莫斯科阶一名源自苏联的莫斯科盆地。

【卡西莫夫阶】　卡西莫夫阶位于莫斯科阶之上，格热尔阶之下，为苏联上石炭统下部的一个阶。含原麦粒□（Protriticites），麦粒□（Triticites）以及腕足类化石等。

【格热尔阶】　位于卡西莫夫阶之上，是苏联上石炭统顶部的一个阶。其中产拟纺缍□（Quasifusulina）、麦□（Triticites）以及腕足类化石等。格热尔阶一名源自苏联莫斯科河的一支流名。

【乌拉尔阶】　乌拉尔阶一名来源于苏联乌拉尔山西坡、它包括苏联的石炭系最上部和二迭系最下部、产□类麦粒□、（Triticites）、假希瓦格□（Pseudoschwagerina）等化石的层位。

【岩关组】　时代属早石炭世早期，分布于华南、西北及东北北部。最初命名地点在贵州独山县的岩关村。本组为滨海及浅海相沉积，根据岩性及化石分为两个段：下部革老河段、上部汤粑沟段。本组与西欧的杜内阶相当，广西的十字墟组，湖南的孟公坳组包括刘家塘段、孟公坳段和邵东段，均与本组相当。

【革老河段】 旧称“革老河灰岩”，时代属早石炭世岩关期早期，分布于贵州地区。最初命名地点在贵州独山县南十一公里的甲捞河（旧名革老河）。本段为浅海相碳酸盐沉积，以黑灰色薄层泥质灰岩为主，夹黄褐色或深灰色页岩，含革老河泡沫内沟珊瑚（Cystophrentis kalaohoensis）等，厚110米。本段与下伏泥盆系一般为假整合接触，在贵州独山一带为整合关系，局部地区如在广西为不整合，称“柳江运动”。

【革老河灰岩】 “革老河段”的旧称。

【汤耙沟段】 旧称“汤耙沟砂岩”。时代属早石炭世岩关期晚期，分布于贵州境内。最初命名地点在贵州独山县南十余公里的甲捞河与汤耙沟之间。本组为浅海相碎屑沉积，以黄白色石英砂岩和黄褐色、黑色页岩为主，夹有泥灰岩，含汤耙沟假乌拉珊瑚（Pseudouralinia tangpako－uensis）等，厚170米，与下伏革老河段为整合关系。

【汤耙沟砂岩】 “汤耙沟段”的旧称。

【大塘组】 时代属早石炭世晚期，分布于华南、西北及东北北部。由于在贵州平塘县大塘，本组地层发育而得名。本组为滨海、浅海相沉积，根据岩性及化石，分为上下两个段：下部旧司段、上部上司段。本组可与西欧的维宪阶相比。

【旧司段】 旧称“旧司砂岩”。时代属早石炭世大塘期，分布于贵州境内。最初命名地点在贵州旧大塘县城东南四公里的旧司村，现划归平塘县。本组为滨海相沉积，以黄灰、灰黑等色页岩为主，夹黄、棕色石英砂岩及黑色泥灰岩，含泡沫柱珊瑚（Thysanophyllum）、广西珊瑚（Kwangsiphyllum）上部还出现大长身贝（Gigantoprodutus）。有些地区底部常夹薄煤层及耐火粘土。厚934米。本段与下伏汤耙沟段为整合关系。

【旧司砂岩】 “旧司段”的旧称。

【上司段】 旧称“上司灰岩”。时代属早石炭世大塘期晚期，分布于贵州境内。最初命名地点在贵州独山县南约二十五公里上司村与黑石关之间。本段为浅海相沉积，由灰黑、灰绿、灰白色灰岩组成，富含燧石结核及燧石条带，含袁氏珊瑚（Yuanophyllum）、贵州珊瑚（Kueichouphyllum）及大长身贝（Gigantoproductus）等。厚276米。本段与下伏旧司段为整合关系。

【上司灰岩】 “上司段”的旧称。

【摆佐组】 时代属早石炭世末期，分布于贵州境内，最初命名地点在贵定摆佐。本组为海相碳酸盐沉积，中上部为灰白色厚层块状白云岩、灰岩，间夹燧石结核或条带，产高贵古剑珊瑚（Palaeosmiliaregia）、康宁珊瑚（Koninckophyllum），腕足类角状细线贝（Striatif era angusta）、舟形贝（Gondolina）、爱德堡大长身贝（Gigantoproductus edelburgensis），始史塔夫□（Eostaffella）米勒□（MilJerella）假内卷□（Pseudoendothyra）等；在水城德坞，富产同菊石（Homoceras）等，下部为灰色中厚层至块状灰岩及白云岩，夹少量页岩及泥岩，产轮状轴管珊瑚（Autina rotiformis）、高贵古剑珊瑚，舟形贝、细线贝（Sfriatif era）、爱德堡大长身贝及始史塔夫□（Eostaffella），总厚4—582米，与下伏大塘组和上覆中石炭统滑石板组均为连续沉积。有人认为本组应属中石炭统。

【滑石板组】　时代属中石炭世早期，分布于贵州境内。最初命名地点在盘县城东约 30 公里的滑石板（村），本组为海相碳酸盐沉积，以灰色、灰白色中厚层块状灰岩及白云岩为主，局部地段含燧石结核或夹薄层硅质岩，厚 7—545 米。富产腕足类分喙石燕（Choristites）及舌珊珊（Kionophyllum）。在滑石板剖面上，其中上部富产网菊石（Reticuloceras）顶部产腹菊石（Gastrioceras）等，与下伏下石炭统摆佐组为整合关系。

【达拉组】　时代属中石炭世晚期，分布于贵州境内，最初命名地点在盘县城东约 31 公里的达拉（村）。本组为海相碳酸盐沉积，上部以灰白色厚层块状灰岩为主，富产□类纺锤□（Fusulina）、小纺锤□（Fusulinella）、特殊假史塔夫□（Pseudostaffella paradoxa），腕足类分喙石燕（Choristites）、穆武贝（Muirwoordia）及舌珊瑚（Kionophyllum）。下部为浅灰色、灰白色中厚层至厚层块状灰岩、白云岩及白云质灰岩，富产□类原小纺锤□（Profusulinella）、太子河□（Taitzehoella）、假魏特肯□（Pseudowedkinde－llina，腕足类分喙石燕（Choristites）及舌珊瑚（Kionophyllum）等，总厚 5—383 米，与下伏滑石板组为连续沉积。

【威宁群】　旧称“威宁石灰岩”或“威宁系”，时代属早石炭世晚期至中石炭世，分布于贵州、云南。最初命名地点在贵州威宁县南的十里铺，向西到飞来石（村）阳近。本群为浅海相碳酸盐沉积，由深灰色石灰岩、灰白色纯石灰岩及白色白云质石灰岩组成，含珊瑚、腕足类、菊石、□等，厚 60—1000 米，与下伏下石炭统和上覆马平组为整合或假整合关系。现已把本群划打为三个组，自下而上为摆佐组、滑石板组和达拉组。

【威宁石灰岩】　“威宁群”的旧称。

【马平组】　旧称“马平石灰岩”，时代属晚石炭世，分布于广西、贵州及云南一带。最初命名地点在广西柳州（旧马平县）西南四十五公里的百子溢及东北约六公里的楼梯山。本群为浅海相碳酸盐沉积，以灰白色、灰色中层和厚层及块状石灰岩为主，局部含燧石结核或夹白云岩，富含□类化石，下部以麦粒□（Triticites）为代表，中上部以假希瓦格□（Pseudoschwagerina）为代表。总厚 100—400 米。本组与下伏威宁组或黄龙组一般为整合接触。

【马平石灰岩】　“马平组”的旧称。

【金陵段】　旧称“金陵石灰岩”，时代属早石炭世杜内期上部，分布于长江下游宁镇山脉、安徽和县、巢县、马鞍山等地。最初命名地点在南京附近龙潭镇以东的观山（南京古称金陵）。本段为浅海相碳酸盐沉积，以暗灰色结晶灰岩为主，含南京假乌拉珊瑚（Pseudouralinia nankingensis）及腕足类擂彭台始唱贝（Eochoristites neipentaiensis）等。厚约 6 米。本段与下伏上泥盆统五通组为假整合（？）接触，与贵州地区的汤耙沟段相当。

【金陵石灰岩】　“金陵段”的旧称。

【高骊山段】　旧称“高骊山系”或“高骊山组”。时代属早石炭世维宪期早期，分布于宁镇山脉、安徽和县、巢县、马鞍山等地。最初命名地点在江苏句容县北东二十公里的高骊山。本段为滨海相或泻湖相碎屑沉积，以黄绿色砂岩，页岩为主，夹泥质灰

岩透镜体，含植物化石奇异亚鳞木（Sublepidodendron mirabile）等及腕足类舌形贝（Lingula）。厚15—50米。本段大致与贵州的旧司段相当，与下伏金陵段为假整合接触。

【和州段】　旧称“和州灰岩”，时代属早石炭世维宪期晚期，分布于宁镇山脉、安徽和县、巢县、马鞍山等地。最初命名地点在安徽和县地区。本段为浅海相碳酸盐、泥质沉积，以黄灰色薄层泥质灰岩为主，含甘肃袁氏珊瑚（Yuanophyllum kansuense）及大长身贝（Gigantoproductus giganteus）等。厚约10米。本段与贵州的上司段相当，与下伏高骊山段为整合关系。在和县及南京天宝山的和州灰岩中发现始史塔夫虫（Eostaffella）及内卷虫（Endothyra ishimica）。

【和州灰岩】　“和州段”的旧称。

【黄龙组】　旧称“黄龙石灰岩”，时代属中石炭世，广泛分布于宁镇山脉及南方各省。最初命名地点在江苏镇江市石马庙西南三公里的船山西端。因这组石灰岩构成江苏龙潭镇以西黄龙山的主体，故名。本群为浅海相碳酸盐沉积，岩性稳定，一般分为两部：下部灰白色、浅红灰色厚层白云岩含燧石结核，上部灰白色、微显红色厚层纯灰岩，富含□类化石原小纺锤□（Profusulinella）、小纺锤□（Fusulinella）及珊瑚，腕足类化石，如黄龙多壁管珊瑚（Multithecopora huanglungensis）、莫斯科分喙贝（Choristites mosquensis）等。厚约20—110米。本组与下石炭统在桂、黔、滇东为整合关系，在苏南、皖南为假整合接触，在桂中则为角度不整合或假整合关系。

【黄龙石灰岩】　“黄龙组”的旧称。

【船山组】　旧名“船山石灰岩”时代属晚石炭世，广泛分布于长江下游、东南沿海诸省。最初命名地点在江苏句容县东昌街北东五公里的船山。本组为浅海相碳酸盐沉积，根据岩性分为两部：下部灰白色，质细脆，与黄龙灰岩相似；上部由浅灰色而渐入蓝灰。全部灰岩中均含扁豆状及球状结核，其成分与灰岩相同，散布层中，排列无定。本组富含蜓类化石，下部以麦粒□（Triticites），上部以假希瓦格□（Pseudoschwagerina）为主，但在安徽贵池大岭牌，假希瓦格□见于船山组底部。厚数十米。与下伏黄龙组，在南京龙潭、船山等地为假整合接触，在江西、湖南则为整合关系。最近，在南京一带于船山组下部发现假希瓦格□。

【船山石灰岩】　“船山组”的旧称。

【孟公坳组】　旧称“孟公坳石灰岩”，时代属早石炭世杜内期，分布于湘中、湘南及粤北。最初命名地点在湖南邵东县的孟公坳。本组为浅海相沉积，与贵州的岩关组大致相当。孟公坳组可自上而下分为刘家塘段、孟公坳段（狭义）及邵东段。邵东段中的动物群含有泥盆纪和早石炭世的分子。代表一种过渡的混合类型。如腕足类中庸帐幕石燕（Tenticospirifervilis），王氏湖南石燕（Hunanospiriferwangi），金陵穹房贝（Camerotoechiakinlingensis），饰线戟贝（Plicochonetes cf. ornatus）及犬齿珊瑚（Caninia）等。邵东段与欧州的艾特隆阶（Etroeungtian）相当。孟公坳段含有泡沫内沟珊瑚（Oystophrentis），约与贵州的革老河段相当。刘家塘段中以含假乌拉珊瑚（Pseudouralinia）为特征，约与汤耙沟段相当。共厚180—250米。孟公坳组与下伏泥盆系为整合或假整合

关系。

【孟公坳石灰岩】 “ 孟公坳组 ” 的旧称。

【石磴子段】 旧称“ 石磴子石灰岩 ”，时代属早石炭世维宪期早期，分布于湘中、湘南及粤北。最初命名地点在湖南湘乡县西约三十七公里石磴子村。本段为浅海相碳酸盐沉积，以黑色厚层石灰岩为主，夹页岩，含环泡沫状泡沫柱珊瑚（Thysanopngllumcirculocysticum）及大长身贝（Gigantoproductus）等，厚约 160 米。本段相当于贵州旧司段的下部，与下伏孟公坳组为整合或假整合接触。

【石磴子石灰岩】 “ 石磴子段 ” 的旧称。

【测水段】 旧称“ 测水煤系 ”，时代属早石炭世维宪期早期，分布于湘中、湘南及粤北。最初命名地点在湖南双峰县（原属湘乡县）梓门桥煤田测水西岸。本段为海陆交替相含煤沉积，根据岩性分为两部：上部砂质及炭质页岩，含无烟煤数层，并含褐铁矿及黄铁矿，产植物化石拟鳞木（Lepidodendropsis）；下部石英岩或石英砂岩含大长身贝（Gigantoproductus）。厚 80—100 米。本段与广西的寺门煤系相当，与贵州的旧司段上部相当，与下伏石磴子段为假整合接触。

【测水煤系】 “ 测水段 ” 的旧称。

【梓门桥段】 旧称“ 梓门桥石灰岩 ” 时代属早石炭世维宪期晚期，分布于湘中、湘南及粤北。最初命名地点在湖南双峰县梓门桥煤田湾头公路东侧。本段为浅海相碳酸盐沉积，由灰色泥质石灰岩及页岩组成，顶部为块状石灰岩，沿层面含燧石结核，含腕足类大长身贝（Gigantoproductus）及珊瑚化石贵州珊瑚（Kueichouphyllum）、袁氏珊瑚（Yuanophyllum）等。厚约 114 米。本段与贵州的上司段相当，与下伏测水段多为整合接触。

【梓门桥石灰岩】 梓门桥段旧的称。

【本溪组】 旧称“ 本溪系 ”，时代属中石炭世，分布于华北及东北南部。最初命名地点在辽宁本溪市西六公里新洞沟与蚂蚁村沟之间的牛毛岭。本组为海陆交替相含煤沉积，根据岩性自下而上分为三部：下部紫色页岩夹铝土矿（即 G 层铝土页岩），厚约 15 米；中部黄色砂岩、砂质页岩夹页岩、薄煤层及灰岩透镜体，厚约 75 米；上部黄色页岩、细砂岩夹四层石灰岩及铝土页岩，厚约 55 米。动物化石以□类研究较好。在太子河流域本溪地区，可划分两个带：上带为纺锤□—小纺锤□（Fusulina – Fusulinella）带，下带为东方始史塔夫□（Eostaffellasubsolana）带。腕足类中以分喙石燕（Choristites）最重要。珊瑚化石中有多壁管珊瑚（Multithecopora）及一些小型单体珊瑚。植物化石以开平煤田的唐山层内最丰富，重要属种有巨大脉羊齿（Neuropteris gigantea）、脉状网羊齿（Linopteris neuropteroides）等。本组底部多由铁质层（山西式铁矿）和其中的铝土层（即 G 层铝土）组成，与下伏奥陶系为假整合接触。

【太原组】 旧称“太原系”，时代属晚石炭世，分布于华北及东北南部等地区。最初命名地点在山西太原西山月门沟。本组为海陆交替相含煤沉积，由灰色、黑色砂岩、页岩、炭质页岩夹煤层及石灰岩组成，是我国北方重要含煤地层，厚度变化不定，约数十米，化石丰富，页岩中产植物化石，为假蛋形脉羊齿—斜方鳞木（Neuropteisrps-eudovataLepidodendron posthumii）植物群：灰岩中产麦粒□（Triticites）和假希瓦格□（Pseudo – schwagerina）等。腕足类也很多，如太原网格长身贝（Dictyociostusaiyuanfu-ensis）等。此外，还有头足类、瓣鳃类和海百合等。本组与下伏本溪组为假整合接触。辽宁太子河地区的黄旗组与本组相当。

【亚里组】 时代属早石炭世早期，分布于藏南珠穆朗玛峰地区聂拉木县、定日县一带。最初命名地点在藏南聂拉木县亚里附近。本组为浅海相泥质灰质沉积，以灰黑色页岩为主。上部夹泥质灰岩，厚 126 米。上部泥质灰岩中产窄仿效菊石（近似种）（Imitoceras cf. compressum）、西藏仿效菊石（Imitoceras xizangense），腕足类瘤孔贝（未定种）（Tylothyris sp·）等与下伏泥盆系波曲群为整合关系。

【纳兴组】 时代属早石炭世晚期至晚石炭世，分布于藏南珠穆朗玛峰地区聂拉木县、定日县一带。最初命名地点在藏南聂拉木县纳兴附近。本群为海相沉积，以灰黑色页岩为主，夹多层砾岩、砂岩和少量泥灰岩，厚 1888 米。下部产腕足类化石舒克特贝（Schuchertella）、纺锤贝（Fusella）、始分喙石燕（Eochoristites）、接合贝（Composita）、及锥石（Conularia）；中部产管孔石燕（Syringothyris）等早石炭世晚期化石；上部产中、晚石炭世的瓣鳃类化石 Pernopecton，Sanguinolites Clinopistha，Streblopteria 等。与下伏亚里组为整合关系。

【臭牛沟组】 时代属早石炭世维宪期。分布于甘肃武威、靖远、景泰黑山一带。最初命名地点在甘肃武威臭牛沟附近。本组为滨海 – 浅海相沉积，主要由砂岩、页岩、灰岩组成，厚 135 米。上部灰岩夹页岩中富含化石，其中有不规则石柱珊瑚（Lithostro-tionirregulare）、轮状轴管珊瑚（Aulina rotif ormis）、丁氏棚珊瑚（Dibunophyllum tingi）、甘肃袁氏珊瑚（Yuanopnyllum kansuense）等及巨型大长身贝（Gigantoproductus gigante-us）等。与下伏晚泥盆世老君山群为假整合接触。本组在靖远一带厚达 500 米。

【靖远组】 时代属中石炭世纳缪尔期。分布于甘肃靖远、武威一带。最初命名地点在甘肃靖远磁窑附近。本组为浅海及滨海含煤沉积，根据岩性分为三段：下段灰白至灰黑砂质页岩，下部薄层灰岩夹薄层石膏，厚 30—70 米，含双槽真形菊石（近似种）（Eumorphoceras bisulcatum aff varicatum）及植物化石多形铲羊齿（比较种）（Cardiop-teridium cf. spetsbergense）、芒状自由木（Eleutherophyllum mirabile）等；中段灰黑至黑色砂质页岩，顶部夹煤线，厚 30 米，含植物化石欧龙布鲁克鳞木（Lepidodendron aol-ungpylukense），圆窝木（比较种）（Bothrodendron cf. circulare）、大型脉羊齿比较种（Neuropteris cf. gigantea），楔羊齿（Sphenopteris？sp.）等；上段灰黑至黑色砂质页岩夹薄层灰岩和钙质页岩，含可采煤层，厚 70 米，含腕足类羊虎沟分喙石燕（Choitrsites

yanghukouensis)、远距马丁贝（Martinia remora)、中华线纹长身贝（Linoproductus sinensis）及□菊石类李斯特腹菊石（比较种）（Gastrioceras cf. listeri)。在靖远东北不远的宁夏同心一带已发现同菊石（Homoceras)。本组与下伏臭牛沟组的接触关系可能为整合关系。

【羊虎沟组】　时代属中石炭世。把旧称“羊虎沟群”加以厘定，限用于相当西欧威斯法阶的地层，并改称羊虎沟组。与华北的本溪组大致相当。分布于甘肃靖远、景泰、武威一带。最初命名地点在甘肃永昌羊虎沟附近。现根据靖远磁窑榆树梁——红土洼剖面，将其涵义厘定如后。本组为滨海相或海陆交互相含煤沉积，根据岩性分为下上两段：下段主要为土黄薄层细砂岩和砂质页岩夹煤层，最上部为灰岩和泥灰岩，含腕足类化石粗肋分喙石燕（Choristites crassicostatus)，赵氏轮褶贝（Plicatif era chaoi)。底部砂岩中产植物化石欧龙布鲁克鳞木（Lepidodendron aolungpylukense)。上段的下部为土灰钙质粉砂岩和砂质页岩夹薄煤层，产植物化石脉羊齿（Neuropteris sp·)，网羊齿（Linopteris sp·）上部为黑色钙质砂页岩与暗色灰岩、泥灰岩互层，顶部夹煤线，含腕足类化石后峪网格长身贝（Dictyoclostus houyuensis）和苏维伯分喙石燕（choristites sowerbyi）等。与上覆晚石炭世太原组和下伏靖远组均为整合关系。

【北通气沟组】　时代属早石炭世杜内期，分布于吉林省中部、黑龙江省西部及辽宁省西北部。最初命名地点在吉林省永吉县北通气沟附近。本组为浅海相碎屑沉积，由细砂岩和粉砂岩组成，产腕足类霍尔氏管孔贝（Syringothyris halli)，细弱石燕（Spirif-erattenuatus)，双褶纺锤贝（Fusella biplicatus)，奇特腕孔贝（Brachythyris pecularis）等，厚约212米。与下伏上志留统二道沟组为不整合接触，与上覆下石炭统鹿圈屯组为整合关系。

【鹿圈屯组】　时代属早石炭世维宪期，分布于吉林省中部及辽宁省西北部。最初命名地点在吉林省盘石县鹿圈屯。本组为浅海相碎屑及碳酸盐沉积，由石灰岩、凝灰质砂岩、粉砂岩、页岩夹石灰岩透镜体组成，在石灰岩中产袁氏珊瑚（未定种）（Yuano-phyllum sp·)，中国贵州珊瑚（Kueichouphyllum sinense)，宽圆蛤珊瑚（Gangamophyl-lum latum)，衰老轴管珊瑚（Aulina senex)，中国拟棚珊瑚（Arachnolasma sinense）及腕足类爱德堡大长身贝（Gigantoproductus edelburgensis）等，厚约1230米。与下伏下石炭统北通气沟组为整合关系。

【磨盘山组】　时代属中石炭世，分布于吉林省中部及辽宁省西北部。最初命名地点在吉林省中部盘石县城附近的磨盘山。本组为浅海相碳酸盐沉积，由中厚层石灰岩组成，产丰富□类，可分为三个组合，自下而上为：①始史塔夫□—假史塔失□（Eostaffella – Pseudostaffella）组合；②原小纺锤□—始纺锤□（Profusulinella – Eo – fusulina）组合；③纺锤□—小纺锤□（Fusulina – Fusulinella）组合。厚约390米。与下伏下石炭统鹿圈屯组为假整合关系。

【石咀子组】　时代属晚石炭世，分布于吉林省中部及东部及辽宁省西北部。最初命名地点在吉林省盘石县的石嘴子。本组为浅海相碳酸盐沉积，由石灰岩夹少量碎屑岩组成，富产麦□（Triticites）及假希瓦格□（Pseudoschwagerina）等，厚约1000米。与下伏中石炭统磨盘山组为整合接触。

【二迭纪】　Permian Period　古生代最后的一个纪。原译二叠纪，是德文“Dyas”的意译，即二元的意思，故命名为二迭纪（Marcou 1859）。现在国际上常用的二迭纪是“Permian”，源出于苏联乌拉尔西坡的彼尔姆城（Perm）。由于此城附近这一时代的地层发育完整，故名。因为“Permian”创立在先（Marchison，1841），又因一系二分比较明显。所以日文假借“Dyas”的译名，称“Permian”为二迭纪，后我国沿用。二迭纪开始于距今2. 85亿年，延续了5500万年。二迭纪时，由于地壳运动强烈，自然地理条件发生急剧变化，生活环境的迅速变化，又促进了生物界的大变革。植物界除由石炭纪延续下来的石松类、有节类、真蕨类、种子蕨外，二迭纪后期出现了松柏、苏铁等植物，开始了中生代植物的面貌。植物的气候分带和地理分区与石炭纪相似。不过在植物的地理区划方面有了进一步地划分。由于在我国、朝鲜及东南亚一带出现以大羽羊齿（Gigantopteris）为代表的独特植物群。因而将上述地区划分出来称为华夏植物区。与植物密切相关的昆虫类有了新的发展，与石炭纪巨大而单纯的昆虫群不同，形体变小、种属增多。脊椎动物中的两栖类仍很繁盛，还出现了原始的爬行类。海生无脊椎动物以□类、珊瑚、腕足类和菊石类最重要。海百合和苔藓虫十分繁盛。瓣鳃类和腹足类也有新的发展。二迭纪海生动物分区与泥盆纪和石炭纪基本上相似。在中国境内由于为中朝古陆和中天山隆起所分隔，二迭纪动物群基本上可以分为北方区和南方区。北方区如天山、内蒙、东北北部与苏联西伯利亚、北美的北太平洋动物群相似。南方区如华南，与西欧、乌拉尔、中亚、澳大利亚的古地中海（或特提斯）动物群相似。当时南太平洋区与古地中海区很可能形成一个统一的主要生物区，即广义的古地中海区。

【二迭系】　Permian System　二迭纪形成的地层称为二迭系。（或二叠系）它又分为上下两个统。也有三分的。德国的二迭系，下部为红色砂岩，称为赤底统，包括奥图阶和萨克森阶，上部为镁质灰岩，称为镁灰岩统，包括提林根阶，苏联的下二迭统包括萨克马尔阶、亚丁斯克阶和空谷阶，上二迭统包括卡赞阶和鞑靼阶。在我国二迭系分为上下两个统，下为阳新统，上为乐平统，每个统包括两个阶，共四个阶，并分为以下几种类型：一种是以海相为主，如华南、青藏和台湾；另一种是以陆相为主，如华北；其它如西北内蒙及东北北部，既有海相沉积，也有陆相沉积。在我国南部，二迭系以浅海相石灰岩为主，底部常有煤系。早二迭世末至晚二迭世早期，在西南地区有大规模玄武岩喷发，称峨嵋山玄武岩（东吴运动）。晚二迭世早期则为海陆交替相含煤沉积（龙潭煤系），是我国南方的重要含煤地层。晚二迭世晚期又形成海相沉积。华北及东北南部，在若干盆地内形成了陆相含煤堆积，二迭纪末期，气候由温湿转为干燥，形成了红

色砂岩（石千峰组）。东北北部的二迭系，以含有火山岩系及火山沉积岩为其特征，下二迭统为海相沉积，上二迭统则有陆相沉积（开山屯组）。西北新疆的二迭系，陆相沉积较多，海相地层只零星出露。青藏地区，在早二迭世晚期与华南相似，发生大规模火山活动，形成千余米的玄武岩，晚二迭世早期，局部地区也沉积了与龙潭煤系类似的含煤地层，在台湾地区也发现了二迭纪海相灰岩沉积。沉积矿产有煤、铁、锰、铜、磷、石油、耐火材料、矾石、石膏等。

【阳新统】　是中国南方下二迭统的专名。阳新统一名源自湖北阳新。它包括下部栖霞阶和上部茅口阶。

【栖霞阶】　位于上石炭统假希瓦格□（Pseudoschwagerina）带之上，茅口阶以下，是中国下二迭统下部的一个阶。栖霞阶含有一个□带即拟纺缍□（Parofusulina）带，包括下部米斯□（Misellina）亚带和上部格子□（Cancellina）亚带。另外还含有丰富的多壁珊瑚（Polythecalis）和早坂珊瑚（Hayasakaia）。于栖霞阶下部在贵州拉当附近发现原饼菊石（Propopanoceras）和在青海都兰发现饼菊石（Popanoceras），均说明栖霞阶下部与苏联乌拉尔山西坡的萨克马尔阶（狭义）可以相比。在长江中、下游，其底部常相变为陆相含煤沉积或海陆交互相沉积。在我国华北及东北南部与栖霞阶相当的地层（山西组），除其底部偶夹海相夹层外，均为陆相沉积，含有三角织羊齿——翅状编羊齿（Emplectopteris triangularis – Emplectopteridium alarum）植物组合。

【茅口阶】　位于栖霞阶之上，龙潭阶以下，是中国下二迭统上部的一个阶。茅口阶含有两个□带即下部新希瓦格□（Ncosahwagerina）带和上部矢部□（Yabeina）带。局部地区相变为硅质页岩（孤峰组等），其中含有两个菊石带，自下而上为孤峰菊石（Kufengoceras）带和墨西哥菊石——瓦冈菊石（Mexicoceras – Waagenoceras）带，以及南京舟牙形刺（Gondolella nankingensis），龙潭奥泽克牙形刺（Ozarkina luntanensis）等。在我国华北及东北南部与茅口阶相当的地层（下石盒子组）全属陆相沉积，含有三角织羊齿——怀特华夏羊齿（Emplectopteris triangularis——Cathaysiopteris whitei）植物组合。

【乐平统】　是中国南方上二迭统的专名，乐平统一名源自江西乐平。它包括下部龙潭阶和上部长兴阶。

【尤潭阶】　位于茅口阶之上，长兴阶以下，是中国上二迭统下部的一个阶。龙潭阶在川北含有一个□带即喇叭□（Codonofusiella）带。它在许多地区相变为海陆交互相的含煤沉积，其中含有安德生菊石（Anderssonoceras）、前耳菊石（Prbtotoceras）、阿拉克斯菊石（Araxoceras）等。除动物化石外、还含有以大羽羊齿（Gigantopteris）为代表的植物群。在我国华北及东北南部与龙潭阶相当的地层（上石盒子组）为陆相沉积，含栗叶单网羊齿——多叶瓣轮叶（Gigantonoclea hallei – Lobatannularia multif olia）植物组合。

【长兴阶】 位于龙潭阶之上，下三迭统底部王氏克氏蛤（Claraia wangi）带似下，是中国上二迭统上部的一个阶。长兴阶含有一个□带即古纺缍□（Pdlaeofusulina）带。局部地区长兴阶的一部或全部相变为硅质层（大隆组），其中含有一个菊石带即假提罗菊石——肋瘤菊石（PseudotirolitesPleuronodoceras）带。在我国华北及东北南部与长兴阶相当的地层是一种以红色为主的杂色碎屑沉积，其中产脊椎动物化石二迭石千峰龙（Shihtienfenia permica），并含有以裸子植物为主的孢粉组合。

【萨克马尔阶】 位于上石炭统格热尔阶之上，下二迭统亚丁斯克阶以下，是苏联二迭系最底部的一个阶。萨克马尔阶含有假希瓦格□（Pseudoschwagerina）和拟纺缍□（Parafusulina），还产有饼菊石（Popanoceras）等。萨克马尔阶一名源自苏联乌拉尔山西坡的萨克马尔。

【亚丁斯克阶】 位于萨克马尔阶之上，空谷阶以下，是苏联下二迭统中部的一个阶。亚丁斯克阶含有□类假纺缍篷（Pseudofusulina）、拟纺缍篷（Parafusulina）等。亚丁斯克阶一名源自苏联乌拉尔山西坡彼尔姆城东南的亚丁斯克。

【空谷阶】 位于亚丁斯克阶之上，卡赞阶以下，是苏联下二迭统上部的一个阶。空谷阶含有腕足类长身贝（Productus）及瓣鳃类 Schizodus 等，并与冈瓦纳植物群中某些标准分子共生。空谷阶一名源自苏联彼尔姆城东南的空谷城。

【卡赞阶】 位于空谷阶之上，鞑靼阶以下，是苏联上二迭统下部的一个阶。卡赞阶有陆相和海相之分。在东部为红色或杂色陆相沉积，其中含有安哥拉植物群。在西部为海相沉积，其中产有腕足类和瓣鳃类。卡赞阶一名源自苏联乌拉尔山西坡的卡赞。

【鞑靼阶】 位于卡赞阶之上，是苏联二迭系顶部的一个阶。鞑靼阶一名源自苏联乌拉尔山卡赞地区的鞑靼。

【赤底统】Rotliegende 是西欧陆相下二迭统的专名。赤底统为古代开采含铜页岩的矿工所命名。由于红层（roth）构成矿层的底板（1iegendes）而得名。它可分为下部奥图阶（Autunian）和上部萨克森阶（Saxonian）。

【奥图阶】 Autunian Stage 是西欧陆相二迭系赤底统下部的一个阶。奥图阶含植物瓦契杉（Walchia），脊椎动物化石古龙（Archaeogosaurus），鱼类化石 Palaeohatteria 等。奥图阶一名源自法国的奥图（Autun）盆地。

【萨克森阶】 Saxonian stage 位于奥图阶之上，提林根阶以下，是西欧陆相二迭系赤底统上部的一个阶。萨克森阶主要为红色砂岩和砾岩，常不整覆于奥图阶之上。萨克森阶一名源自德国的萨克森。

【镁灰岩统】 Zechstein 是西欧上二迭统的专名。镁灰岩统一名为古代开采含金页岩的矿工所命名。由于镁灰岩是坚硬（zäh）岩石（steln）而得名。按“ Zechstein ”一词意译应为“ 硬石统 ”。

【提林根阶】 Thuringian Stage 位于萨克森阶之上，三迭系以下，是西欧上二迭统的一个阶。提林根阶可以自下而上分为三层：①底砾岩，②含铜页岩或沥青页岩含铜黄铁矿，产鱼化石 Palaeoniscus，③镁灰岩层，为白云质灰岩，产腕足类长身贝（Productus）和瓣鳃类 Schizodus 等。提林根阶一名源自德国的提林根。

【新红砂岩】 New Red Sandstone 泛指西欧二迭纪至三迭纪时期形成的红色地层。在英国为了与泥盆纪老红砂岩相区别，取名为新红砂岩。新红砂岩由红色、绿色和紫色的砂岩、长石砂岩、砂岩和页岩组成，标志着一种干燥气候条件下的荒漠堆积，并时有海相夹层。它广泛分布于中欧华力西褶皱带地区，如德国的二迭系赤底统。英国的三迭系下部杂砂岩（Bunter）也与二迭系共同构成新红砂岩。

【梁山组】 又称“栖霞底部含煤组”，时代属早二迭世早期，分布于陕南、西南地区。最初命名地点在陕西南郑梁山。本组为滨海相含煤沉积，由黑色、灰色页岩及灰白色粘土组成，含可采薄煤层，共厚约 10 米。除在灰白色粘土中采得植物根部化石外，在黑色页岩中采得海生动物化石，其中腕足类有网格长身贝（Dictyoclostus）等，瓣鳃类有裙海扇（Limipecten）等，介形类有小荷尔介（Hollinella）、双缘虫（Amphissites）等。有人对陕西南郑的梁山组的时代隶属持不同意见，认为其中产有长身贝（Productus）和阿马沟旋螺（Solenospira amaena）等化石，其时代可能为中或晚石炭世。本组在梁山地区与下伏志留系为假整合接触，在西南地区则与下伏上石炭统船山组为假整合关系。鄂西的马鞍山煤组、湘西的黔阳煤组、皖南的牌楼煤组、赣北的王家铺煤组及贵州的外套山煤组和铜矿溪组等均与梁山组相当。由于都位于栖霞灰岩的底部，故又称栖霞底部含煤组。

【栖霞底部含煤组】 即“梁山组”。

【栖霞组】 旧称“栖霞石灰岩”，时代属早二迭世早期，分布于华南、西南地区。最初命名地点在南京东郊约 20 公里的栖霞山。本组为浅海相硅质碳酸盐岩，以暗蓝灰色层状石灰岩为主，含不规则的燧石结核，厚 110—250 米。在南京山地，按岩性及化石自下而上大致分为四层：①臭灰岩层，黑色沥青质泥质灰岩，无燧石结核，产喀劳得氏米斯□（Misellina claudiae）及车尼谢夫氏希瓦格□（Schwagerina tschernyschewi）等；②下硅质层，黑色不纯灰岩及硅质页岩夹燧石结核，产弗尔兹氏似文采尔珊瑚（Wentzellophyllum volzi），厚 2—18 米；③黑或深灰色厚层石灰岩含燧石结核，上部产扬子多壁珊瑚，（Polythecalis yangtzeensis），中部产雅致早坂珊瑚（Hayasakaia elegantula）及圆形南京□（Nankinella orbicularia）等，下部产弗尔兹氏似文采尔珊瑚（Wenbzellophyllum volzi）等，厚 100 米；④上硅质层，黑色硅质页岩及不纯灰岩，含燧石结核，产多隔壁拟纺缍□（Parafusulina multiseptata），多泡沫多壁珊瑚（Polythecalis multicystosis）等，厚约 20 米。在宁镇山脉及桂西宜山等地，本组与下伏上石炭统船山组为假整合关系。在皖南贵池、巢县、和县等地，栖霞组底部一含煤组，即“牌楼煤系”。栖霞组的克劳德氏米斯□（Misellina claudiae）带直接与底部煤组相接触。车尼谢夫氏希瓦格□（Schwagerina tlchernygschewi）带可能为底部含煤组所代替。在贵州郎岱茅口河以东，拉当附近的栖霞组下部页岩中产原饼菊石（Propopanoceras），说明栖霞组下部

可与苏联的萨克马尔组（狭义）相比。本组与下伏底部含煤组（梁山组）为整合关系。

【栖霞石灰岩】 “栖霞组”的旧称。

【茅口组】 旧称“茅口灰岩”，时代属早二迭世晚期，分布于华南、西南一带。最初命名地点在贵州朗岱县西南二十余公里的茅口河两岸。本组为浅海相碳酸盐沉积，主要为浅灰色及灰白色块状纯灰岩含燧石结核很少，厚40—450米，含费伯克□（Verbeekina）、新希瓦格格（Neoschwagerina）及矢部□（Yabeina）等。最近在四川将茅口组自下而上划分为四个岩段：①具眼球状构造的页岩和泥质灰岩，富含隐石燕（Cryptospirifer）；②浅灰色至灰色块状灰岩，上部夹硅质层和黑色页岩，产厚壁珊瑚（Tachylasma）、拟犬齿珊瑚（Paracaninia）、伊拨雪珊瑚（Ipciphyllum）、矢部□（Yabeina）、朱森□（Chusenella）、和苏门答腊□（Sumatrina）；③浅灰色块状质纯灰岩，产新希瓦格□（Neoschwagerina）、矢部□，苏门答腊□和朱森□；④浅灰至灰色灰岩与燧石层互层，产朱森□、矢部□和新希瓦格□。此外，在第四层中还发现黄氏珊瑚（Huangophyllum），在第二层中见有乌鲁希腾贝（Urushtenia）、新轮皱贝（Neoplicatifera）等。上述划分是否有普遍意义，尚须作进一步研究。本组与下伏栖霞组为整合关系。

【茅口石灰岩】 “茅口组”的旧称。

【孤峰组】 旧称“孤峰页岩”，时代属早二迭世晚期，分布于宁镇山脉、皖南一带。最初命名地点在安徽泾县孤峰镇附近胡家村。本组为浅海盆地或海湾硅质沉积，下部以黄色页岩为主，夹灰色硅质页岩及黑色燧石层，底部含锰质，稍上含磷泥质结核；上部以黑色硅质页岩为主，夹燧石层及碳质页岩。所含化石以菊石类和瓣鳃类为主，其中有拟腹菊石（Paragastrioceras），阿尔图菊石（Altudoceras）及瓣鳃类栗蛤（Nucula）、梳海扇（Euehondria）等。总厚约30米。本组位于龙潭组之下，栖霞组之上，其层位与茅口组相当。与下伏栖霞组多呈假整合接触。浙西的丁家山组、福建的文笔山组、江西的鸣山组、湖南的当冲组，根据层位均位于龙潭组之下，岩性多为硅质，且多含磷矿等特点，均应与孤峰组相当。根据鸣山组中产有□类费伯克□（Verbeekina）、新希瓦格□（Neoschwagerina），当冲组中产费伯克□（Verbeekina）等，说明这些硅质层与茅口组均为相变关系。最近在安徽南部宣城一带，发现孤峰组与鸣山组同时存在，且前者在后者之上。鸣山组既为茅口早期沉积，孤峰组可能代表茅口晚期沉积。近年来，在广西柳江及来宾等地的孤峰组下部发现孤峰菊石（Kufengoceras），于浙西丁家山组及福建的文笔山组发现墨西哥菊石（Mexicoceras）和瓦冈菊石（Waagenoceras），在文笔山组顶部钙质砂岩中发现丰富的□类化石：为浙江复通道□（Polydiexodina chejiangensis）、假桶□（Pseudodoliolina）等及腕足类齿状乌鲁希腾贝（Urushtenia crenulata），证明文笔山组与茅口组为同期异相关系。

【孤峰页岩】　“孤峰组”的旧称。

【峨嵋山玄武岩】　时代属晚二迭世早期，分布于西南各省，如川西、滇、黔西及昌都地区等。最初命名地点在四川峨嵋山。本组主要为陆相裂隙式或裂隙—中心式溢出的基性岩流，以玄武岩为主，局部地区有粗面岩，安山岩、流纹岩及松脂岩等。常具拉斑玄武结构、气孔及杏仁状结构。在云南、会理及金沙江流域，厚达1000—2000米。本组与下伏茅口组为假整合或不整合接触，与上覆龙潭组为整合关系。在昆阳石龙坝附近玄武岩组底部发现有孔虫、腕足类及珊瑚等海相化石。在贵州威宁玄武岩下部夹凸镜状石灰岩层。这些地点均应位于玄武岩分布区域的边际，为局部流入海中的旁证。

【龙潭组】　旧称“龙潭煤系”，时代属晚二迭世早期，分布于宁镇山脉。最初命名地点在江苏江宁县（即南京附近）龙潭镇一带。本组为海陆交替相含煤沉积，是我国西方的重要含煤地层。根据岩性分为下中上三部：上部灰黑色页岩及砂质灰岩，含安德生菊石（*Anderssonoceras*）、假腹菊石（*Pseudogastrioceras*）及喇叭□（*Codonofusiella*）等；中部灰黄色砂岩夹煤层，含烟叶大羽羊齿（*Gigantopteris nicotianaefolia*）、多叶瓣轮叶（*Lobatannularia multif olia*）等，下部黄及灰黄色粉砂岩和长石砂岩。共厚44－122米。本组与下伏早二迭世孤峰组为假整合接触（?），江西的乐平煤系，浙江的礼贤煤系，安徽的宣陉煤系，湖南的斗岭煤系、云南的宣威煤系等，均产大羽羊齿植物群，应与龙潭组相当。在南京天宝山龙潭组上部砂质灰岩中产喇叭□，证明吴家坪组与龙潭组相当。扬子江下游的江西、安徽及江苏南部的龙潭组中产安德生菊石、前耳菊石（*Prototoceras*）等，证明与苏联外高加索地区的朱法尔层相当。在江西一带与本组相当的地层称为乐平组（旧称乐平煤系），广泛分布于西南地区。

【龙潭煤系】　“龙潭组”的旧称。

【乐平煤系】　指江西一带与“龙潭组”相当的地层。又称“乐平组”，旧称“乐平煤系”。详见“龙潭组”。

【吴家坪组】　旧称“吴家坪灰岩”，原代表上二迭统中上部，后经厘定，将其范围加以限制，专用以代表上二迭统下部。分布于陕西汉中，广西宜山、贵州望谟及四川西北等地区。最初命名地点在陕西汉中南郑县城西偏北十二公里的吴家坪。本组为浅海相碳酸盐沉积，根据岩性分为下中上三部：下部灰岩中极富燧石结核，有时互联成层，而灰岩成薄层状夹于燧石之中；中部厚层和块状灰岩及薄层灰岩；上部暗灰色厚层状及块状灰岩和灰色块状积云状灰岩。富产□类、珊瑚类及藻类化石，其中以□类及珊瑚最多，如喇叭□（*Codonofusiella*）、拉且尔□（*Reichelina*）及梁山珊瑚（*Liangshanophyllum*）等，共厚约400米。本组与下伏茅口组为假整合接触，与上覆长兴组为连续关系。与龙潭组同时异相。

【吴家坪石灰岩】　“吴家坪组”的旧称。

【长兴组】 旧称“长兴石灰岩”，时代属晚二迭世晚期，分布于华南各地，如在浙江、江西、四川、云南、江苏、安徽、广东等省的一些地点，均发现含有以古纺锤□（Palaeofusulina）为代表的长兴组。最初命名地点在浙江西北长兴县大煤山一带。本组为浅海相碳酸盐沉积，以深灰色厚层灰岩为主，有沥青味，夹燧石层及燧石结核，厚约34米，产古纺锤□、拉且尔□（Reichelina）及欧姆贝（Oldhamina）和菊石等。本组与下伏龙潭组为整合关系，与上覆三迭系为整合或假整合接触。

【长兴石灰岩】 “长兴组”的旧称。

【大隆组】 原称“合山层”，时代属晚二迭世晚期，分布于广西、贵州、江苏、安徽、四川及陕西汉中等地区。最初命名地点在广西来宾县大垅煤田矿场附近。本组为海陆交替相泥砂质沉积，依据岩性分为上下两部：上部为灰色、灰黄色、灰绿色硅质页岩及砂岩等，厚15米；下部为黑色砂质页岩夹灰白色、灰绿色页岩及砂岩，厚20米。本组中富产以假提罗菊石（Pseudotirolites）和肋瘤菊石（Pleuronodoceras）为代表的菊石群，还有腕足类欧姆贝（Oldhamina）及植物化石鳞杉（Ullmania）等。假提罗菊石–肋瘤菊石（Pseudotirolites – Pleuronodoceras）带和长兴组的古纺锤□（Palaeofusulina）带一样，是世界上古生界最高的化石带。本组与下伏岩层（相当于龙潭组）为整合关系，与上覆三迭系为整合接触。关于大隆组的层位问题，尚有不同意见，一种认为大隆组与长兴组是上下关系，其层位在长兴组之上。另一种意见认为大隆组与长兴组是同时异相。

【合山层】 “大隆组”的旧称。

【山西组】 时代属早二迭世早期，分布于华北各地，如山西、河北、河南、山东的一些地区。最初命名地点在山西中部太原一带。本组为陆相含煤沉积，代表东大窑灰岩之上，骆驼脖杂砂岩之下的一段地层。岩性为灰色、黑色砂岩、页岩夹煤层，并常含菱铁矿结核，含植物化石三角织羊齿—编羊齿（Emplectopteris triangularis – Empleetopteridium）等中期华夏植物群，其中重要分子有中华瓣轮木（Lobatannularia sinensis），托尼楔叶（Sphenophyllum thonii），翅状准织羊齿（Emplectopteridium alatum），尖头带羊齿（Taeniopteris mucronatas）等。本组是我国重要含煤地层之一，遍布中国北部及东北南部。煤层多（常发育有厚煤6—10层）、储量大、质量好、层位比较稳定，经济价值很大。本组与下伏的上石炭统太原组为整合接触。辽宁太子河地区的柳塘组下部大致与山西组相当。

【石盒子组】 旧称“石盒子系”。分上、下石盒子组，下组属早二迭世晚期，上组属晚二迭世早期，分布于山西、河北、河南、安徽及鄂尔多斯地区。最初命名地点在山西太原东五公里的石盒子沟。本组下部是一套陆相灰、黄、绿杂色页岩、泥岩及砂质页岩，底部夹薄煤层，含铁锰质结核，厚达200米，产以三角织羊齿（Emplectopteris triangularis）及怀特华夏羊齿（Cathaysiopteris whitei）为代表的中期华夏植物群。本组上部是一套陆相黄色砂岩、黄绿色粘土质页岩与黑紫色泥岩相间成层，中夹紫红、棕红色砂质页岩和粘土页岩等，厚约200—370米，产以栗叶单网羊齿（Gigantonoclea halli）及多叶瓣轮叶（Lobatannularia heianensis）为代表的晚期华夏植物群。本组底部的骆驼

脖砂岩很不稳定，与下伏山西组之间的关系不易确定，可能为整合关系。过去有人认为是假整合关系或不整合关系。看来还需要进一步研究查明。

【石千峰组】 旧称“石千峰系”。时代属晚二迭世晚期。广泛分布于华北各地，甘肃河西走廊及新疆北部。最初命名地点在山西太原市西二十五公里的石千峰。本组为在比较干燥气候条件下形成的陆相红色为主的杂色岩沉积，以紫红色交错层砂岩和具波痕的粘土页岩为主，夹有泥灰岩和石膏薄层，厚约700米。在山西宁武地区，自下而上可分为：①孙家沟段，②刘家沟段，③和尚沟段。太原西山模式剖面上的石千峰组仅存孙家沟段和刘家沟段。在山西保德，孙家沟段中产脊椎动物化石二迭石千峰龙（Shihtienfenia permica young et yeh），时代属二迭纪无疑。刘家沟段来发现化石。在陕北府谷石千峰组上部的和尚沟段中的孢粉组合，接近二迭纪的程度比早、中三迭世为强。因此，石千峰组以归入晚二迭世较为适宜。对石千峰组的时代隶属，尚有争议，有人根据和尚沟段在吴堡、府谷麻镇等地的叶肢介、介形类和脊椎动物化石角齿鱼（Ceratodus sp.）等，认为和尚沟段的时代应为早三迭世。华北二迭纪专题会议纪要把刘家沟段和和尚沟段都归入下三迭统。

【色龙群】 时代属早二迭世晚期。分布于西藏珠峰地区的聂拉木、定日、吉隆和定结等县。最初命名地点在聂拉木县希夏邦马峰北色龙村附近。本群为海相，以泥灰岩为主，夹多层砂岩和页岩，富含化石，下部为断层所截，出露厚度为281米。有小石燕（Spiriferella）、粗线贝（Costiferina）、万德汉贝（Wydhamia）、新石燕（Neosyirifer）；沃纳珊瑚（Wannerophyllum）、厚壁珊瑚（Tachylasma）、板轴珊瑚（Lytvolasma）、满珊瑚（Pleropohyllum）；窄管苔藓虫（Stenopora）、笛孔苔藓虫（Fistulotrypa）；阿尔图菊石（Altudoceras）化石等。与上覆三迭系可能为假整合。

【寿山沟组】 时代属早二迭世栖霞期，分布于吉林省中部和西部及黑龙江省西部。最初命名地点在吉林省桦甸县寿山沟。本组为浅海相碎屑及碳酸盐沉积，由凝灰质砂岩、粉砂岩、凝灰岩及石灰岩组成，在下部石灰岩中产格鲁佩拟纺锤□（Parafusulina gruperensis），细线希瓦格□（Sehwagerina linearis），克腊夫特氏假纺锤□（Pseudofusulina kraffti）及星状朱森珊瑚（Chusenophyllum asteroidea）等，厚约343米。与下伏上石炭统石嘴子组关系不清。

【大河深组】 时代属早二迭世栖霞期，分布于吉林省中部和西部及黑龙江省西部。最初命名地点在吉林省桦甸县大河深。本组为浅海相沉积及酸性海底火山喷发的凝灰岩、酸性熔岩、凝灰质砂岩、板岩夹石灰岩透镜体组成，富产苏昌单通道□（Monodiexodina sutschanica），拟纺锤□（未定种）（Parafusulina sp.），希瓦格□（未定种）（Sehwagerina sp·）及四川四川珊瑚（Szechuanophyllum szechuanense），陆相夹层中产大量植物化石心脉羊齿（Cardioneura）等。厚约1128米。与下伏下二迭统寿山沟组为整合接触。

【范家屯组】　时代属早二迭世茅口期，分布于吉林省中部和西部及黑龙江省西部。最初命名地点在吉林省永吉县范家屯。本组为浅海相沉积，由砂岩、粉砂岩、凝灰质砂岩、凝灰质砾岩及石灰岩组成，产网格新希瓦格□（Neoschwagerina craticulifera），费氏费伯克□（Verbeekina verbeeki），锥筒形朱森□（Chusenella conicocylindrica）及腕足类薄弱蕉叶贝（Leptodus tenuis）等。厚约1387米。与下伏下二迭统大河深组为整合关系。

【一拉溪组】　时代属晚二迭世，分布于吉林省中部、西部及东部。最初命名地点在吉林省永吉县一拉溪。本组为一套中、酸性火山岩系、以绿色，紫色凝灰质板岩为主，并有凝灰岩夹少量酸性熔岩，下部往往有安山岩及其凝灰岩、凝灰砾岩，厚约500—1157米。与下伏下二迭统范家屯组为假整合接触。与上覆杨家沟组为整合关系。未发现化石。

【杨家沟组】　时代属晚二迭世，分布于吉林省中部。最初命名地点在吉林省九台县波泥河公社杨家沟。本组为海陆交互相沉积，由板岩、粉砂岩、砂岩互层组成，底部常有砾岩，产淡水双瓣类古无齿蚌（palaeonodonta），古米台蚌（Palaeomutela）及海生双瓣类直肌束蛤（Orthomyalina）、李氏蛤（Liebea sp·）等。厚500—1200米。与下伏上二迭统一拉溪组为整合关系。

【开山屯组】　时代属晚二迭世，分布于吉林省东部。最初命名地点在吉林省延吉县开山屯。本组为一套陆相沉积，岩性以灰绿色凝灰质砾岩及深灰色粉砂岩为主，产植物化石平安瓣轮叶（Lobatannularia heianensis），中朝楔叶（Sphenophyllum sino－coreanum），蔡耶美羊齿（Oallipteris zeilleri）等。厚约350米。与下伏上二迭统上柯岛组为假整合。

中生代

【中生代】　Mesozoic；Era　显生宙第二个代，开始于距今2.30亿年，延续了约1.63亿年。中生代包括三迭纪、侏罗纪和白垩纪共三个纪。生物界的主要特点是，就植物来说，以裸子植物为主，故中生代有“裸子植物时代”之称。但从白垩纪后期，新的、高度发育的被子植物出现了，排挤了古老的裸子植物，占有主要地位，使得白垩纪晚期的植物群具有了新生代植物的面貌。就动物来说，以爬行动物的极度发展和菊石类的规律演化为其特征，故中生代又有“爬行动物时代”和“菊石时代”之称。随着中生代的结束，巨大的恐龙类和海洋中的菊石类都绝灭了。原始的哺乳类在白垩纪早期出现。鸟类的祖先出现于侏罗纪晚期。在古地理方面，从世界范围来看，古地中海范围缩小，限于南欧、北非、地中海沿岸一带，向亚洲延伸，经伊朗至喜马拉雅山，更向东南延伸，经缅甸转马来西亚。古地中海以北的古欧亚大陆，中生代时，欧洲部分常为浅海侵没，亚洲部分则大部高出海面以上。在古地中海以南的南方冈瓦纳大陆，中生代后期，由于进一步解体的结果，形成几个分离的陆块：南极大陆、南美、非洲、印巴次大

陆和澳大利亚。在它们之间及欧亚大陆和北美大陆之间，形成了两个巨大的大洋盆地：印度洋和大西洋。中生代时，有些地区发生过强烈的地壳运动。在欧洲称老阿尔卑斯运动。在太平洋两岸也很强烈，故又称太平洋运动。在美洲西部称内华达运动和拉拉米运动。在中国则称印支运动和燕山运动。与印支运动和燕山运动的同时，在我国东部沿海地区，伴随大规模岩浆活动，形成了许多重要内生金属矿床。

【中生界】 Mesozoic Erathem 中生代形成的地层称中生界。中生界包括三迭系、侏罗系和白垩系。我国中生界以陆相为主。三迭系分南方和北方两种类型，南方为海相，北方为陆相。侏罗系、白垩系，仅在我国边缘地带有海相沉积，其余广大地区全为陆相沉积，已无南北之分，而为东西两区所代替。东部盆地群在早侏罗世沉积了含煤地层，中侏罗世至白垩纪主要为红色碎屑岩或杂色岩系，并夹有火山岩系。西部内陆盆地群早侏罗世为含煤沉积，中侏罗世至白垩纪以红层及不含火山岩系为特征。沉积矿产有煤、石油、油页岩、岩盐、石膏及沉积铁矿和铜矿等。

【第二系】 Secondary 十八世界中期有人（Arduina，1759）创用“第二系”一名代表现在所称的中生界。久已废弃不用。但目前在少数欧洲出版的著作中，继续使用“第二系”一名，称中生界为第二界。

【三迭纪】 Triassic Period 中生代第一个纪。“三迭纪”（或三叠纪）一名来自德文“Trias”的日文意译，我国沿用。由于在德国，这一时期的地层，研究最早，一系三分的性质非常明显，故名（Von Alberti，1834）。开始于距今 2.30 亿年，延续了约 3500 万年。它又分为早、中、晚三个世。生物界与二迭纪相比有了显著的变化。繁盛于晚古生代的鳞木、封印木、科达树都绝灭了，而裸子植物中的苏铁类占重要地位。真蕨类和木贼类也逐渐繁荣。脊椎动物方面，鱼类以亚全骨类的繁盛为其特点、爬行动物迅速发展，恐龙类开始出现，而两栖类则趋向衰退。海生无脊椎动物中，繁盛于晚古生代的四射珊瑚和□类已完全绝灭。腕足类明显衰退，所存无几。软体动物中菊石类和瓣鳃类及腹足类中的神螺超科却进一步发展，成为重要标准化石。从菊石类和瓣鳃类的属种来看，我国三迭纪动物群与古地中海动物群关系密切。实际上三迭纪海生动物分区现象已不明显，各个海区的动物群面貌基本上一致。

【三迭系】 Triassic System 三迭纪形成的地层称三迭系（或三叠系）。它又分为下、中、上三个统。欧洲的三迭系研究较详，一般分为三种类型：①在英国纯属陆相，以新红砂岩为代表；②在德国则为海陆交互相，上下两统均为陆相，下统称斑砂岩统（Buntsandstein），正统称杂色岩统（Keuper），中统则为海相，称壳灰岩统（Muschelkalk）。③在阿尔卑斯区则全属海相，根据菊石组合共分六个阶，分属三个统。下三迭统称为赛特阶或统（Scythian），中三迭统包括安尼西阶（Anisian）和拉丁尼阶（Ladinian），上三迭统包括卡尼阶（Carnian）、诺利阶（Norian）和瑞替阶（Rhaetian）。以上各个阶的模式地点均在东阿尔卑斯。我国三迭系分为南北两种类型。中国南部以海相沉

积为主，其中以西南地区的滇、黔、桂、川诸省发育完全。中国北部及西北部除黑龙江省沿乌苏里江西岸那丹哈达岭一带及甘肃秦安地区有海相沉积外，其余地区全为陆相。沉积矿产有石油、天然气、岩盐、石膏、煤、含铜砂页岩、油页岩及赤铁矿等。

【斑砂岩统】 Buntsandstein 是德国相下三迭统的专名。斑砂岩统系就岩性取名。它为大陆或泻湖相沉积，岩性主要为红色或淡紫色砾岩、砂岩或页岩。上部出现海相沉积，含有瓣鳃类褶翅蛤（Myophoria）等。

【壳灰岩统】 Muschelkalk 是德国相中三迭统的专名。壳灰岩统系就岩性取名。它为海相沉积，根据岩性可自下而上分为三部：①波状石灰岩，其层面呈波状；②硬石膏层，含石膏、硬石膏或岩盐；③介壳石灰岩，含化石菊面石（Ceratites）。

【杂色岩统】 Keuper 是德国相上三迭统的专名。杂色岩统系就岩性取名。Keuper 一名源自杂色泥灰岩的方言“Kipper”。杂色岩统为陆相、泻湖相沉积，并含有海相夹层。岩性主要为杂色钙质泥岩、砂岩、泥灰岩，绿色或红色白云岩，并含有石膏或硬石膏夹层。

【德国相（三迭系）】 Germanic facies（of Triassic System） 欧洲海陆交互相三迭系类型的通称。自下而上称为斑砂岩统（Buntsandstein），壳灰岩统（Muschelkalk），杂色岩统（Keuper）。上统及下统为陆相和泻湖相沉积，中统为海相沉积。主要分布于德、法、西班牙、波兰及北非的部分地区。以德国研究最详最早，故名。

【英国相（三迭系）】 Britanic facies（of Triassic System） 欧洲陆相三迭系类型的通称。下部为砾质岩，与二迭系上部的红色砂岩共同组成新红砂岩。上部以红色泥灰岩为主，相当于德国相的杂色岩统。因主要发育在英伦三岛，故名。

【阿尔卑斯相（三迭系）】 Alpine facies（of Triassic System） 欧洲海相三迭系类型的通称。下统为赛特统（Scythian），中统包括安尼西阶（Anisian）、拉丁尼阶（Ladinian），上统包括卡尼阶（Carnian）、诺利阶（Norian）、瑞替阶（Rhatian）。主要分布于奥地利、瑞士、意大利、巴尔干半岛。以东阿尔卑斯为其模式地区，故名。

【赛特统】 Scythian Series 又称始三迭系，是阿尔卑斯相下三迭统的专名。本统又可二分为下部印度阶，上部奥仑尼克阶；或自下而上四分为格里斯巴奇阶（Griesbachian）、迪纳尔阶（Dienerian）、司密斯阶（Smithian）和司帕斯阶（Spathian）。赛特统一名源自苏联南部一山区的古代民族名。

【始三迭系】 Eotrias 是赛特统的同义名，见赛特统。

【印度阶】 Indian Stage，Induan stage 位于奥仑尼克阶之下，是海相下三迭统下部的一个阶。印度阶一名源自盐岭的印度河。

【奥仑尼克阶】 Olenekian Stage 位于印度阶之上，是海相下三迭统上部的一个阶。奥仑尼克阶源自西伯利亚北部奥仑尼克河口一带的奥仑尼克层。

【安尼西阶】 Anisian Stage 位于赛特统之上，拉丁尼阶以下，是阿尔卑斯相中三迭统下部的一个阶。安尼西阶一名源自奥地利安尼西河（Enns）的拉丁名“Anisus”。

【拉丁尼阶】 Ladinian Stage 位于安尼西阶之上，卡尼阶以下，是阿尔卑斯相中三迭统上部的一个阶。拉丁尼阶一名源自南阿尔卑斯的一个古代民族名拉丁尼（Ladiner）。

【卡尼阶】 Carnian stage 位于拉丁尼阶之上，诺利阶以下，是阿尔卑斯相上三迭统下部的一个阶。卡尼阶一名源自阿尔卑斯东南部罗马时代的古地名卡尼（Carnia）。

【诺利阶】 Norian stage 位于卡尼阶之上，瑞替阶以下，是阿尔卑斯相上三迭统中部的一个阶。诺利阶一名源自东阿尔卑斯奥地利境内罗马时代的一个古地名。

【瑞替阶】 Rhaetian Stage 位于诺利阶之上，侏罗系里阿斯统以下，是阿尔卑斯相上三迭统顶部的一个阶。在法国则多把瑞替阶归于侏罗系底部，称为底里阿斯（Infralias）。瑞替阶一名源自东阿尔卑斯（东瑞士）在罗马时代的一个古地名（Rhatikon）。

【底里阿斯】 Infralias 即“瑞替阶”。在法国相当于瑞替阶的层位归于侏罗系底部，故又称为底里阿斯。

【罗楼组】 时代属早三迭世。分布于广西西部。最初命名地点在广西凌乐县东部罗楼圩东北二里的那利岭东坡。本组为浅海碳酸盐沉积，主要为浅灰色与灰色薄层灰岩夹扁豆状灰岩，厚 20—100 米。在若干地区的不纯灰岩中，富含菊石，因而将本组划分为四个菊石段，包括八个菊石带，自下而上为：齿环菊石段（Gyronites）缘带维士菊石（Vishnuites marginalis）带；佛莱明菊石段（Flemingites）、广西前皱菊石（Proptychites kwangsiensis）带，凌云康宁氏菊石（Koninckites lingyunensis）带；欧文菊石段（Owinites）、肋状欧文菊石（Owenites costatus）带；尖腹假欧文菊石（Pseudowenites oxynostus）带；哥仑布菊石段（Columbitan），达尔文提罗菊石（Tirolites darwini）带，肋状哥仑布菊石（Columbites costatus）带、前卡尼菊石－光叶菊石（Procarnites Leiophyllites）带。在齿环菊石段之下发现一层生物碎屑岩（厚 6 米左右）含丰富的瓣鳃类化石。当时建为谋爱段，含化石有莫氏翼蛤相似种（Pteria cf · murchisoni），赛特尖咀蛤（Oxytoma scgthicum）格氏克氏蛤相似种（Claraia cf · griesbochi），真形蛤（Eumorphotis sp ·）等。在本组页岩中发现凤山中华空棘鱼（Sinocoelacanthus fengshanensis）。本组与下伏上二迭统合山组可能为假整合接触，与上覆安尼锡期地层可能为整合关系。

【永宁镇组】 时代属早三迭世。分布于黔西南及滇东南。最初命名地点在贵州关岭县永宁镇七星洞附近。本组为浅海相泥质灰质沉积，以灰色泥质灰岩及石灰岩为主，顶部多为黄色、灰色、红色砂质页岩，共厚 208 米。产瓣鳃类莫企孙氏翼蛤近似种（Pteria cf · murchisoni）、棱贝荚蛤（Bakevellia costata）及瘤提罗菊石（Tirolites spinosus）等。在普安县晴隆镇剖面下部产巢真形蛤（Eumorphotis hinnitidea）等。本组与下伏飞仙关组为整合关系，与四川西部的铜街子组相当。

【铜街子组】 时代属早三迭世。分布在四川西南部。最初命名地点在大渡河下游的乐山县铜街子附近。本组为浅海相泥沙质、灰质沉积。下部厚 100 米，为紫色页岩及砂岩互层，夹灰岩数层，含差棱真形蛤（Eumorphotis inaequicostata）、光滑褶翅蛤（Morphoria laevigata）等。上部厚 50 米，为紫色及灰绿色页岩夹薄层灰岩，含莫企孙氏翼蛤近似种（Pteria cf · murchisoni）、均匀细弱海扇（Leptoehondria albertii）。近年来，在川西南铜街子组上部发现提罗菊石（Tirolites）。本组与黔西南永宁镇组相当，与下伏飞仙关组为整合关系。

【飞仙关组】 旧称“飞仙关页岩”，时代属早三迭世。分布于川西、川西北、滇东及黔西一带。最初命名地点在四川广元县北十五公里的飞仙关。本组为滨海相或浅海相泥砂质沉积，以暗紫色、绿色页岩及砂岩为主，厚 230—500 米。上部以含真形蛤（Eumorphotis）为最多，称多型真形蛤（Eumorphotis multiformis）带；下部含克氏蛤（Claraia）为最多，称王氏克氏蛤（Claraiawangi）带。本组与下伏二迭系为不连续沉积，在一些地区表现为假整合。有些地区二者之间界限不明显，如在黔西与下伏二迭系为整合关系。云南东部的洗马塘组与本组相当。

【飞仙关页岩】 “飞仙关组”的旧称。

【大冶组】 旧称“大冶灰岩”，时代属早三迭世。分布于鄂、川东、湘中、粤及黔中等地。最初命名地点在湖北大冶县大冶铁矿附近。本组为浅海相碳酸盐沉积，以薄层灰岩为主，可以分为下中上三部：上部为青灰色、灰白色厚层灰岩，间夹砾状白云质灰岩；中部为浅灰、青灰色薄层灰岩夹页岩；下部为黄、灰黄、黄绿色页岩及钙质页岩夹薄层泥灰岩。厚 300—500 米。下部富含菊石及瓣鳃类化石，有克什米尔菊石（Kashmirites）、米克菊石（Meekoceras）及蛇菊石（Ophiceras）及克氏蛤（Claraia）等。本组与飞仙关组为相变关系，与下伏二迭系为不连续沉积或假整合关系。

【大冶灰岩】 “大冶组”的旧称。

【关岭组】 旧称“关岭层”，时代属中三迭世安尼西期。分布于贵州西南部。最初命名地点在贵州关岭县永宁镇西营盘山。本组为浅海相钙质泥质沉积，以深灰色灰岩、泥质灰岩为主，夹黄绿、绿及紫色页岩，厚 776 米。页岩中产瓣鳃类化石：不规则褶脊蛤［Myophoria（Costatoria）goldfussi mansuyi］及里斯卡微光海扇（Entolium liscaviensis）等。本组与贵阳附近的青岩组相当，与下伏下三迭统永宁镇组为整合关系。在贵阳附近的青岩组中含有腕足类中华鹗嘴贝（“Maxillirhynchia”sinensis）及莱采贝（Retzia schuageri）、菱形瑞提贝（Rhaetina angustaeformins）等。

【嘉陵江组】 旧称“嘉陵江灰岩”，时代属中三迭世安尼西期。分布于四川、湖北、云南等地。最初命名地点在四川广元县北嘉陵江沿岸。本组为浅海相碳酸盐沉积，主要为灰色、灰黄色、灰绿色薄层致密灰岩为主，间夹钙质页岩，底部有一层砾状灰

岩。灰岩中富含有孔虫化石不稳砂盘虫（Ammodiscus incertus）和绕旋虫（Glomospirella）等。在广元至上寺、江油香水一带，本组产有横扭蛤（Hoeornosia）、荚蛤、（Gervillia）、光海扇（Entolium）组合，显示中三迭世早期色彩。厚350米。本组与下伏下三迭统铜街子组为整合关系。近年来，在川南、川东嘉陵江组第二段发现提罗菊石（Tirolites），证明嘉陵江组下部应属下三迭统，约与铜街子组上部相当。但在广元最初命名地点，未发现下三迭统化石。

【嘉陵江灰岩】 “嘉陵江组”的旧称。

【法郎组】 时代属中三迭世拉丁尼期。分布于黔西。最初命名地点在贵州省关岭县南五公里的法郎村。本组为浅海相沉积，由灰色至深灰色不纯薄层灰岩及黑色微带红色页岩组成，厚约160米，下部产瓣鳃类化石顾氏海燕蛤（Halobia kui）、类细线海燕蛤（Halobiac ecmatoides）、温根海浪蛤（Posidonia wengensis）及菊石化石迪普拉原粗菊石（Protrachyceras deprati）等。本组与下伏竹杆坡段为整合关系。

【竹杆坡段】 时代属中三迭世拉丁尼期。分布于贵州西南部关岭县。最初命名地点在贵州关岭县黄土塘东二公里的竹杆坡。本段为浅海相碳酸盐沉积，根据岩性分为上下两部：上部灰色至深灰色薄层灰岩，产瓣鳃类琴式真形蛤（Eumorphois illyric）及亚琴式真形蛤（Eumorphotis subillyric）等；下部为深灰色至灰白色厚层白云质灰岩，共厚467米。本段与下伏关岭组为整合关系。

【雷口坡组】 时代属中三迭世拉丁尼期（本组时代尚有争论，有人认为全部或部分属安尼西期。）分布于四川南部及贵州北部。最初命名地点在四川威远县新场附近的雷口坡。本组为泻湖相沉积，以浅灰色至深灰色白云岩及石灰岩为主，夹页岩和石膏层，厚约220米。下部白云质灰岩夹少许页岩，产琴式真形蛤（Eumorphotis illyrica）等；上部泥质白云岩、薄层灰岩及泥灰岩，产美丽前角菊石。（Progonoceratites Pulcher）。本组与下伏嘉陵江组为整合关系。

【把南组】 时代属晚三迭世卡尼期，分布于贵州南部、西部地区。最初命名地点在黔南贞丰布依族苗族自治县挽澜（旧称把南）附近。本组为浅海相泥砂质沉积，由灰绿色砂质页岩及青灰色细砂岩组成，厚约300米，含瓣鳃类化石贵州褶翅蛤（Myophoria kueichowensis）、削刀栗蛤（Nuula strigillata）、罗氏褶顶蛤（Myophoriopsis rosthorni）等。本组与下伏法郎组为整合关系。

【乌格组】 旧称“乌格页岩”，时代属晚三迭世卡尼期。分布于云南东部。最初命名地点在云南开远县东十五公里的乌格煤田附近。本组为滨海相沉积，由灰色石英砂岩、灰黑色、灰绿色钙质页岩及砂质页岩组成，厚354米，产高尚海燕蛤（Halobia superba）等瓣鳃类化石。本组与下伏法郎组为整合关系。

【乌格页岩】 “乌格组”的旧称。

【火把冲组】 旧称“火把冲煤系”，时代属晚三迭世。分布于云南东南部及贵州南部及西部地区。最初命名地点在云南癟旧西南二十五公里的火把冲。本组为海陆交替相含煤沉积，岩性为灰色、灰绿色细砂岩、石英砂岩及泥岩夹薄层煤含植物化石。在煤层附近的泥灰岩及黄色页岩中含斜脊缅甸蛤（Burmesia lirata）、卷嘴卡息安蛤（Cassianella gryphaeata）、那贵褶翅蛤（Myophoria napengensis）、多线横扭蛤（Hoernesia filosa）等瓣鳃类化石。厚250—700米。本组与下伏乌格组为连续沉积。在命名地点上部为断层割切。云南中部的一平浪组与川北的须家河组均可能与火把冲组相当，亦属上三迭统。

【火把冲煤系】 “火把冲组”的旧称。

【一平浪组】 旧称“一平浪煤系”，时代属晚三迭世。分布于云南中、北部。最初命名地点在云南中部广通县一平浪附近。本组为陆相含煤沉积，有海相夹层。岩性为灰白色长石砂岩、粗砂岩及黄灰绿杂色页岩，夹煤层和耐火粘土，厚40—850米，含丰富植物化石新月蕨型格子蕨（Clathropteris meniscioides）及那托斯特网叶蕨（Dictyphyllum nathorsti）等。本组与下伏震旦系为不整合接触，在命名地点与上覆禄丰群为整合关系。

【一平浪煤系】 即“一平浪组”。

【须家河组】 原名“广元煤系”，后改名“须家河系”时代属晚三迭世。分布于川西北一带。最初命名地点在四川广元须家河煤矿。本组为海陆交互相含煤沉积，以灰色石英砂岩、长石石英砂岩、厚层砂岩、薄层砂岩及粉砂岩为主，夹泥岩、煤层、及透镜状菱铁矿层，共厚约600米。上部含植物化石：新月蕨型格子蕨（Clathropteris meniscioides）、拉契波斯基枝脉蕨（Cladophlebis raciborskii）、那托斯特网叶蕨（Dictyophyllum natnorsti）、广元葛柏特蕨（Goeppertella kwangyuangensis）、洛采异羽叶（Anomozamites loczyi）、李氏大网羽叶（Anthrophopsis leeiana）、卡勒莱新芦木（Neocalamites carreri）等晚三迭世诺利期至瑞替期植物群的重要分子。下部产诺利期瓣鳃类化石：云南似栗蛤（Nuculana yunnanensis）、侧褶顶蛤（Myophoriopsis cf. latedorsata）、克氏翼蛤（Pteria krumbecki）布氏云南蛤（Yunnanoiohorus baulei）、傅氏瓢形蛤（Modiolus furgi）及分隔褶翅蛤（Myophoria subvesita seporata）、斜脊缅甸蛤（Burmesia lirata）等。本组与火把冲组相当，与下伏中三迭统雷口坡组为假整合接触。

【广元煤系】 “须家河组”的旧称。

【安源组】 旧称“安源煤系”，时代属晚三迭世。分布于江西、湖南境内。最初命名地点在江西萍乡市南的安源。本组为海陆交互相或滨海相含煤沉积，根据岩性和化石自下而上分为四个段：①紫家冲段，为主要含煤段，以黑、灰黑砂质泥岩、泥岩和炭质泥岩为主夹煤层，富含植物化石：中华叉羽叶（Ptilozamites ehinensis）、羽毛侧羽叶（Pteroyhyllum ptilum）、粗脉大网羽叶（Anthrolphopsis crassinervis）、镰刀羽叶（Drepanozamites）、中国篦羽叶（Sinoctenis），以上属种常见于晚三迭世诺利——瑞替期；②三家冲段，以常呈球状风化的灰黑泥岩为主，下部有时为砂岩、砂质页岩等。在

灰黑泥岩中富产滨海–泻湖相瓣鳃类化石：日置拟贝荚蛤（Bakeoelloide hekiensis）、浏阳拟贝荚蛤（B. liuyangensis）、近卵江西蛤（Jiangxiella subovata）等，动物组合的整个面貌与日本晚三迭世卡尼期的相近；③爱坡里段，以砂砾岩为主，局部含可采煤层，所含植物化石以羽毛侧羽叶（Pterophyllum ptilum）、近等侧羽叶（P. subaequale）带羊齿（Taenioipteris），蕉羽叶（Nilssonia）等为特征；④三癞田段，以浅色粉砂质岩石为主，富含瓣鳃类化石：近长褶顶蛤（Myophoriopsis cf. perlonga）、浏阳三角齿蛤（Trigonodus liuyangensis）等。本组与下伏二迭系长兴组或茅口组或下三迭统大冶组为不整合接触。

【安源煤系】　“安源组”的旧称。

【青尤群】　旧称“青龙灰岩”，时代属早三迭世至中三迭世。分布于苏南、浙北及皖南一带。模式地点在南京东二十五公里龙潭镇南的青龙山。本群为浅海相沉积，主要为灰色薄层灰岩夹页岩，共厚438米。下部灰色薄层灰岩、黄绿色钙质页岩及泥质灰岩，厚94米，产佛莱明菊石（Flemingites）、蛇菊石（Pophiceras）及克氏蛤（Claraia）等，时代属早三迭世，称下青龙群；上部灰色薄层灰岩，常夹红色钙质泥岩或瘤状泥灰岩，厚344米，产多瑙菊石（Danubites）等，时代属中三迭世安尼西期，称上青龙群。奉群与下伏上二迭统大隆组为整合或假整合接触。最近在安徽怀宁月山、集贤关一带于青龙组中发现丰富的菊石化石。自下而上分为：①弛蛇菊石（Lytophiceras）带，②拟环菊石（Gyronites）带，③佛莱明菊石（Flemingites）带，④拟西伯利亚菊石（Anasibirites）带及多瑙菊石–豪兰菊石（Danubites – Hollandites）组合。

【青尤灰岩】　“青龙群”的旧称。

【黄马青群】　旧称“黄马青页岩”，时代属中三迭世晚期至晚三迭世。分布于苏南、浙北、皖南一带。最初命名地点在南京紫金山麓黄马青村。本组为陆相泥沙质沉积或海陆交替相沉积（?）。根据岩性分为三部：下部紫色、暗灰及灰黄色砂岩，局部夹薄煤层及黑色页岩，具底砾岩，厚20—100米，在黑色页岩中含陕西拟托蕨（Todites shensiensis）、披针苏铁杉（Podozamites lanceolatus）等植物化石；中部紫色砂质页岩，夹较厚层状紫色砂岩，厚600余米；上部暗灰色泥质砂岩，夹灰黄色页岩，厚约40米。最近在安徽怀宁月山、集贤关江苏南京一带，于黄马青群底部发现拉丁尼阶的瓣鳃类化石：近琴式麻生海扇［Eumorphotis（Asoella）subillyrica］及戈氏褶脊蛤［Myolohoria（Costatoria）goldfussi］，时代为中三迭世晚期，与下伏青龙群为整合接触。

【黄马青页岩】　“黄马青群”的旧称。

【二马营群】　时代属早三迭世至中三迭世。出露于山西宁武、沁水盆地及晋陕边境。最初命名地点在山西宁武二马营附近。本群为内陆盆地堆积。根据岩性分为上下两部：下部为肉红色杂有绿色石英长石砂岩，灰白色杂有绿色红色砂岩及泥岩，厚376米，未发现化石，称陈家庄组；上部为紫红、黄绿色长石砂岩夹暗紫色、绿色泥岩，泥岩含钙质结核及石膏质结核，厚220米，含皮氏中国肯氏兽（Sinokannemeyeria pearsoni）等，称南梁山组。本群与下伏上二迭统石千峰组为假整合接触（?）。

【延长群】 旧称“延长层”，时代属晚三迭世。分布于陕西、甘肃、华北、豫西一带。最初命名地点在陕西延长县。本群为内陆盆地含油、煤沉积，由黄绿、灰绿、肉红等色长石砂岩、细粒砂岩及砂质页岩组成，含油页岩，底部常为粉红色长石砂岩。局部地区本群顶部含有煤层，即一般所称的“瓦窑堡煤系”。共厚1000米左右。植物化石有陕西拟托蕨（Todites shensiensis）、多实拟丹尼蕨（Danaepsis fecunda）、蔡耶束脉蕨（Bernoullia zeilleri）等。本群在山西宁武与下伏二马营群南梁山组为整合接触。

【瓦窑堡煤系】 指延长群顶部的含煤岩系，详见“延长群”。

【土隆群】 旧称“土隆层”，时代属早三迭世至晚三迭世卡尼期至诺利期早期。分布于西藏南部珠穆朗玛峰地区。最初命名地点在西藏南部珠峰地区聂拉木县土隆附近。本群为浅海相沉积，由石灰岩、生物碎屑岩与砂质页岩互层组成，底部为一层白云岩，共厚640米。本群包括十一个菊石带，自下而上属下三迭统的有：①耳菊石［Otoceras（Metotoceras）latilobatum］带；②蛇菊石［Ophiceras（Lytopiceras）sakuntala］带；③环菊石（Guronites psilogyrus）带；④欧文菊石（Owenites）带；⑤前卡尼菊石（Procarnites xizangensis）带，属中三迭统的有：⑥豪兰菊石－伯尔吉齿菊石（Hollandites－Beyrichlres）带；⑦拉丁原粗菊石（Protrachyceras ladinum）带。属上三迭统卡尼阶至诺利阶下部的有：⑧蹄转菊石（Hoplotropites）带；⑨尖腹付豪尔菊石（Parahautrites acutus）带；⑩瘤状瘤西藏菊石（Nodotibetites nodosus）带；⑪格里斯巴菊石－角背菊石（Griesbachites－Gonionotites）带。另外还有两个瓣鳃类化石带，属中三迭统拉丁尼阶的是印度鱼鳞蛤（Daonella inulica）带；属上三迭统卡尼阶下部的是显赫里郎蛤（Lilangina nobilis）带。本群与下伏二迭系色龙群可能为假整合关系。

【曲龙共巴组】 时代属晚三迭世诺利期中，晚期。分布于西藏南部珠穆朗玛峰地区。最初命名地点在藏南珠峰地区定日县曲龙共巴附近。本组为浅海相泥砂质、灰质沉积，以粉砂岩与砂质页岩互层为主，夹薄层生物碎屑灰岩，厚465米，包括三个菊石带，自下而上为①角腹印度侏瓦菊石（Indojuvavites angulatus）带；②同伴弓肋菊石（Cyrtopoleurites socius）带；③梅特尼基板菊石（Pinacoceras mitternichi）带。其次，与上述三个菊石带层位相当的还有一个鱼龙化石带，即西藏喜马拉雅鱼龙（Hlimalayasauruas tibetensis）带。另外，本组还包含一个瓣鳃类化石带：印度海扇－缅甸蛤（Indopecten－Butrmesia）带。除上述化石外，还有箭石。本组与下伏土隆群为整合关系。

【德日荣组】 时代属晚三迭世诺利期至瑞替期。分布于藏南珠峰地区。最初命名地点在藏南珠峰地区聂拉木县土隆村东的德日荣桥西。本组为浅海碎屑沉积，以石英砂岩为主，中下部夹砂质石灰岩，上部夹含炭质的细砂岩，厚591米。于砂质石灰岩中产瓣鳃类化石：满氏古心蛤（Pulaeocardita mansuyi）等，含化石的层位应属上三迭统诺利阶上部。

【下禄丰群】　时代属晚三迭世。对其时代尚有争议。根据介形虫等，认为应属下侏罗统。分布于云南境内。最初命名地点在云南禄丰县城东北沙湾、张家坳一带。下禄丰群（即冯家河组）为一套陆相红色碎屑沉积，以暗紫色、紫红色砂质泥岩和灰绿色砂岩为主，产许氏禄丰龙（Lufengosaurus huenei），云南卡氏兽（Bienotherium yunnanense）及宁夏珠蚌（Unio ningxiaersis），陕西西伯利亚蚌（Sibiriconcha shensiensis）、网状棒花介（Gomphocythcrc of. recticulata）、精致达尔文介（Darwinula bella）等。在下部常夹绿色页岩，产披针苏铁杉（Podozamites lancecolatus）、新芦木（Neocalamites）。厚1500米。与下伏一平浪组为假整合关系。

【侏罗纪】　Jurassic Period　中生代中间的一个纪。“侏罗纪”得名于法国、瑞士交界的侏罗山系。“Jura”音译应为汝拉山系。日译侏罗，我国沿用已久，暂不更改。在此山区侏罗系出露完好，化石丰富，故就山系取名（Humbold1829）。开始于距今195百万年，延续了5800年。它又分为早、中、晚三个世。侏罗纪是地史上海侵比较广泛的一个纪，又是地壳历史上植物界最为均一少变的时期。其整个生物界反应了典型的中生代面貌。爬行动物、菊石和裸子植物极度繁盛。植物界以裸子植物中的苏铁类、松柏类和银杏类为主。蕨类植物中真蕨类仍很重要和常见。自中侏罗世起欧亚大陆地势分异和气候分带现象重新加强，从而又出现了横亘欧亚的植物区。在南欧、中南亚和东南亚热带植物区，以苏铁类为其特征。在北极附近的斯匹次培根地区，则以松柏类为主。介于两者之间的西伯利亚温凉植物区则多松柏类和银杏类。爬行动物中以恐龙类最繁盛，其最突出的特点是生态的分异。有空中飞翔的翼指龙（Pterodactyglus），海中生活的鱼龙（Ichthyosaurus），还有在沼泽地带生活的大型恐龙。晚侏罗世，生物演化史上发生了一次由陆地向空中发展的飞跃，最早的鸟类始祖鸟（Archaeopteryx）出现了；它还保留许多爬行动物的特征，如具有牙齿等，代表爬行动物向鸟类演化的过渡类型。鱼类以全骨鱼类为主，原始真骨鱼兴起，如晚侏罗世的狼鳍鱼（Lycoptera）。陆生生物中还有昆虫、叶肢介、介形虫及淡水软体类等。海生无脊椎动物中以菊石和箭石最繁盛，是划分对比海相侏罗系的重要依据。海生动物分区在中、晚侏罗世比较明显。包括北极海区，斯匹茨培根和北美北部为主的北极动物区的特点是有厚壳的瓣鳃类雏蛤（Aucella）及菊石等，但缺乏珊瑚礁相。古地中海区包括阿尔卑斯区、喜马拉雅区、东南亚和南美安底斯区，北延至日本南部，以造礁珊瑚、海绵、厚壳瓣鳃类双角蛤（Diceras）及菊石、箭石为特征。

【侏罗系】　Jurassic System　侏罗纪形成的地层称为侏罗系。它又分为下、中、上三个统。海相侏罗系以西欧发育最好，在德国南部，一系三分极为明显。下统多为黑色页岩，称里阿斯统，中统多为棕色含铁砂岩，称道格统，上统多为白色泥灰岩，称麻姆统。下统有赫唐阶、西涅缪尔阶、普连斯巴奇阶、土尔辛阶、阿林阶。中统包括巴柔阶、巴特阶卡洛维阶。上统包括牛津阶、启莫里阶、波特兰阶。三迭纪末，由于印支运动的影响，我国大部隆起为陆，仅在我国边缘地带，如西藏、青海南部、滇西、两广沿海、喀喇昆仑山及黑龙江挠力河一带有海相沉积，其余地区均为陆相沉积。我国陆相侏罗系普遍含有煤层，一般分为两种类型：一种是东部火山活动带，由红色岩系、火山岩

系和杂色岩系等组成，以含有火山岩为其特征：另一种是西部内陆盆地区，多为紫红色河湖相沉积，以红层和不含火山岩为其特征。沉积矿产有煤、油页岩、石油、石膏及沉积铁、铜矿产。同时在火山岩系本身及与有关侵入岩的接触带中，产有铁、铜、铅、锌、明矾石、叶腊石、斑脱石、瓷土以及铝土矿等。

【里阿斯统】 Lias 是欧洲下侏罗统的专名，与德国的黑侏罗统（Schwarzer Jura）相当。里阿斯统自下而上包括赫唐阶、西涅缪尔阶，普连斯巴赫阶、土尔辛阶和阿林阶。里阿斯统一名源自英国石匠工人的老术语。这个术语来自赫里克（Gaelic）语“Leai”，表示板石的意思，是一种蓝色或白色坚硬的泥质石灰岩。相当于法文的“Liais”。

【黑侏罗统】 Black Jura，Schwarzer Jura 见“里阿斯统”。指德国相当于里阿斯统的下侏罗统地层。主要为泥质灰岩，泥灰岩，上部为黑色沥青质灰岩。由于岩石多为黑色而得名。

【赫唐阶】 Hettanglan Stage 位于三迭纪瑞替阶之上，西涅缪尔阶以下，是欧州侏罗系最底部的一个阶。赫唐阶一名源自法国巴黎盆地东边缘的一地名赫唐（Hettange）。

【西涅缪尔阶】 Sinemurian stage 位于赫唐阶之上，普连斯巴赫阶以下，是欧洲下侏罗统中部的一个阶。西涅缪尔阶一名源自法国巴黎盆地东南边缘一地名（Semur，拉丁名 Sinemnrium）。

【普连斯巴赫阶】 Pliensbachian Stage 位于西涅缪尔阶之上，土尔辛阶以下，是欧洲下侏罗统中部的一个阶。普连斯巴赫阶一名源自德国一地名普连斯巴赫（Pliensbach）。

【土尔辛阶】 Toarcian Stage 位于普连斯巴赫阶之上，阿林阶以下，是欧洲下侏罗统上部的一个阶。土尔辛阶一名源自法国巴黎盆地西南边缘的一地名土尔辛（Thours，拉丁名 Toarcium）。

【阿林阶】 Aalenian Stage 位于土尔辛阶之上，巴柔阶以下，是欧洲下侏罗统顶部的一个阶。阿林阶一名源自德国一地名阿林（Aaleen）。在英多主张废弃阿林阶，而把下、中侏罗统的界线置于土尔辛与巴柔阶之间。另外一种意见（Rioult，1964）则主张把阿林阶作为土尔辛阶的一个亚阶。

【道格统】 Dogger 是欧洲中侏罗统的专名，与德国的褐侏罗统（Brauner Jura）相当。道格统自下而上包括巴柔阶、巴特阶和卡洛维阶。道格统一名源自英国一术语道格（Dogger）。这个术语系指含铁岩石中一些大而不规则的结核，由于中侏罗统中常含此种结核，因而得名。

【褐侏罗统】　Brown Jura，Bratuner Jura　见“道格统”。指德国相当于道格统的中侏罗纪地层。主要为褐色泥灰岩及非生物成因的泥质灰岩，并夹有铁质鲕状岩层，因而得名。

【巴柔阶】　Bajocian Stage　位于阿林阶之上，巴特阶以下，是欧洲中侏罗统底部的一个阶。巴柔阶一名源自法国巴黎盆地西北边缘一地名巴柔（Bayeux，拉丁名 Bajoce）。

【巴特阶】　（Bathonian stage）　位于巴柔阶之上，卡洛维阶以下，是欧洲中侏罗统中部的一个阶。巴特阶一名源自英国南部的一地名巴斯（Bath）。

【卡洛维阶】　Calloviar Stage　位于巴特阶之上，牛津阶以下，是欧洲中侏罗统顶部的一个阶。卡洛维阶一名源自英国一地名卡洛维（Kelloways，拉丁名 Callovium）。

【麻姆统】　Maim series　是欧洲上侏罗统的专名，与德国的白侏罗统（Welsser Jura）相当。麻姆统自下而上包括牛津阶、启莫里阶和波特兰阶。麻姆统一名系因上侏罗统中含有一些灰白色岩石叫做麻姆（Maim）而得名。

【白侏罗统】　White Jura，Weisser Jura　见“麻姆统”。指德国相当于麻姆统的上侏罗纪地层。主要为灰白色灰岩及泥灰岩，因而得名。其中包括著名的索仑霍芬石印石灰石，始祖鸟化石及其他许多珍贵化石即产于此层。

【牛津阶】　Oxfordian Stage　位于卡洛维阶之上，启莫里阶以下，是欧洲上侏罗统底部的一个阶。牛津阶一名源自英国的牛津（Oxford）。

【启英里阶】　Kimmeridgian stage　位于牛津阶之上，波特兰阶以下，是欧洲上侏罗统中部的一个阶，启莫里阶一名源自英国的启莫里（Kimmeridge）。

【波特兰阶】　Portlandian Stage　位于启莫里阶之上，白垩系底部巴利阿斯阶以下，是欧洲上侏罗统顶部的一个阶。波特兰阶包括两个亚阶，下部博奴亚阶（Bononian）和上部波倍克亚阶（Purheokian）。狭义的波特兰阶等于博奴亚阶。波特兰阶一名源自英国南海岸的波特兰（Portland）半岛。

【砚岭组】　时代属晚侏罗世。分布于浙西一带。最初命名地点在浙江寿昌县城西的砚岭一带，现在浙西区晚侏罗世地层自下而上已划分为劳村组、黄尖组和寿昌组。本组为陆相火山碎屑沉积，主要为紫红色砂岩、页岩夹灰色、灰绿及黄绿色砂岩、页岩及凝灰岩、熔凝灰岩薄层，总厚200—400米。底部有带棱角砾石的砾岩层，不整合于震旦系砂岩或泥盆系砂岩之上，在寿昌劳村附近风畈—郎家剖面下部，产有布郎枝脉蕨比较种（Cladophlebis cf. browiana）、叶肢介米氏土菱介（Bairdestheria middendorfi）及三尾拟蜉蝣近似种（Epvhemeropsis aff. trisetalis）等。本组与上覆磨石山组或乌龙山火山岩多为过渡关系，或有时为假整合接触。

【梨山群】　旧称“梨山煤系”，时代属晚三迭世至早侏罗世。分布于福建、浙江地区。最初命名地点在福建建瓯梨山。为陆相含煤沉积。现在根据岩性可分为三组：下部为大坑组，厚800—1000米，为深灰色页岩与细砂岩互层，夹煤层及炭质页岩，具底砾岩。上段含植物化石中华叉羽叶（Ptiilozamites chinensis）、奥托鳞羊齿（Lepoidop teris otronis）、陕西舌叶（Glossophyllum？shensiensis）等，应属上三迭统；中部为文宾山

组，为灰色砂页岩，厚 100—300 米，含植物化石中华叉羽叶特多，并有奥托鳞羊齿、多实类单蕨（Danaeopgsis fecunda）、尼氏镰羽叶（Drepanozamites nilssoni）等，亦属晚三迭世；上部为梨山组，为浅灰色细砂岩、灰白色砂岩夹页岩和砾状粗砂岩，厚 260—300 米，含植物化石膜蕨型锥叶蕨（Coniopteris hymenophylloides），凤尾银杏和线银杏（Czekanowskia），则为下侏罗统。

【梨山煤系】 “梨山组”的旧称。

【乌灶组】 旧称“乌灶煤系”，时代属晚三迭世至中侏罗世（？）分布于浙江境内，最初命名地点在浙江义乌县乌灶煤田。本组为陆相含煤沉积，由浅黄色细砂岩、砂质页岩及灰色、黑色页岩组成，夹耐火粘土及煤层，底部为石英砾岩，总厚达 300—500 米左右。下部含美叶中国篦羽叶（Sinoctenis calophylla）、栉形侧羽叶（Pterophyllum ptilum）瘦细网叶蕨（Dictyophyllum exilis）、标准苏铁杉果（Cycadoear pidium erdmanni）、小型光叶肢介［Enestheria minata（Zieten）］及瓣鳃类等晚三迭世动植物化石。在建德寿昌李家源口南山坪及诸暨三都丰穆村，本组上部尚产丰富的淡水瓣鳃类化石约翰秉氏楔蚌（Cuneoysis johanisboehmi）、克氏丽蚌（Lam protula cremeri），改称渔山尖组或同山组，其底部仍称乌灶组，但限于三迭世。中部属早侏罗世的地层称为马涧组。乌灶组与下伏二迭系为不整合接触。

【乌灶煤系】 “乌灶组”的旧称。

【门头沟组】 旧称“门头沟煤系”，时代属中侏罗世，分布于河北境内。最初命名地点在北京西山门头沟。本组为陆相含煤沉积，以灰黑、灰色页岩、砂岩为主夹煤层，底部有厚 150—500 米的玄武岩（过去认为是辉绿岩）。页岩中含膜蕨型锥叶蕨（Coniopteris hymenophylloides）、华丽凤尾银杏（Phoenicopsis cf. speciosa）、威廉逊拟托蕨（Todites williamsoni）等。本组与下伏老地层一般为不整合接触。山东的坊子组、山西的大同组可与本组相比。

【门头沟煤系】 “门头沟组”的旧称。

【七票组】 旧称“北票煤系”，时代属中侏罗世。分布于辽宁西部。最初命名地点在辽西北票。本组为陆相含煤沉积，依据岩性分为上下两部：下部为火山岩系，主要由安山岩质凝灰岩及凝灰砾岩等组成，底部具砾岩，厚约 360—500 米；上部为含煤组，以砂岩，页岩为主夹煤层，厚约 1000—1500 米，含华丽凤尾银杏（Phoenicopsis speciosa）、威廉姆逊拟托蕨（Todites williamsoni）等。本组不整合覆于震旦系之上。

【北票煤系】 “北票组”的旧称。

【坊子组】 旧称“坊子煤系”，时代属中侏罗世。分布于山东淄博及潍坊等地。最初命名地点在山东潍县坊子。本组为陆相含煤沉积，主要为绿色砂岩、白色砂岩夹黑色页岩及煤层、厚 60—160 米，含植物化石膜蕨型锥叶蕨（Coniopteris hymenphylloides）、坊子枝脉蕨（Cladophlebis fangtzuensis）、新月型格脉蕨（Clathropteris menisaioides）等。本组与下伏石千峰组（下昆仑砂岩）为假整合接触，与上覆三台组为整合关系。

【坊子煤系】　“坊子组”的旧称。

【莱阳组】　旧称“莱阳群”，时代为晚侏罗世，分布于山东的莱阳、即墨、胶县、诸城，莒县、郯城一带。最初命名地点在山东省莱阳县。本组为淡水湖相沉积，由钙质页岩，灰绿色页岩夹黄色砂岩，底部时有砾岩，中部有油页岩和纸状页岩，纸状页岩产中华狼鳍鱼（Lycoptera sinensis）、师氏中华弓鳍鱼（Sinamia zdanskyi）、粗肥短叶杉（Brachyphyllum obesum）及昆虫等化石，全厚1．200米。与上覆青山组为假整合接触，与下伏前寒武纪变质岩系为不整合接触。

【大同组】　旧称“大同煤系”，时代属中侏罗世，分布于山西境内。最初命名地点在山西大同。本组为陆相含煤沉积，根据岩性分为上下两部：下部为白色砂岩，上部为砂质页岩，灰黑色页岩夹煤层，含膜蕨型锥叶蕨（Coniopteris hymenophylloides）、大同锥叶锥（Coniopteris tatungensis）威廉姆逊拟托蕨（Todites williamsoni）等。厚度210—230米。本组与下伏二迭系为假整合接触。

【大同煤系】　“大同组”的旧称。

【石拐组】　旧称“石拐煤系”，时代属中侏罗世。分布于内蒙阴山地区。最初命名地点在内蒙大青山石拐煤田。本组为陆相含煤沉积，主要为长石砂岩，砾质砂岩、砂质页岩及炭质页岩，夹煤层及油页岩，含敏斯特拟合囊蕨（Marattiopsis muensteri）、膜蕨型锥叶蕨（Coniolvteris hymenophylloides）、威廉姆逊拟托蕨（Todites williamsoni）等植物化石。厚约1500米。本组不整合覆于前震旦纪桑干群之上。

【石拐煤系】　“石拐组”的旧称。

【髫髻山组】　旧称“髫髻山层”，时代属晚侏罗世。分布于北京西山等地。最初命名地点在北京西山中的髫髻山。本组为陆相中性火山岩系，以安山岩为主，下部为火山沉积岩，向上为安山集块岩、安山岩，含植物化石膜蕨型锥叶蕨（Coniopteris hymenolghylloides）细齿拟托第蕨（Todites denticulata）等，以及昆虫和叶肢介化石。厚度不一，最厚可达1600米。据近年来的研究，一向被认为是新于门头沟群和老于髫髻山组的九龙山组，为髫髻山组的相变。

【东岭台组】　旧称“东岭台层”或“东岭台流纹岩”，时代属晚侏罗世。分布于北京西山地区。最初命名地点在北京西山的东岭台。本组为陆相酸性火山岩系，由红色流纹岩及其凝灰岩组成。厚度不一，在西山一带厚达400—500米。本组与张家口组酸性火山碎屑岩组相当，在后者之中发现过狼鳍鱼，其时代应为晚侏罗世。

【东岭台流纹岩】　“东岭台组”的旧称。

【张家口组】　旧称“张家口斑岩”，时代属晚侏罗世。分布于河北张家口一带。最初命名地点在河北张家口。本组为酸性火山岩系，主要为斑岩及酸性熔岩，间夹有砾岩及凝灰岩。斑岩有玻璃斑岩、变质流纹岩、石英斑岩、粗面岩及火山碎屑岩等；熔岩常有气孔和杏仁构造，为石英、沸石、玉髓或玛瑙所充填。近年来在凝灰岩中发现有狼鳍鱼。底部有砾岩一层。厚700—2000米。本组与北京西山的东岭台组相当，与下伏侏罗纪煤系为不整合接触。

【张家口斑岩】　“张家口组”旧称。

【白田坝组】　时代属早侏罗世。分布于川西北一带。最初命名地点在四川广元宝轮院西南 15 公里的白田坝附近。本组为陆相碎屑沉积，主要为白色、灰色石英砂岩，深灰色钙质粉砂岩，夹页岩及煤层，共厚约 220 米。产植物化石膜蕨型锥叶蕨（Coniopteris hymenophylloides）、扩张短叶杉近似种（Braclhyphyllum cf. expansum）及坚叶杉（Pagiophyllum）等。在白田坝组中还发现湖北香溪群上部的三脉香溪叶（Hsiangchiphyllum trinerve）、栉形毛羽叶（Ptilophyllum pecten）。对其归属尚有不同意见，认为应属中侏罗世或早、中侏罗世。与下伏上三迭统须家河组为不整合或假整合关系。湖北香溪煤系上部应与白田坝组相当，下部与须家河组相当。

【千佛岩组】　旧称“千佛岩层”，时代属中侏罗世。分布于四川西北部。最初命名地点在四川广元县千佛岩。本组为内陆河湖相沉积，由黄色砂岩、黄绿色灰褐色砂页岩及红色泥岩和砂岩组成，夹少许淡水灰岩扁豆体，含植物化石膜蕨型锥叶蕨（Conio pteris hymeno phylloides），淡水瓣鳃类假铰蚌（Pseudocardinia）、图土蚌（Tutuella）等。厚 125 米至 364 米。在龙门山区，厚 710 米。本组与下伏白田坝组为不整合接触。在四川中南部及黔北与本组相当的地层，称自流井组。

【广元组】　旧称“广元层”，时代属晚侏罗世。分布于川西北地区。最初命名地点在四川广元附近。本组为内陆河湖相沉积，由暗紫红色砂岩、页岩及泥岩组成，厚度最大可达 2000 米以上、含膜蕨型锥叶蕨（Coniopteris hymenophlloides）等植物化石及瓣鳃类孙氏裸珠蚌（Psilunio suni）和介形虫萨雷提缅达尔文介（Darwinula sarytirmenensis）等。与下伏千佛岩组为假整合接触。在四川中南部及黔北，与本组大致相当的地层，称重庆群。重庆群自下而上又可分为沙溪庙组、遂宁组、蓬莱镇组。

【重庆群】　见“广元组”。

【上禄丰群】　时代属侏罗纪。分布于云南境内。最初命名地点在云南禄丰县城东北沙湾、张家坳一带。本群为一套陆相红色碎屑沉积，根据岩性分为二个组。上禄丰群下部为张河组：下部以灰绿色厚层石英砂岩为主，向上渐变红色，厚 700 米；中部为紫红色钙质泥岩夹多层薄泥灰岩透镜体，富含化石，厚 12—50 米；上部紫红色砂质泥岩和钙质粉砂岩，厚 1000 米，产丽蚌（Lamprotula）、裸珠蚌（Psilunio）、楔蚌（Cuneolgsis）组合，有图土蚌（Tutuella）、达尔文介（Darwinula）、扁平真叶肢介（Euesheria cf. Complanata）及云南真开口轮藻（Euachistochar ayunnanensis）等。上禄半群上部为双柏组：下部以紫红、紫灰色厚层砂岩为主，上部为紫红色泥岩夹灰绿色、灰色泥灰岩条带，产近长形达尔文介（Darwinula suboblonga）、滇中东方叶肢介（Eosestheria dianzhongensis）等，共厚 2173 米。与下伏上三迭统下禄丰群为整合关系。

【香溪群】　为旧称“香溪煤系”的上部，时代属早侏罗世（尚有争议）。分布于鄂西地区。最初命名地点在湖北西部秭归附近的香溪。在鄂西兴山、巴东、秭归，本组可分为上下两部：下部为现称的沙镇溪组，含灰色砂岩及黑色页岩，绿色砂岩、页岩夹

煤层，厚 140 米；上部为现称的香溪组，含绿色砂岩、砂页岩夹煤层，厚 170 米左右。关于香溪煤系的时代，过去一直认为属早侏罗世（里阿斯世）。现已查明，香溪煤系的下部沙镇溪组含中国蓖羽叶（Sinoctenis）、双歧枝脉蕨（Cladophlebisraeiborskii），大青异叶蕨（Thaumatoioteris remouryi），苏铁杉果（Cycaclocarpidium）等属晚三迭世。在南漳、当阳，同层还发现串脉蕨（Bernaullia）、鳞羊齿（Lepidopteris）；在沙镇溪又发现半咸水瓣鳃类化石瓢形蛤（Modiolus）及晚三迭世叶肢介、孢粉。因此，鄂西香溪煤系下部沙镇溪组可与川西北的须家河组相比，而上部的香溪组大致相当白田坝组。沙镇溪组与下伏三迭系为假整合接触。

【香溪煤系】　香溪组和沙镇溪组，曾统称“香溪煤系”，详见香溪群。

【沙镇溪组】　“香溪煤系”的下部，时代属晚三迭世。详见“香溪组”。

【聂聂雄拉群】　时代属早侏罗世至中侏罗世。分布于西藏南部珠穆朗玛峰地区的吉隆、定日、岗巴一带。最初命名地点在藏南珠穆朗玛峰地区南部聂聂雄拉附近。本群为海相沉积，主要为石灰岩、石英砂岩夹页岩，厚 2420 米。下组含菊石：施洛氏菊石（Schlothemia）、沟菊石（Sulciferites）、格来夫菊石（Gleviceras），有孔虫圆皿虫（Orbitopsella）、扇形虫（Rhapidionina）等，属下侏罗统。中组产瓣鳃类化石扁豆岔线海扇（Camptonectes lens）、梯形脊角海螂比较种（Genoioya cf. trayezicostata）等，在较高层位中产菊石道尔斯菊石（Dorsetensia）、维契尔菊石（Witchellia）等属，为中侏罗统下部。上组仅在较高层位中发现大头菊石科（Macrocephalitidae），属中侏罗统上部卡洛维阶（Callovian）。本群与下伏三迭系为整合关系。

【门卡墩组】　属晚侏罗世。分布于西藏南部珠峰地区的吉隆、定日、岗巴一带。最初命名地点在西藏南部珠峰地区的门卡墩。本组为海相泥、沙质沉积，为粉砂质页岩、粉砂岩夹薄层石英砂岩，含粘土结核，厚 360 米以上。富含菊石刷形简叶菊石（Haplophylloceras strigile）、外来羽弛菊石（Pterolytoceras exoticum）、束肋旋菊石（Virgatosph Tnctes denseplicatus），似箭石（Belemnopsis uhligi）等。时代属晚侏罗世。在岗巴一带，本组页岩以含菊石喜马拉雅菊石（Himalayites sp.）和瓣鳃类斯匹梯花蛤（Astarte spitiensis）的层位为界，向上过渡到岩性与之相似的白垩系岗巴群。与下伏聂聂雄拉群为整合关系。

【鸡西群】　时代属晚侏罗世—早白垩世（?）。分布于黑龙江省鸡西、穆棱、双鸭山、鹤岗一带。最初命名地点在黑龙江省鸡西一带。本群为一套陆源碎屑沉积岩系夹火山碎屑岩及煤层，自下而上分为：①滴道组，以凝灰质砂页岩为主，夹薄煤层，含植物化石；伸长拟金粉蕨（Onychiqpsis elongata）、高腾刺叶蕨（Aconthopteris gothani）等，部分地区夹安山岩、安山集块岩，厚约 400 米；②城河子组（鸡西组），以粗粒灰白色长石砂岩为主夹煤层，含瓣鳃类费尔干蚌（Ferganoconcha）及植物化石高腾刺叶蕨、布列亚锥叶蕨（C. burejensis）、坚硬似里白（Gleichenites cf. rigida）、厚 400—900 米，③穆棱组，以凝灰质砂页岩、安山质集块岩为主夹煤层，并含膨润土层，含植物化石布列

亚锥叶蕨（Coniopteris hurefensis）、中华拟鳞毛蕨（Dryopterites sinensis）、葛伯特鲁福德蕨（Ruffordia goepperti）、竹山似里白属（Gleichenites takeyamai）等，厚300—850米。本群与下伏花岗片麻岩或花岗岩为不整合关系。各组之间为整合或假整合关系。最近有人根据古植物、孢粉等统计分析的结果，把鸡西群的穆棱组作为早白垩世的沉积。看来，穆棱组的时代隶属，尚须作进一步研究解决。

【龙爪沟群】 时代属晚侏罗世。分布于黑龙江省东部的虎林、饶河、宝清、密山的一些地区，最初命名地点在虎林县杨岗公社北的龙爪沟。本组为海陆交互相沉积，总厚1000米以上，含有菊石北极小头菊石（Aretocephalites）、亚考斯马菊石（Snbkossmatia）和瓣鳃类等海生动物化石以及丰富的植物化石，并含有煤层。关于本群与鸡西群的关系，根据龙爪沟群中所含植物化石，如布列亚锥叶蕨（Coniopteris burefensis）、高腾刺蕨（Acanthopteris gothani）、中国蕉羽叶（Nilssonia sinensis）、拟木贼（Equisetites sp.）、拟银杏（Ginkgoites sp·）满洲枞型技（Elatocladus manchurica）、披针苏铁杉（Podozamites lanceolatus）等，常见于鸡西群中，但未发现穆棱组中所含的葛柏特鲁福德蕨（Ruffordia goepperti）、栉形蕉羽叶（Nilssonia pceten）、布朗克鲁克蕨（Klukia browniana）等重要化石。鸡西群中含有许多相同的植物化石，均属晚侏罗世，因而认为龙爪沟群与鸡西群之间应无上下关系，而是反映当时沉积环境不同的结果，二者为同时异相。

【建德群】 旧称“建德系”，时代为晚侏罗吐至早白垩世，分布于浙江西部。最初命名地点在浙江建德县。刘季良、赵亚曾（1927）研究浙江地质时曾把分布广泛的中生代火山岩系命名为“建德系”。解放后，顾知微等（1959）又把浙江寿昌的建德群划分为寿昌组、蔡郎岗组、东村组（或砚岭组）。近年来又作了新的分层，分别归入侏罗系和白垩系，不再使用“建德群”一名。

【马涧组】 时代为早侏罗世，分布于浙西兰溪、建德、衢县及金华一带，最初命名地点在兰溪县马涧一带。本组为还原环境下形成的内陆河流—湖沼相沉积，岩性为灰黄色、灰色、黄绿色砾岩，砂岩，页岩，泥岩，含植物化石为膜蕨型锥叶蕨（Coniopteris hymenophylloides）、新月蕨型格子蕨（Clathropteris miniseioides）、拉契波斯基枝脉蕨（Cladophlebis raciborskii）、细齿似托第蕨（Todites denticulata）及瓣鳃类化石球蚬（Sphaerium sp·）等，厚200—240米。与下伏乌灶组为不整合关系。

【渔山尖组】 时代为中侏罗世，分布于浙西浦江县，兰溪县一带。最初命名地点在兰溪县渔山尖。本组为内陆河湖相沉积，岩性为暗紫色，黄绿色细砂岩、粉砂岩、泥岩，顶部为块状砾岩，含植物化石膜蕨型锥叶蕨（Coniopteris hymenophylloides）、纤柔枝脉蕨（Cladoiohlebis deticatula）、纤细拜拉（Baiera gracilis）、坚叶杉（Pagiophyllum sp.）及瓣鳃类化石图土蚌（Tuduella sp.）、假铰蚌（Pseudocardinia sp.），厚3020米。与下伏下侏罗统马涧组呈平行不整合接触。

【劳村组】 时代为晚侏罗世，分布于浙西衢县、建德、金华及浦江县一带。最初命名地点在建德县劳村、茶园附近，本组为陆相碎屑沉积夹火山，火山碎屑岩，岩性为猪肝色粉砂质泥岩与钙质、泥质粉砂岩互层中夹灰白色流纹斑岩，底部为紫红、砖红色厚层砾岩，顶部产植物化石董克尔枝脉蕨（Cladophlebis durkeris），似里白（Gleichenites sp.）及叶肢介类中华延吉叶肢介（Yanjiestheria sinensis）等，厚一般为 200—350 米，最厚可达 1650 米。与下伏中侏罗统鱼山尖组为不整合接触。

【黄尖山组】 时代为晚侏罗世，分布于浙西常山、衢县、浦江、金华一带。最初命名地点在建德县寿昌黄尖山附近。本组主要为酸性火山岩如流纹岩、凝灰岩及凝灰砾岩，下部夹粉砂岩。泥岩产叶肢介化石米氏东方叶肢介（Eosestheria middendorfii）、鱼化石中脐鱼（Mesoclupea）及植物化石布朗氏枝脉蕨（Cladophlebis cf. browniuna）、楔羊齿（Sphenopteris sp.）、鲁福德蕨（Ruffordia sp）、带状叶（Desmiophyllum sp.），厚 600—700 米。与下伏劳村组为断层接触。

【磨石山组】 时代为晚侏罗世，约相当于浙西的黄尖组加劳村组。分布于浙东永康、镇海、宁波、鄞县、奉化、新昌、缙云、丽水、武义、义乌等县。最初命名地点在永康、缙云间磨石山。本组为一套以酸性为主的陆相火山岩系，根据岩性分为四段：①主要为英安质角砾熔凝灰岩、英安玢岩、流纹质角砾凝灰岩、流纹质熔凝灰岩；②为流纹质晶屑凝灰岩夹粗面质岩屑凝灰角砾岩及安山岩；③以酸性火山碎屑岩为主夹河湖相沉积，岩性为紫色、淡绿色英安质凝灰熔岩、凝灰岩、角砾熔凝灰岩等，含叶肢介中华延吉叶肢介（Yanjiestheria ex gr. sinensis）；④以酸性火山熔岩为主夹少量河湖相沉积，岩性主要为流纹斑岩、流纹岩、霏细岩夹少量层凝灰岩、凝灰质砂岩。总厚数千米。

【白垩纪】 Cretaceous Period 中生代第三个纪或最后的一个纪。“白垩”一名来自拉丁字“Creta”，即白垩的意思。由于这一时期，西欧沉积了一种极细的、富含钙质的白垩层，故就岩性取名（O. d'Hal－loy，1822）。现在英法海峡两岸的断崖，均为这种白色的白垩所构成，是研究白垩系的最早地区。白垩纪开始于距今 137 百万年，延续了 70 百万年，分为早、晚两个世。白垩纪又是一次生物界显著变革的时期，许多生物类别于白垩纪末相继绝灭。植物界发生了显著的变化。早白垩世植物群虽是晚侏罗世植物群的继续，松柏、银杏、苏铁、蕨类植物继续存在，但在早白垩世被子植物开始出现，至晚白垩世才大量发展，占了主要地位，与新生代第三纪接近；而典型的中生代裸子植物则趋向衰亡。早白垩世植物分区与中、晚侏罗世大致相似，不过温带与热带植物分区界线更向北移。在脊椎动物中，爬行动物达于极盛时期。但至白垩纪末，由于自然环境的急剧改变，这些形体巨大的爬行动物失去了适应环境的能力相继绝灭了。白垩纪淡水全骨鱼类继续发展，真骨鱼类开始繁盛，还出现了真正的鸟类。哺乳动物开始发展。出现了一种形体很小的原始有胎盘类，以虫类为主要食料。在陆生无脊椎动物中，

淡水瓣鳃类、叶肢介、介形类和昆虫等进一步发展，成为陆相白垩系划分对比的重要依据。海生无脊椎动物中，菊石类和箭石类仍然繁盛，并有新的发展。海生动物分区与侏罗纪相似。北极动物区以菊石 Polyptychites，正常的箭石和瓣鳃类雏蛤（Aucella）为其特征，而在古地中海区以变形的箭石、厚壳的瓣鳃类固着蛤类（Rudistes）中，形如珊瑚的马尾蛤（Hippurites）和大型有孔虫圆珠虫（Orbitolina）等为其特征。澳洲产北极区菊石 Polyptychites 等，说明南方区与北方区是互相沟通的。白垩纪是地史上最广泛的海进期之一，白垩纪末发生了世界规模的海退。

【白垩系】　Cretaceous System　白垩纪形成的地层称为白垩系。白垩系一般二分为上下两个统，但也有三分为下、中、上三个统的。在西欧海相白垩系，发育较好，研究较详，根据菊石类和瓣鳃类中的小型蛄儿蛤（Inoceramus）等，分为 12 个阶。自下而上，下白垩统为巴利阿斯阶（Berriasian）、凡兰吟阶（Valanginian）、欧特里夫阶（Hauterivian）、和巴列姆阶（Barreimian）、阿普第阶（Aptian）、阿尔布阶（Albian），上白垩统为西诺曼阶（Cenomanian）、土伦阶（Turonian）、康纳克阶（Coniacian）、桑顿阶（Santonian）、康潘阶（Campanian），马斯特里克特阶（Maastrichtian）。在英国，与尼可木阶 * 大致相当的地层称为韦尔登阶（Weaedian）。我国白垩系，除西藏、新疆、台湾等地有海相和滇南可能有半咸水相沉积外，其余地区均为陆相。在西藏江孜一带发现早白垩世早期的菊石和箭石如华氏美皱菊石（Calliptychoceras welkeri）、似箭石（Belemnopsis）、希波尔箭石（Hibolithes）等。陆相白垩系的范围和性质与侏罗系大致相似。根据沉积环境的不同，大致可以分为两种类型：①东部火山活动带，以含有大量火山岩和杂色岩系为特征；②西部内陆区，以鲜红色粗砂砾堆积（红层）和不含火山岩为特征。沉积矿产有石油、油页岩、石膏等。在火山岩系中含重要金属和非金属矿产。

【韦尔登阶】　Wealden Stage　是英国南部下白垩统的一个阶，与欧洲大陆的尼可木阶大致相当。韦尔登阶一名源自英国伦敦南的韦尔德（Weald）。它是一种陆相三角洲沉积，由砂岩、页岩和红层组成，含禽龙、鱼类、昆虫、植物等化石。与侏罗系顶部的波倍克（Purbeck）层为逐渐过渡的关系。

【尼可木阶】　Neocomian Stage　曾是欧洲下白垩统的一个阶。位于侏罗系波特兰阶之上，白垩系阿普第阶以下，与英国的韦尔登阶（Wealden）大致相当。尼可木阶的范围包括巴利阿斯阶、凡兰吟阶、欧特里夫阶和巴列姆阶，这些阶曾被称为亚阶。有一种意见主张尼可木阶不包括巴列姆阶。尼可木阶一名源自瑞士的瑙夏太尔（Neachätel）的拉丁名尼可木（Neocomum）。

【巴利阿斯阶】　Berriasian Stage　是欧洲下白垩统底部的一个阶。位于侏罗系顶部波特兰阶之上，白垩系凡兰吟阶以下，过去曾被认为是尼可木阶的一个亚阶，也有人认为是广义的凡兰吟阶的一部分，因而称为底凡兰吟（Infra – Valanginian）。巴利阿斯阶—名源白法国的巴利阿斯（Berrias）。

【凡兰吟阶】　Valanginian Stage　位于巴利阿斯阶之上，欧特里夫阶以下，是欧洲下白垩统的一个阶。过去曾被认为是尼可木阶的一个亚阶。凡兰吟阶一名源自瑞土的凡兰吟（Valangin）。

【欧特里夫阶】　Hauterivian Stage　位于凡兰吟阶之上，巴列姆阶以下，是欧洲下白垩统的一个阶。过去曾作为尼可木阶的一个亚阶。欧特里夫阶一名源自瑞士的欧特里夫（HauleriM）。

【巴列姆阶】　Barremian Stage　位于欧特里夫阶之上，阿普第阶以下，是欧洲下白垩统的一个阶。巴列姆阶一名源自法国的巴列姆（Barréme）。

【阿普第阶】　Aptian stage　是欧洲下白垩统的一个阶。位于巴列姆阶之上，阿尔布阶以下，阿普第阶一名源自法国的阿普第（Apt）。

【阿尔布阶】　Albian Stage　是欧洲下白垩统顶部的一个阶。位于阿普第阶之上，西诺曼阶以下，阿尔布阶一名源自法国一河流名阿布（Aube，拉丁名 Alba）。

【西诺曼阶】　Cenomanian Stage　是欧洲上白垩统底部的一个阶。位于阿尔布阶之上，土伦阶以下，西诺曼阶一名源自法国的拉孟（Le Mans），的拉丁名西诺曼（Cenomanum）。

【土伦阶】　Turonian Stage　是欧洲上白垩统的一个阶。位于西诺曼阶之上，康纳克阶以下，土伦阶一名源自法国的土伦（Touraine）的拉丁名土伦（Touronia）。

【赛诺阶】　Senonian Stage　是欧洲上白垩统的一个阶。位于土伦阶之上，第三纪丹麦阶以下，赛诺阶自下而上包括康纳克亚阶、桑顿亚阶、康潘尼亚阶和马斯特里克特亚阶。赛诺阶一名源自法国巴黎东南的赛（Sens）的拉丁名赛诺（Senones）。它以含有白垩（white Chalk）为其特征。

【康纳克阶】　Coniacian Stage　是欧洲上白垩统的一个阶。位于土伦阶之上，桑顿阶以下，过去曾作为赛诺阶的一个亚阶。康纳克阶一名源自法国的康纳克（Cognac）。

【桑顿阶】　Santonian Stage　是欧洲上白垩统的一个阶。位于康纳克阶之上，康潘阶以下，过去曾作为赛诺阶的一个亚阶。桑顿阶一名源自法国的桑顿（La Saintonge）。

【康潘阶】　Campanian Stage　是欧洲上白垩统的一个阶。位于桑顿阶之上，马斯特里克特阶以下，过去曾作为赛诺阶的一个亚阶。康潘阶一名源自法国的夏佩那（La Champagne）

【马斯特里克特阶】　Maestrichtian stage　是欧洲上白垩统顶部的一个阶。位于康潘阶之上，第三系丹麦阶以下，过去曾作为赛诺阶的一个亚阶。马斯特里克特阶一名源自荷兰的马斯特里克特（Maastricht）。

【岗巴群】　指过去“吉里灰岩”、“岗巴页岩”和“半星海胆页岩”的总称，时代属早白垩世至晚白垩世西诺曼期，分布于西藏珠穆朗玛峰地区的岗巴、定日县等地。最初命名地点在岗巴附近。本群为浅海相泥沙质、灰质沉积，主要为灰黑色页岩夹泥灰岩和砂岩，厚1187米。底部产白垩纪最早期的新蹄菊石（Neonoproceras sp.）等，上部产西诺曼期纽保氏花萼菊石（Cavycoceras newboldi）、扁头半星海胆（Hemioster front-acutus），瓣鳃类密蛎（Pycnodonte）等晚白垩世初期的化石，中部产早白垩世阿尔布期的莫顿菊石（Mortonicerassp.）等，与下伏侏罗系门卡墩组为整合关系。

【宗山组】　包括过去的“峭壁灰岩”，时代属晚白垩世，分布于西藏珠穆朗玛峰地区岗巴和定日县等地。最初命名地点在西藏珠峰地区的岗巴附近的宗山。本组为浅海相灰质沉积，以灰色石灰岩夹钙质页岩为主，厚278米，产有孔虫中间拟圆片虫，（Orbitoides media），瓣鳃类西藏固着蛤（Bournonia tibetica）等。时代属晚白垩世赛诺期至马斯特里克特期。与下伏岗巴群为整合关系。

【基堵拉组】　属上白垩统顶部。在宗山组之上的一套石英砂岩，即英人海定（Hayden）所称的“铁质砂岩”。在其中石灰岩夹层中发现了腹足类轮捻螺（Traehactaeon）和介形类尾壳介（Uroleberis）等。与下伏宗山组为整合关系。

【松花江群】　时代属白垩纪，广泛分布于松辽平原地区。本群为淡水湖相沉积，根据岩性和化石自下而上分为七个组：登楼库组，泉头组，青山口组，姚家组，伏龙泉组，（嫩江组），四方台组和和明水组。关于登楼库组的时代隶属，尚有不同的意见。一种意见，根据孢粉化石组合与鸡西群穆棱组或阜新盆地的阜新组相似，认为其时代可能属晚侏罗世。另一种意见，根据它与泉头组是连续沉积，认为二者同属于白垩系的可能是极大的。本群可以根据介形虫化石和区域性不整合分为下上两部，从登楼库组到伏龙泉组为下部属下白垩统；从四方台组到明水组为上部属上白垩统。根据叶肢介化石，伏龙泉组应属上白垩统。①登楼库组，为紫黑色砂岩，仅见于钻井中；②泉头组（纪家岭组），为紫灰色、灰白色、灰绿色砂岩与暗紫红色、紫褐色及棕红色泥岩互层，厚700—1500米，含介形类女星介（Cypridea）、狼星介（Lycopteroeypris）、蒙古介（Mongoliamella）、达尔文介（Darwinula）等，及轮藻（Chara sp.）和被子植物（Trapa microphylla）等；③青山口组，以黑色泥岩为主，厚300—500米，富含介形类、叶肢介、鱼、瓣鳃类化石，有时成为厚达2米以上的介形类层。介形类分为三个带。下带以三角星介属为主，有外凸三角星介（Triangulicypris torsuosus）等。中带以女星介属为主，有虚影女星介（Cypridea adumbrata）、德惠女星介（Cypridea deoheinensis）。上带有膨胀松辽介（Sunliaoia tumida）、隆起湖女星介（Limnocyprideainflata）等。叶肢介为青山口线叶肢介（Nemestheria qingshankouensis）带；④姚家组，以黑色泥岩为主，下部具绿色泥岩夹粉砂岩，厚70—170米，含介形类女星介（Cypridea）、枣星介（Ziziphacypris）等。叶肢介为长形网格叶肢介（Dictyestheria elongata）带；⑤伏龙泉组（嫩江组），为

灰黑色泥岩页岩，劣质油页岩及灰绿色泥岩，上部具红色泥岩，共厚500—1000米，富含化石。介形类以女星介属为主。叶肢介分为上下两带。下带为三石似叶肢介（Estherites mitsuishii）带，上带安广古似渔乡叶肢介（Palaeolimnadiops is anguangensis）带；⑥四方台组，下部为杂色砂、泥岩互层夹有紫色砂岩和砂砾岩，上部棕红色块状泥岩、砂质泥岩夹薄层砂岩，共厚200米，最厚达410米。产愉快女星介（Cypridea amoena）、空穴女星介（Cyioridea cavernosa）、楔形狼星介（Lycopterocypris cuneata）及特殊柏氏叶肢介（Bairdestheria distincta）带本组与下伏伏龙泉组为不整合接触。⑦明水组，以棕红色为主的杂色砂岩泥岩，厚200—340米，含大型软体蚌化石及扁平女星介（Cypridea altilis）等。

【永康组】　时代属白垩纪，过去曾被人误对比为浙西建德群的寿昌组，分布于浙江、福建境内。最初命名地点在浙江永康盆地。本组为陆相碎屑沉积及火山碎屑沉积。下部以灰、黑、绿夹紫红、紫灰细砂岩、泥岩、钙质页岩，夹凝灰岩层。含有淡水瓣鳃类小平类三角蚌（Trigonioides kodairai），多褶褶珠蚌（Plicatounio multilicatus），淡水鱼类副狼鳍鱼-华夏鱼（Paralycoptera-Huashiai）群。上部以紫红色砂岩、页岩。夹浅绿色凝灰岩薄层。产有淡水腹足类平滑螺（Lioplacodes）、田螺（Viviparus）。两部分总厚最大达一千米。与下伏磨石山组为假整合接触。福建的坂头组可能与本组相当。

【横山组】　时代为早白垩世，分布于浙西建德、兰溪一带。最初命名地点在建德县横山。本组为一套陆相碎屑沉积，岩性以紫红色、暗紫色砂质泥岩、泥质粉砂岩为主，中下部夹凝灰岩及流纹岩，含瓣鳃类青山中村蚌（Nakamuranaia，chingshanensis）及植物化石枝脉蕨（Cladoivhlebis sp.）和耳羽叶（Otozamites sP.）等。厚248米。与上覆寿昌组为整合关系。

【寿昌组】　时代为晚白垩世，主要分布于建德、浦江一带。最初命名地点在建德县寿昌。本组为内陆湖泊沉积，根据岩性可分为三段，上段和下段为细碎屑沉积，主要为黄绿色，青灰色泥岩、钙质泥岩、泥质粉砂岩、细砂岩及钙质页岩，含瓣鳃类近中费尔干蚌（Ferganoconcha subcentralis）、鱼类寿昌中脐鱼（Mesoelupea showchangensis）、叶肢介浙江延吉叶肢介（Yanjiestheria chekiangensis）等；中段主要为酸性火山岩组成，有流纹岩、流纹斑岩及凝灰岩等。总厚1327米。与下伏黄尖山组为整合关系。

【衢江组】　旧称“衢江红砂岩”，时代属晚白垩世，分布于浙江金华、兰溪、义乌、衢县、浦江一带。最初命名地点在浙西金衢盆地。本组为炎热的氧化环境下内陆湖相碎屑沉积，岩性为棕红色、棕褐色砾岩、砂岩、泥质粉砂岩，中部夹绿色层，产女星介（假凹星介）未定种［Cypridea（Pseu（docypridina）sp.］和叶肢介浙江延吉叶肢介（Yanjiestheria chekiangensis）庆尚延吉叶肢介（Yanjiestheria kyongsangensis）等。厚2550—4620米。与下伏横山组为整合关系。

【衢江红砂岩】 “衢江组”的旧称。

【城墙岩群】 旧称“城墙砾岩”，时代属白垩纪，分布于四川西北地区。最初命名地点在四川广元县城墙崖，模式剖面自沙溪坝经莲花口、剑门关、汉阳铺，而止于剑阁城南的山顶上。本群为陆相山麓红色砂砾堆积，由砖红、紫红等色砂岩、砾岩夹泥页岩组成，顶界不清楚，总厚达3500米以上。自下而上分为四个组：莲花口组、剑门关组、汉阳铺组、剑阁组。汉阳铺组顶部夹有少许紫红色泥岩，其中产有介形类化石四川翼女星介（Pinnocypridea sichuanensis），美湖女星介（Limnocypridea pulchra），短燕麦女星介（Avenocypris brevialis），短达尔文介（Darwinula contraeta）等，其时代可能属晚白垩世。其它各组均未发现化石。剑门关组与上覆汉阳铺组之间可能为假整合关系，与下伏莲花口组之间为连续沉积。剑门关组与莲花口组均未发现化石，且为整合关系，暂归下白垩统，但也有属上侏罗统的可能。汉阳铺组与剑阁组，依据化石，暂归上白垩统。

【嘉定组】 旧称“嘉定层”，时代属白垩纪，分布于川南、黔北一带。最初命名地点在四川嘉定县。本群为陆相红色堆积，主要为砖红色粗砂岩，常具交错层，夹粘土状页岩，厚约600—800米。在彭山及眉山县境，岩层内常夹石膏及岩盐。本组与下伏上侏罗统重庆组为不整合（?）接触。城墙岩群的剑门关组、汉阳铺组和剑阁组可能与本组相当。

【南天门砾岩】 旧称“南天门层”，时代属早白垩世，分布在河北张家门附近南天门。本组为燕山运动后，盆地周围上升剥蚀阶段，形成的磨拉石堆积；主要为棕灰色厚层疏松粗砾岩与灰色、红色、白色交错层长石砂岩互层。砾石圆滑，直径多为5厘米，大部为张家口斑岩。底部有灰色炭质页岩及薄煤层。含植物化石松叶兰型拟金粉蕨（Onychiolgsis psilotoides）、葛伯特鲁福德蕨（Ruffordia goepperti）、苏铁杉（Podozamites）及松型叶属（Pityolghyllum）等，前两种植物都是欧、美早白垩世威尔登期（Wealden）的常见分子。本组与下伏上侏罗统张家口组为不整合接触。辽宁阜新的孙家湾砾岩、冀北承德附近的承德砾岩、京西的沱里砾岩均可与本组相对比。

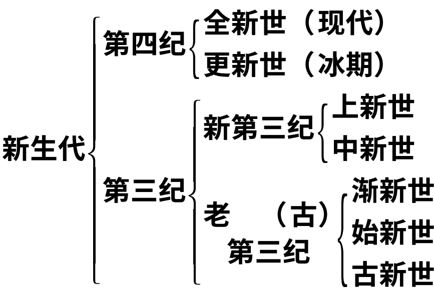
【青山组】 旧称“青山层”，时代属早白垩世，分布于鲁东地区的莱阳、即墨、胶县、安丘、莒县、潍县等地。最初命名地点在山东莱阳县青山。本组为淡水湖相沉积，为棕色凝灰砾岩，绿、紫、浅红色凝灰岩与中性火山岩及红色泥岩互层，厚达1200米，含淡水瓣鳃类青山中村蚌（Nrakamuranaia chingshanensis）及中国鹦鹉嘴龙（Psittacosaurus sinensis）等。本组与下伏侏罗系莱阳群为假整合接触，或不整合于更老岩层之上。

【王氏组】 时代属晚白垩世，分布于鲁东地区。最初命名地点在山东莱阳县王氏村。本组为淡水湖相沉积，为红色砂砾岩夹粘土及绿色砂页岩，厚2000米左右，含淡水瓣鳃类谭氏球蚬（Sphaerium tani）等及谭氏龙（Tanius）和青岛龙（Tsintaosaurus）。本组与下伏青山组为假整合接触。

【南雄组】　旧称“南雄层”。时代属晚白垩世，分布在广东南雄、始兴，江西池江。模式剖面自南雄城至大风。本组为一套砂砾岩与砂质泥岩、泥质砂岩的沉积。总厚达2900多米。本组产有轮藻化石：细长似轮藻（*Charites tenuis*）、稍短宽轮藻（*Latochara curtula*）、柱形宽轮藻（*Latohara cylindrica*）、安陆孔轮藻（*Porochara anluensis*）、恐龙蛋化石、圆形蛋化石（*Oölithes spheroides*）、长形蛋化石（*Oölithes elongatus*）。上述这些化石是我国华南晚白垩世地层中常见的属种。本组不整合于中生代花岗岩之上，与上覆地层罗佛寨组为假整合接触。湖北江汉盆地跑马岗组、湖南衡阳盆地戴家坪组、江苏泰州组有同样的化石组合，其地质时代亦应大体相当。

新生代

【新生代】　Cenozoic，Kainozoic Era　显生宙的第三个代。新生代不仅是地史时期中最新的一个代，而且也是延续时间最短的一个代。约开始于距今6700万年，延续至今。新生代依现今一般通用的标准，划分为两个纪共七个世，如下表：



第三纪延续时间约为6500万年，第四纪延续时间约200多万年。新生代生物界已与现代接近。植物界以被子植物为主，故称新生代为“被子植物时代”。脊椎动物中爬行动物如恐龙类已绝灭，鸟类繁多，唯化石保存少，而哺乳动物则极为繁盛，故新生代又有“哺乳动物时代”之称。人类的出现和发展是第四纪的最重要特征，故第四纪又称为灵生纪（Anthropogene）。第四纪的另一个重要特点是更新世全球性大冰期，故又有“冰川时代”之称。由于第四纪地层记录保存最全，研究最详细，而且大多数工程建筑等也都是在第四纪地层的基础上进行的，在人类现实生活上的意义很大，因而把第四纪地质划分出来作为一门独立的学科来研究。新生代古地理，从世界范围来看，海陆分布情况与现代趋近一致。当时，古地中海区发生了强烈的地壳运动，在欧洲称为新阿尔卑斯运动，在亚洲称为喜马拉雅运动。现代的最高山系如亚洲的喜马拉雅山系，欧洲的阿尔卑斯山系，北美的西海岸山系，南美的安底斯山系等。都是在这个时期形成的。第三纪初期冈瓦纳古陆继续解体，在非洲东部发生了大断裂带，形成了现代的红海和东非湖盆地，同时有大量玄武岩喷溢。

【新生界】 Cenozoic，kainozoic Erathem 新生代形成的地层称为新生界。新生界包括第三系和第四系。在地质学发展的初期，人们最先（Arduino，1760）根据岩层的石化程度不同，把岩层自老而新划分为三个单元：第一系（原始系）、第二系和第三系，后来有人（Desnoyers，1829）又创立了第四系。第一系和第二系已废弃不用，而第三系和第四系却保留下来继续使用，但其含义已与原来的有所不同。除古地中海区海相新生界比较发育外，其余地区多以陆相为主。我国的新生界，除边缘地带如西藏、新疆、东南沿海和台湾等有海相沉积外，其余均为陆相堆积。新生界中含有丰富的矿产，如煤、石油、油页岩、岩盐、石膏等。

【第三纪】 Tertiary Period 新生代的第一个纪。人们最先（Arduino，1760）把地层分为第一系，第二系，第三系。第一系和第二系已废弃不用，而第三系（纪）却保留下来继续使用。第三纪开始于距今6700万年左右，延续了约6500万年。第三纪包括古新世、始新世、渐新世、中新世和上新世。前三个世合称老（古）第三纪，后两个世合称新第三纪。目前国际上也有把古第三纪和新第三纪作为纪（系）一级的时间单位的。

【第三系】 Tertiary System 第三纪形成的地层称为第三系。第三系包括古新统、始新统、渐新统、中新统和上新统。从前赖尔（Charles Lyell，1797—1875）研究巴黎盆地等的第三纪海生软体动物化石时，发现由老而新各层内所含现生种的数目明显地逐渐增多，故根据所含现生种的百分率，把第三系分为始新统、中新统和上新统。后来有人（Beyrich，1854）又把始新统的最上部和中新统的底部合□起来称为渐新统。至于古新统（Schimper，1874），有的国家把它包括在始新统内，而大多数国家把它划分出来作为第三系最早的一个统。第三纪海侵范周大大缩小，大陆沉积广泛分布。我国第三系以陆相为主，仅在我国边缘地带新疆、西藏、台湾、海南岛北部、旅顺等地有海相沉积。近来在江汉平原、苏北、山东等地，陆续发现含有孔虫化石的第三系海相沉积。第三系中富含石油、天然气、油页岩、煤、硅藻、石膏、岩盐、残积锰矿、含铜砂岩以及建筑材料等。

【老第三纪】 Palaeogene Period 从前有人（Naumann，1866）把第三纪的前半期，称为老第三纪（古第三纪），原作为第三纪的一个亚纪，目前有人把它作为纪一级的时间单位。延续时间为6700±300—2600±100万年。老第三纪从老到新包括古新世、始新世和渐新世。由于古地中海区海相古第三系中常含货币虫（Nummulites），故在欧洲常称占第三纪为货币虫纪。古第三纪动物界的基本特点是哺乳动物的迅速辐射演化。除了适应陆地生活的多种方式外，还出现了空中飞翔的蝙蝠类和重新适应海中生活的鲸类。海生无脊椎动物中以有孔虫类、软体动物、六射珊瑚等为主。淡水介形类等亦大量繁育。植物界中，从晚白垩世开始占主要地位的被子植物，更趋繁盛，植物分区更加接近现代。古地理方面，在大陆内部海侵范围显著缩小。由于地壳运动的结果，开始奠定了许多山系的雏型。

【老第三系】　Palaeogene System　老第三纪形成的地层称为老第三系。老第三系自下而上包括古新统、始新统和渐新统。我国老第三系以陆相为主，仅在我国边缘地带如台湾、西藏等地有海相沉积。据近年来的研究，在许多地区如湖南、广东、新疆、安徽等省老第三系与下伏上白垩统多为逐渐过渡的关系。根据当时沉积环境的不同，陆相老第三系可以分为以下几种类型：①干燥气候条件下山间盆地的红色碎屑堆积，以红色砂、砾岩为主，常夹岩盐和石膏，分布遍及全国各地，如湖南的东塘组、霞流市组，江西的新喻组，以及内蒙境内的脑木阿头组、伊尔丁曼哈组等；②湿润气候条件下凹陷盆地的含油、煤堆积，是我国较重要的含油、煤地层，如辽宁的抚顺组、黑龙江的三姓组，广东茂名的油柑窝组，在山东的昌乐也发现这一类型沉积，③断块盆地的湖泊沉积，以厚度大，夹有一些淡水灰岩或泥灰岩为其特征，如山东的官庄组、山西的垣曲组、湖北的东湖组等；④山麓堆积，以厚度巨大（超过一千米）为其特征，在我国西北地区特别发育。例如天山南、北麓，南山北麓，厚度达 1000 米以上。另外，老第三纪时还有火山岩（华南、东北等地的玄武岩）喷溢。

【古新世】　Palaeocene Epoch　是新生代老第三纪的第一个世。延续时间 6700 ± 300—6000 ± 200 万年。古新世是哺乳动物发展史上的一个重要时代。恐龙类刚刚绝灭，哺乳动物代之兴起。许多常见的哺乳动物，如肉食类、灵长类、啮齿类和有蹄类的祖先类型，都是在古新世前后，从原始的食虫类中分化出来的，世界上发现的古新世哺乳动物化石地点不多，在我国广东、湖南、新疆、安徽、内蒙等省、自治区发现不少古新世哺乳动物化石，如双锥中兽（Dissacus）、阶齿兽（Bemalambda）、古柱兽（Paleostylops iturus）和楔齿兽（Sphenolosalis nobilis）等。介形类在我国有以土菱介（Bairdia）、小花形介（Cytherelloldea）为代表的海相组合。有以土星介（Ilyolypris）、美星介（Cyprinotus）、金星介（Cypris）、玻璃介（Oandona）、女星介（Cypridea）为主的陆相组合。轮藻方面，有以古匈牙利有盖轮藻（Teetoehara Palaeo hungarila）为代表的轮藻组合。古新世是海进时期，海水泛滥于西欧和南欧大部。欧洲古地中海不断扩展，向东延伸到南亚，沉积了有名的货币虫灰岩。

【古新统】　Palaeocene Series　古新世沉积的地层称为古新统。欧洲法国巴黎盆地、英国伦敦盆地和比利时盆地的海相古新统研究较早，分层较细，自下而上包括丹麦阶（Danian）、蒙德阶（Montian）和大尼特阶（Thanetian）。有些地区把古新统包括在始新统内，没有划分出来，有的缺失古新统。在世界各地，古新统发现不多，海相沉积很少，以陆相沉积为主。在我国以陆相沉积为主，如在广东南雄盆地，湖南茶水盆地，安徽潜山、宣城以及江西、内蒙、陕西、新疆等地的红层，均发现古新统。古新统与上白垩统多为逐渐过渡关系。

【始新世】 Eocene Epoch 始新世（Lyell，1833）是新生代老第三纪的第二个世。延续时间为 6000 ±200 －3700 ×200 万年。古新世与始新世之间动物群没有明显的间断。始新世早、中期，在我国有钝脚类的冠齿兽（Coryphodon）和马形类的原古兽（Propalaeotherium）。晚始新世，广泛分布于我国南方和北方的哺乳动物群中的主要代表，有钝脚类的真恐角兽（Eudinoceras），奇蹄类中的鼻角雷兽（Rhinotitan），小雷兽（Microtitan），偶蹄类中的双锥兽（Dichobune），戈壁古猪（Gobihyus）以及古老肉食类中的中兽（Mesonyx）等。陆相介形类以小个体的土星介（Ilyocypris）、真星介（Eucypris）及中华金星介（Sinocypris）等为代表。海相介形类，目前仅在西藏等地发现，以小花介（Cytherella），艳花介（Cythereis）、方花介（Quadracythere）、丽花介（Cytheridea）等为代表，与货币虫等共生。陆相轮藻则以培克轮藻（Peckichara）、钝头轮藻（Obtusochara）、球状轮藻（Sphaerochara）等最多。始新世在欧亚大陆上的海进情况与古新世相似。有孔虫类的货币虫仍为海相始新统划分和对比的依据。

【始新统】 Eocene Series 始新世沉积的地层称为始新统。法国巴黎盆地的海相始新统研究较早，世界各地多与之对比。自下而上包括斯巴纳克阶（sparnacian）、居依西阶（Caisian）、留切脱阶（Lutetian）、望佛西阶（Auversian）、巴顿阶（Bartonian）和留第阶（Ludian）。我国台湾、西藏等地有海相始新统。我国陆相始新统分布相当广泛。始新统与渐新统之间有间断现象，但有时也形成连续沉积，划分比较困难。陆相始新统主要分为四种类型：①山间盆地内形成的红层，常含有石膏及盐类，如湖南的霞流市组、江西的新喻组、内蒙阿力乌苏组；②凹陷盆地的含油、煤堆积如东北的抚顺组。③山麓堆积，如西北祁连山麓砾石层；④断块盆地堆积，如分布于山东蒙阴、莱芜、新泰等地的官庄组。

【渐新世】 Oligocene Epoch 渐新世（Beyrich，1854）新生代老第三纪的最后一个世。延续时间为 3700 ±200 －2600 ±100 万年。渐新世哺乳动物群比起始新世来，与现代更为接近。这个时期在我国有雷兽、爪兽、犀类、兔形类及啮齿类等。陆相介形类以柔星介（Cyprois）、美星介（Cyprinotus）及中华金星介（Sinocypris）为主。同时期的海相介形类目前仅在西藏等地发现。轮藻以似轮藻、（Charites）、格氏轮藻（Grambastichara）等为主。

【渐新统】 Oligocene series 渐新世沉积的地层称为渐新统。欧洲德国汉诺威（Hanover）盆地的海相渐新统研究较早，世界各地名与之对比。自下而上包括桑瓦兹阶（Sannoisian）、斯达姆阶（Stampian）和哈特阶（Chattia）。我国台湾、西藏等地有海相渐新统。在我国内蒙、西北、华北、东北及华南等地，陆相渐新统和始新统多为连续堆积。渐新统在欧洲发育最好，在世界其它地区，多与始新统或中新统之间为连续关系，不易划分。在世界各地的渐新统中含有石膏、盐类和褐煤矿产。

【罗佛寨组】 时代属古新世中期至始新世早期，是从广义的“南雄层”新划分出来的地层单位。本组主要分布于广东南雄县上河洞、五头江、老圩、修仁等地。最初命名地点在广东南雄县湖口地区罗佛寨附近。本组为在湿润温暖气候条件下的一种湖泊沉积。根据岩性和化石可以分为上下两个段：下段以紫红色泥岩为主，夹砂砾岩，底部有一层厚 2—5 米的灰白色、灰红色砂砾岩。出露厚度达 600 米以上。含大量哺乳动物化石，如阶齿兽（Bemalambda nanhsiungensis）、岭南□兽（Linnania lfaensis）、罗佛寨兽（Lofoehaius brachyodus）、双锥中兽（Dissacusfeiganensis）、分歧湖口兽（Hukerium ambigum）、粤齿兽（Yuodon protoselenoides）、古亚兽（Palasiodon）等以及轮藻和介形类，时代为古新世中期。上段由灰绿色、浅紫色、紫色泥岩、砂岩及细砾岩组成，厚 200 米，含蒙古龟（Mongolemys australis）、湖口龟（Hukonchelys chenshuensis）等以及介形类，时代为晚古新世至早始新世。罗佛寨组与下伏南雄组呈假整合接触。

【东塘组】 时代属古新世。主要分布于衡阳盆地东北部霞流市中部观音桥、茅洞桥一带。最初命名地点在霞流市东北的东塘村。本组为山麓洪积——滨湖沉积物，下部为棕红色砾岩夹 7—8 层黄绿、灰绿色泥岩，上部为灰白色长石石英砂岩、粉砂岩夹泥岩，厚 245 米。未获古脊椎动物化石，采得南雄女星介（Cypridea nanxiongensis）等，与南雄盆地罗佛寨组下部介形类组合基本一致，其时代应属古新世。本组与下伏戴家坪组一般为整合关系。

【霞流市组】 时代属始新—渐新世。分布于湖南衡阳盆地霞流市、茶山坳一带。最初命名地点在衡阳盆地霞流市附近。本组为湖泊——咸湖相沉积。根据岩性自下而上可分为茶山坳段和高岭段。茶山坳段，在茶山坳一带下部为棕红、青灰、黄绿色泥岩粉砂岩夹泥灰岩、钻井中见岩盐、石膏数十层，厚 680 米。富含化石如衡阳原古马（Propalaeotherium hengyangensis）、衡阳两湖鳄（Lianghusuchus hengyangensis）、湘江田氏鳄（Tienouchus hsiangi）等。介形类以阜宁中华金星介（Sinocyprisfuningensis）等为主，这一组合与江苏阜宁、山西垣曲、湖北江汉平原等地的始新—渐新世介形类组合十分相似。根据瓣鳃类、腹足类、古植物、轮藻的研究也被认为其时代应属老第三纪。高岭段，主要分布在衡阳市东北至霞流市西南地区，以茶山坳东北的高岭附近钻孔揭露较全。岩性为棕红色粉砂岩、青灰色泥岩。往东至霞流市地区则为灰白、灰红色长石石英砂岩、细砂岩夹黄绿色泥岩，厚 220 米。本组出现了短真星介（Eucypris decurta）、中国假真星介（Pseudoeucypris chinensis），等较新种类，其时代可能属渐新世中晚期。其余门类化石认为属老第三纪。高岭段与茶山坳段为鞋合关系。

【苏澳组】 旧称“苏澳群”，时代属始新世。分布于我国台湾南部。最初命名地点在台湾省宜兰县苏澳。本组为海相泥沙质沉积，以黑色板岩、黝黑色石英质砂岩为主，夹硅质灰岩及含抱球虫（Globigerina）的泥灰岩，厚 6500 米，与下伏前第三系为不整合（?）接触。

【乌来组】 旧称“乌来群”，时代属始新世。分布于我国台湾北部。最初命名地点在台湾省台北乌来。本组为海相泥沙质沉积，以黑色板岩为主，夹砂岩、页岩、凝灰岩及集块岩，含货币虫（Nummulites）等，厚3，000米以上。

【红头屿组】 时代属渐新世。仅见于我国台湾红头屿。本组为海底火山喷发，以安山岩、集块岩为主，夹凝灰岩与石灰岩，含海生化石Spiroclypous leupeldi等。与下伏乌来组为不整合（?）关系。

【红河组】 时代属始新世。分布于陕西兰田地区。最初命名地点在陕西兰田地区的支家沟上游的常家村和红河上游的吉家湾一带。本组为一套陆相紫红色泥岩、砂质泥岩及细砂岩互层的沉积。总厚度约160余米。底部砾岩直接超复在前震旦纪石英岩之上。顶部与上覆白鹿原组之间有一剥蚀面。由于白鹿原组属上始新统至下渐新统，所以本组的的代不会晚于晚始新世。

【白鹿原组】 时代属晚始新世至早渐新世。分布于陕西兰田地区的支家沟及以东地区。最初命名地点在陕西兰田地区的白鹿原一带。本组为陆相河流、湖泊沉积，岩性为灰白色厚层砂岩夹紫红色泥岩，总厚约400米左右。在本组中发现灞河中国两栖犀（Sianodon bahoensis）、同时还发现一种偶蹄类、一种兔形类和一种名为宽叶帕尼宾尼亚（Palibinia latifolia）的植物化石。上述化石多集中在靠上部的位置，所以其时代为晚始新世至早渐新世。与下伏红河组之间为一剥蚀面。

【垣曲群】 旧称“垣曲系”，时代属始新世晚期至渐新世早期。分布于黄河中下游山西、陕西、豫西地区。最初命名地点在山西垣曲县城附近。本组为断块盆地堆积，根据岩性自上而下分为三部：下部为厚层砾岩夹紫色页岩；中部为灰黄色砂岩与绿、紫色页岩的互层，夹泥灰岩，底部有一层厚约40米的砾岩；上部为杂色页岩及泥岩，顶部为灰白色泥灰岩和杂色砂页岩，局部有煤层。下部及中部产两栖犀（Amynodon）、戈壁猪（Gobiohyus）等，顶部产胡氏石炭兽（Brachyodus hui）。总厚约1，000米。与下伏古生代地层为不整合接触。

【官庄组】 旧称“官庄系”，时代属始新世至渐新世。分布于山东蒙阴、莱芜、新泰一带。最初命名地点在山东新泰县官庄。本组为断陷盆地湖泊堆积，根据岩性自下而上分为三部：下部为砾岩与红色粘土互层；中部为红色砂岩、黄绿色砂岩及浅绿色泥灰岩；上部为红色砾岩、角砂岩夹矽岩。总厚达1，700米。含冠齿兽（Coryphodon）等。有时含石膏或薄煤层。与下伏岩系为不整合接触。

【抚顺组】 旧称“抚顺煤系”，属始新统上部。分布于辽宁中部。最初命名地点在辽宁抚顺。本组为湿润气候条件下的凹陷盆地，含煤、油堆积。根据岩性自下而上分为两段：下段为凝灰岩、砂砾岩、含煤层2—3层，夹玄武岩数层；上段为灰绿色页岩，夹煤层及油页岩。总厚达1000米左右。产植物化石中华红杉（Sequoia chinensis）、考福斯海金沙（Lygodium kaulfussii）、二列水杉（Metasequoia disticha）、铁线蕨型银杏（Ginkgo adiantodies）等和保存完好的昆虫化石。本组不整合于古老片麻状花岗岩或白垩系之上。黑龙江省依兰盆地的三姓组大致与本组相当。

【油柑窝组】 时代属始新世。分布于两广及海南岛地区。最初命名地点在广东茂名油柑窝。本组为湿润气候条件下山间盆地含油沉积，以黄褐色泥岩、灰绿色粘土与砂岩为主，中夹油页岩。厚465—530米。含植物化石及茂名无盾龟（Anosteira maomingensis）、石油马来鳄（Tomistoma petrolica）等。与下伏岩系为不整合接触。

【遮普惹组】 时代属古第三纪。分布于西藏南部冈巴，定日一带。最初命名地点在定日县北新浪遮普惹山。本组为海相沉积。根据岩性和化石自下而上分为五层：①下部碎屑岩，厚180米；②巨厚层灰岩，厚300米；③下货币虫灰岩，厚360米；④绿色和紫红色页岩，厚300米；⑤上货币虫灰岩，厚400米。产货币虫（Nummulites）等。与下伏冈巴群为整合或假整合接触。

【新第三纪】 Neogene Period 从前有人（Hoeres，1853）把新生代第三纪的后期称为新第三纪。延续时间2600±200—200万年，包括中新世和上新世。自新第三纪起，生物界的总面貌与现代更为接近。哺乳动物又有新的发展，以形体增大为其特征。在海生无脊椎动物中，有孔虫类中的大型的货币虫已经消失，为小型的有孔虫类所代替。六射珊瑚大量发展，形成大型珊瑚礁。淡水介形类等大量繁育。在植物界中，高等植物区系与现代的几乎没有什么差别，低等植物中淡水硅藻较为常见。植物地理区已与现代近似。在古地理方面，新第三纪只在大陆边缘地区发生小规模海侵，最后一次海退导致了第四纪的开始。在地壳运动方面，到了新第三纪上新世，许多老第三纪形成的新山系继续隆起，山势基本上与现代相近，如欧洲的阿尔卑斯山、亚洲的喜马拉雅山、南美的安底斯山等等。中国西部隆起成为山地，东部继续下降成为范围很广的凹陷平原，在隆起区沿断裂带发生连续的玄武岩喷发。

【新第三系】 Neogene system 新第三纪形成的地层称为新第三系。新第三系自下而上包括中新统和上新统。我国新第三系仍以陆相为主，仅在大陆边缘如台湾、西藏等地有海相沉积。陆相新第三系与下伏岩层一般呈假整合或不整合接触，但在少数地区如新疆吐鲁番盆地新第三系中新统与老第三系渐新统为连续沉积。陆相新第三系根据当时沉积环境的不同有以下几种类型：①内陆盆地湖泊堆积，以杂色粘土页岩富含哺乳动动物和昆虫化石为其特征，如山东的山旺组、内蒙的通古尔组等；②土状堆积，如华北的三趾马红土。另外，在华北、华南及东北地区等都发生过玄武岩喷发。

【中新世】 Miocene Epoch 中新世（Lyell，1833）是新生代新第三纪的前期。延续时间2600±100—1200±100万年。中新世动物群与渐新世相比，更接近现代。哺乳动物群中最主要的代表有奇蹄类的安琪马（Anchitherium）和巨爪兽（Maerotherium），偶蹄类的皇冠鹿（Stephanocemas）和长鼻类的板齿象（Platybelodon）等。这一动物群自我国延伸到苏联哈萨克地区，在欧洲也有发现、陆相介形类以河星介（Potamocypris）、土星介（Ilyocypris）、湖花介（Limnocythere）、正星介（Cyprideis）等为主，海相介形类以艳花介（Cytheris）、方花介（Quadracythere）、简丽花介（Haplocytheridea）、

小花介（Cytherella）为主。轮藻以有盖轮藻（Tectochara）、似轮藻（Charites）为主。新第三纪是以中新世的海侵而开始的，然后是一次新的普遍的海退，形成了中新世的沉积旋□。

【中新统】　Miocene series　中新世沉积的地层称为中新统。欧洲法国西南部的阿启坦盆地和意大利的波河谷的海相中新统发育较好，研究较详，世界各地多与之对比。自下而上包括阿启坦阶（Aquitanian），布尔季加尔阶（Burdigalian），文多邦阶（Vinde－bonian）和“萨尔马特阶”（Sarmatian）。有人把陆相的“蓬蒂阶”（Pontian）作为中新统的上界。有一种意见认为中新统的底界应从布尔季加尔阶开始。但根据大型有孔虫的演化和新型哺乳类的出现，近来的趋向是把阿启坦阶作为中新统的下限。我国除台湾等地有海相中新统外，其余均为陆相堆积。华北典型的中新统为山旺组，内蒙为通古尔组，陕西蓝田也有中新统。西北和北京地区中新统与渐新统多为连续沉积。在华南有南京方山附近的洞玄观组。

【上新世】　Pliocene Epoch　上新世（Lyell，1833）是新生代新第三纪的第二个世，也是新第三纪最后的一个世。延续时间1200—200万年。上新世是哺乳动物的繁盛时代。哺乳动物进一步分化、大型化和特化为其特征。已与现代属群十分相似。最特征性的动物群是上新世早期，即欧亚大陆的蓬蒂期动物群。它广泛分布于我国北方和南方，向西延伸到地中海沿岸。这一动物群在北方主要发现于黄河流域的三趾马红土层，其中有三趾马（Hipparion）、大唇犀（Chilotherium）、长颈鹿、乳齿象和一些啮齿类如原鼢鼠（Prosiphneus）等。上新世中期在山西静乐发现较进步的三趾马和羚羊等。陆相介形类以线星介（Linocyeris）、锥星介（Subulacypris）、疏星介（Advenocypris）等属为主。海相介形类以库什曼介（Cushmanidea）、翼花介（Cytheropteron）、雅面介（Xe-stoleberis）、新单角介（Neomonoceratina）等属为主。轮藻组合与中新世相似。上新世发生小规模的海侵，接着发生了最后的一次海退，导致了第四纪的开始。

【上新统】　Pliocene series　上新世沉积的地层称为上新统。欧洲意大利波河谷的海相上新统研究较详，世界各地多与之对比。陆相以苏联南部较发育。自下而上包括蓬蒂阶（Pontian）、普列桑阶（Plaisancian）和阿斯特阶（Astian）。有人把萨尔马特阶作为上新统的底界。我国上新统除在台湾等地为海相沉积外，其余广大地区均为陆相沉积。北方有土状堆积，以山西保德和陕西蓝田研究较详，一般统称之为三趾马红土。在三趾马红土之上，第四系三门组之下，还有深红色土组成的静乐组。南方包括长江中下游地区及两广、云南诸省普遍有河湖相堆积。西部地区与中新统多为连续沉积。东部地区于上新世晚期普遍有玄武岩喷出。

【冷水沟组】　时代属中新世中期。分布于陕西骊山西麓和南麓。最初命名地点在陕西骊山西麓临潼县的冷水沟。本组为陆相紫红色泥岩及砂岩互层，夹红色粘土条带及钙质小结核，富含化石，有铲齿象（未定种）（Platybelodon sp.）、利齿猪（未定种）（Listriodon sp.）和原始板齿犀类等。厚约60米。与下伏红河组之间有一剥蚀面（假整合关系）。

【寇家村组】　时代属中新世晚期。分布于陕西蓝田地区灞河两岸。最初命名地点在灞河左岸白鹿原附近的寇家村。但以在灞河右岸十里河的高坡村附近的剖面发育最好。本组为陆相泥砂质堆积，一般可分为上下两部分，中间有明显的剥蚀面。上部为淡棕红色砂质泥岩及泥岩互层，在高家坡剖面中含复角柄杯鹿（Lagomeryxcomplicidens），在天河沟剖面中含三棱齿象（Gomphotherium sp.）。下部为砂岩、砂砾岩互层和桔黄色砂质泥岩，与下伏白鹿原组为不整合接触。总厚度从30米到100米以上。本组与华北比较典型的中新统通古尔组和山旺组可以对比。因为通古尔组和山旺组中均含有与寇家村组相类似的柄杯鹿。

【灞河组】　时代属上新世早期。主要分布于陕西蓝田地区的灞河两岸，多在蓝田县城以东出露。最初命名地点在陕西蓝田地区泄湖镇以南灞河左岸的武家坡到水家嘴之间。本组为陆相泥沙质沉积，岩性为桔黄色砾岩、砂岩和棕黄色砂质泥岩、棕红色泥岩互层。厚达120米以上。含三趾马动物群的化石如：李氏三趾马（Hipparion richthofeni）等。本组与上复兰田组为假整合接触，与下伏地层关系不明（未见底）。

【蓝田组】　时代属上新世晚期。主要分布于陕西蓝田地区的灞河两岸，多位于离灞河较远、位置较高、大约在海拔700—750米左右的地带。最初命名地点在蓝田地区泄湖镇附近。本组为陆相泥沙质沉积，由深红色、深棕红色粘土及棕红色、灰白色砂砾岩组成。粘土中含有极丰富的钙质结核，风化后多呈灰黄色或灰白色外壳。厚度10—40米不等，最厚可达60余米。含三趾马等哺乳动物化石。本组与下伏灞河组及上覆第四系三门组（Q_{12}）或红色土（Q_2）均为不整合接触。本组与陕西北部、渭河流域以及山西中、北部上新统的岩性相似均为深红色、深棕红色粘土。

【海山组】　旧称“海山层”。时代属中新世。分布于我国台湾省。最初命名地点在台湾台北县南海山。本组为海陆交互相含煤沉积，以灰色砂岩、页岩为主，夹火山岩（东部）及煤层（西北部），富含中新世瓣鳃类海扇，（Pecten）等及有孔虫等。厚约3600—3800米，与下伏岩系的接触关系不明。

【苗栗组】　旧称“苗栗层群”，属上新统。分布于我国台湾南部、东部沿海地区及北部。最初命名地点在台湾苗栗。本组为海相碎屑沉积，以青灰色砂、页岩为主；南部夹珊瑚灰岩、东部沿海地区多为软质页岩，北部以页岩、泥岩、砂岩为主，富含上新世有孔虫扁豆虫（Robulus）、海笋（Pholas）、串孔虫（Textularia）及瓣鳃类美心蛤（Venericardia）、箱蛤（Arca）等。在台湾西北部，厚约1900米。与下伏海山组为整合接触。

【苗栗层群】 “苗栗组”的旧称。

【洞玄观组】 旧称“洞玄观层”，时代属中新世。分布于南京一带。最初命名地点在南京市方山附近的洞玄观。本组为陆相泥砂、砾石堆积，具明显的六次沉积旋回，每组旋回的上部及中部为棕黄色或灰色砂及粘土，其中夹钙质结核及砾石；下部为砾石层，砾石中有赤山组或浦口组的砂岩。厚约36米，其中含安琪马（Anchitherium aurelianense）及原始鹿类化石。本组与下伏老第三纪红层为不整合接触。

【方山玄武岩】 时代属上新世。分布于南京一带。最初命名地点在南京方山，平铺于高五十米左右的山顶，构成方形山。本组为基性火山喷出岩，为暗紫、灰色微呈斑状玄武岩，常呈层状，夹有层状火山角砾岩或块集岩。厚约100米。本组与下伏洞玄观组为假整合接触。

【保德组】 又称“三趾马红土”，时代属上新世早期。分布于山西西北部。最初命名地点在山西保德附近。保德组是一种陆相钙质岩石，在石灰岩区是一种湿热气候条件下的风化产物，根据岩性分为两部：上部为深红色、淡红色粘土，含很多白色钙质结核，厚10—60米；下部为厚度不等的砾石层，厚2—10米。含李氏三趾马（Hipparionr richthofeni）、大唇犀（Chilotherium）以及长颈鹿和羚羊类等接近热带的动物化石。

【三趾马红土】 见“保德组”。

【静乐组】 又称“红色土A带”，时代属上新世晚期。分布于山西西北部。最初命名地点在山西静乐附近。本组是在三趾马红土之上，第四系更新统三门组之下一种深红色土，厚十余米。含贺风三趾马（Hipparion houfenense）、步氏羚羊（Gazella blacki）等化石。

【红色土A带】 即“静栗组”。

【山旺组】 旧称“山旺系”，时代属中新世晚期。仅见于山东临朐县东部。最初命名地点在山东临朐县东部山旺庄、王家楼一带。本组为内陆盆地湖相沉积，根据岩性分为二部；上部为黄色粗砂岩夹砾岩，含玄武蛙（Rana basaltica）、中新蝾螈（Procynops miocenicus）、山旺犀（Plesiaceratherium shanwangensis）、皇冠鹿（Stephanocemas）及龟化石；下部为绿色、白色。棕色纸状页岩夹硅藻土，产昆虫、蛙、及植物化石等。总厚400米。本组与下伏岩系（官庄组）为假整合关系，为上新统玄武岩所不整覆。

【通古尔组】 旧称“通古尔层”，时代属中新世。分布于内蒙境内。最初命名地点在内蒙二连东南通古尔盆地。本组为内陆盆地湖相堆积。主要为杂色粘土、粗砂及泥等，厚40米左右，含有丰富的哺乳动物化石，安琪马（Anchitherium）、皇冠鹿（Stephanocemas）、铲齿象（Platybelodon）等，以及淡水瓣鳃类丽蚌（Lamprotula）、楔蚌（Cuneopsis）等。本组可与山东的山旺组、江苏的洞玄观组相比。

第四纪地质学

【第四纪地质学】 Quaternary geology 地质学的一个分支学科。是研究第四纪时期地质发展历史的科学。其主要任务是研究第四纪期间重要地质事件的时间和空间分布的规律。内容包括第四纪地质年代学、沉积物、地层、新构造运动、火山活动、古地理以及矿床等。它与地史学、古地理学、古脊椎动物学与古人类学、沉积岩石学、地貌学与新构造地质学的关系都非常密切。

【第四纪研究】 Quaternary sesearch 第四纪各种自然历史研究的统称。也有人称为第四纪学。它包括第四纪地质学、古地理学、古生物学与古人类学、古土壤学、古地球物理学等方面的研究。第四纪地质学是其中最主要的一门。

【第四纪】 Qaaternary period 新生代的第二个纪。它包括更新世和全新世两个世。第四纪是地质历史上最新的一个纪，它是地质历史上发生过大规模冰川活动的少数几个纪之一，又是哺乳动物和被子植物高度发展的时代，人类的出现是这个时代的最突出的事件。因此也有人称第四纪为人类纪或灵生纪。第四纪的年龄极为短促，过去一般认为它延续约 100 万年。近年来由于古人类学的一些新发现和年代测定技术的新发展，目前普遍认为远远超过此数。有的认为大约 180 万年、或 200 万年、或 300 万年。第四纪这个名词是法国学者德斯诺伊尔斯（J. Desnoyers）在 1829 创立的。他在研究巴黎盆地的地层时，将第三系上的松散沉积物划分出来，命名为第四系，这样地质年代便由当时的三个纪增加为四个纪，即第一纪（原始纪）、第二纪、第三纪和第四纪，以后由于地质年代学的不断发展，第一纪和第二纪已废弃不用，它们原来所代表的地质时代已划分为许多个纪，而第三纪和第四纪两词一直沿用到现在，用以表示最新的两个纪。

【人类纪】 Anthropogene period 第四纪的别称，人类的发生和发展是第四纪的划时代的重大事件，所以也有人称第四纪为“人类纪”。

【灵生纪】 Psychozoic period 第四纪的别称，由于这个时代人类出现，故也称“人类纪”、“灵生纪”。此词现已少用。

【第四系】 Quaternary sestem 指第四纪时期所形成的地层。1932 年国际第四纪会议上确定的第四纪地层划分方案，把第四系划分为下更新统、中更新统、上更新统和全新统。这个方案是最初的第四纪地层划分方案之一，已被许多国家普遍采用。1959 年我国全国地层会议上，也采用这一四分法的第四系划分原则。目前一般仍沿用这个方案。

【更新世】 Pleistocene epoch 第四纪（Q）分为更新世（Q_p）和全新世（Q_h）两个阶段。更新世是第四纪最初的一个阶段。更新世又进一步划分为早更新世（Q_1）、中更新世（Q_2）和晚更新世（Q_3）。或称为更新世早期，更新世中期和更新世晚期。

【更新统】 Pleistocene series 指更新世所形成的地层。更新统可分为下更新统、中更新统和上更新统。

【全新世】 Holocene epoch 第四纪分为更新世和全新世两个阶段，从更新世结束，即大致从10000年前至现在的时间范围为全新世，它是更新世最后一次冰期（玉木冰期）消融后的时期，所以又称冰后期。全新世自然地理状况与更新世比较更和现在一样、生物几乎都是现代种。全新世延续的时间虽短，但自然地理状况仍然有一定程度的变化，如气候冷暖干湿的波动、在有些地区还是相当明显的。最近国内外对全新世的下限有往下划的趋势，其延续年龄大约在12000—14000年之间。

【全新统】 Holocene series 指全新世所形成的地层。

【冰后期】 post－glacial period 即 “全新世”。指更新世最后冰期消融后的时期。这时冰川逐渐向高纬度或高地后退，因此广大范围内冰后期的下限，是根据大致情况确定的。

【第四纪地质图】 Quaternary geological map 表达第四纪地质现象的各种图件的统称。用不同的颜色、花纹和符号，将一定地区第四纪沉积物的成因类型、第四纪沉积物与第四纪火山岩的岩性和时代、及第四纪地质构造等现象，填绘在一定比例尺的地形图上，称普通第四纪地质图或区域第四纪地质图。依生产和科研的不同需要可编绘专门的第四纪地质图，如第四纪某一时期古地理图、第四纪沉积物等厚线图等。除平面图外，还可编绘各种第四纪地质剖面图。

【第四纪地质年代学】 Quaternary geochronology 研究第四纪时期的年代划分及其延续的年龄，从而制定第四纪地质年代表的学科。它是地质年代学，也是第四纪地质学的一个分支，包括建立第四纪地质年代系统的相对地质年代学和应用同位素方法等测定的实际年龄的地质年代学。建立第四纪地质年代系统的方法主要有：古生物学的方法，包括陆上哺乳动物的研究、古植物与孢粉组合的研究、海洋微体古生物的研究等；古气候学的方法，包括第四纪冰期与间冰期、雨期与间雨期的研究等；矿物学、岩石学与地球化学的方法；古人类学与考古学的方法；古土壤学的方法；地貌学的方法以及地球物理学的方法等。六十年代以来，古地磁学的方法应用到第四纪地质学中，为全球性的第四纪地层的划分与对比开辟了新的重要的途径。上述各种方法的综合应用，获得了较好的效果。第四纪实际年龄的测定方法，在六十年代初期以前，主要是放射性碳（C^{14}）的方法。六十年代中期以来，情况有很大改变，钾氩法（K^{40}/Ar^{40}）、铀系法（pa^{281}/Th^{230}，pa^{231}，Th^{230}，Th^{230}/Th^{232}，Ra^{226}/Th^{230}，U^{234}等）已广泛应用；沉降核类法（Si^{32}，

Pb^{210}，Cs^{137}，Fe^{55}）也开始应用于近代沉积的年代测定。新技术还有热发光法、裂变径迹法等。目前已应用的和正在探索的年代测定方法达 20 余种，能够测定的时间范围包括整个第四纪。

【古生物地层法】 method of Palaeontologic stratigraphy 古生物法是第四纪地层划分与对比的一种基本方法。对陆相第四纪地层具有重要意义的是哺乳动物。利用哺乳动物划分和对比地层，除了根据其种属演化的历史（旧的种属的衰亡、新的种属的迅速发展和广泛分布）、根据少数的一些标准化石外，更重要的是根据动物群演化的历史、根据哺乳动物的共生组合，包括共生组合的种属组成（上新世残余种类、更新世各个时期的特有种类及现生种类及其数量比例）和生态类型（喜冷的与喜暖的类型）。对海相第四纪地层具有重要意义的是有孔虫、介形虫等微体古生物。1969 年布洛（Blow. W. H.）提出了自始新世到现代的浮游生物有孔虫的生物地层表，为微体古生物的地层学研究提供了较好的依据。另外对一些内陆海和陆间海的海相地层及一些大湖的湖相地层来说，软体动物化石也具有重要的意义。

【岩石地层法】 method of lithologic stratigraphy 划分和对比第四纪地层的一种基本方法。在一个沉积盆地中同时期形成的沉积物，若其物质来源和沉积环境基本一致，则岩性也会大致相同；不同地质时期，随沉积条件的改变，岩性也会发生变化。岩性包括岩石类型、成分、结构、构造、颜色等方面。依据它们的一些宏观特征及其在垂向上的变化，可以划分和对比地层。另外，地层剖面上具有特殊性质而分布较广的某些夹层，是地层划分，特别是地层对比的重要标志。如稳定的陆相地层中所夹的海进层位，稳定的碎屑沉积物中的一些化学沉积物夹层等。在第四纪火山活动地区，地层剖面中的火山灰层，也是良好的标志层。对不同时期的火山灰进行岩石性质和化学成分的测定，同时应用 C^{14} 法、裂变径迹法测定其年龄，建立区域第四纪火山灰年代表，对划分和对比地层具有重要意义。在运用岩性的宏观特征划分、对比地层时，同时要系统地研究岩石（或沉积物）的矿物组成，包括碎屑矿物和粘土矿物的研究。对碎屑矿物，既要鉴定其种类，还要研究其标型特征；既要研究重矿物，也要研究轻矿物，既要研究矿物组合，也要研究特征矿物；要研究矿物组合和特征矿物在垂向上的变化，包括各种不同类型矿物数量比值的变化，如稳定矿物与不稳定矿物含量比值的变化，石英与长石含量比值的变化等。在这些系统研究的基础上，划分矿物层、绘制矿物柱状剖面图、对划分和对比地层具有重要的意义。

【古人类与考古法】 palaeoanthropology and archaeology method 人类的出现和发展是第四纪的具有划时代意义的事件。利用古人类化石、石器及文化遗存来划分和对比地层，是第四纪地层学的一种特有方法。我国是文化发展很早的一个国家，具有丰富的人类文化遗存，为我国第四纪地层的划分和对比，提供了非常有利的条件。

【地貌法】 geomorphological methcd 是划分和对比地层的一种方法。即根据沉积物所处的不同地貌部位，确定它们形成的相对年龄。在层状地形发育的地区，如发育有多级阶地的河谷、湖岸和海岸地带，发育有多层水平溶洞和多级剥蚀夷平面的山地，地貌法具有重要的意义。如同一河谷中的不同时期的冲积物，可以根据它们所处的不同地貌部位（河槽、河漫滩、低阶地、高阶地），划分为不同的层位，并确定它们形成的先后顺序，并可沿水平方向进行追索和对比。

【古土壤法】 fossil soil method 是划分和对比第四纪地层的一种方法。地层剖面中的古土壤，代表地质历史时期的沉积间断，反映地质历史时期古地理状况的变化，因此古土壤可以作为地层划分的一种标志。在同一地质历史时期，相同的自然地理条件下，古土壤的类型及其基本性状是相同的，因此古土壤又可作为地层对比的一种依据。在第四纪冰川发育地区，冰川外围地区以及中、低纬度的干旱、半干旱地区，古土壤可作为冰期或雨期划分与地层对比的基础。古土壤法对于黄土地层的划分与对比更有重要的意义。近年来，古土壤的生物、物理和化学的研究不断深入，同时与古地磁地层法、同位素年代测定法相结合，可以取得较好的效果。

【古地磁地层法】 method of paleomagnetic stratigraphy 是第四纪地质年代学研究的一种重要方法。六十年代以来。地质历史上地磁场倒转的现象引起了广泛的重视。1969 年考克斯（A. Cox）等根据多方面的资料制定了近 450 万年以来的地磁年表，或称地磁极性时期表。它表明了近 450 万年以来各个时间地磁场的极性，及在每一个大的正向或反向时期中还有一些持续时间较短的极性倒转事件，同时附上了各极性世和极性事件的同位素年龄。现在对南北半球的火山岩与火山碎屑岩，海洋、湖泊、河流沉积物，黄土及其中古土壤的古地磁研究，证实了近 450 万年以来地磁极性变化的历史在全球范围内的一致性。这样地磁年表便成为新第三纪—第四纪地层划分和对比的一个重要标尺，并为全球性的新第三纪—第四纪地层对比开辟了新的途经。古地磁地层法研究的最好材料是地层中没有经过重大次生变化的含有含铁磁性矿物的沉积岩与火山岩、基性熔岩。通过野外古地磁岩石标本的采集和室内基本古地磁数据的测定，就可以编制研究地区古地磁剖面，并和标准的地磁年表进行对比，以此来确定地层的层位和年龄。古地磁法与古生物法、同位素年代测定法相结合划分和对比第四纪地层取得了良好的效果。

【有机地球化学法】 organic geochemistry method 又称氨基酸地球化学法，是第四纪地质年代学的一种新方法。五十年代中期先后在化石及沉积物中发现了氨基酸，确定了地质体中氨基酸的普遍存在。六十年代后期、氨基酸立体化学的地质意义得到了重视，认识到氨基酸外消旋化或差向异构化的程度可作为一种新方法的基础，开始应用于测定沉积物的年龄。如哈尔（Hare，P. E）和米特勒（Mitterer，R. M. ）1969 年曾用此

法测定一晚更新世沉积物的年龄，其结果与 C^{14} 法、古地磁法测定的一致。目前有机地球化学法还可用于古地温及沉积速度的测定。

【氨基酸地球化学法】 amino－acidgeockemistry method 即“有机地球化学法”。

【沉降核类法】 settlement of isotope method 是第四纪沉积物年代测定的一种方法。它利用由大气中沉降到水圈和沉积物中的天然核反应和人工热核试验产生的各种半衰期较短的放射性同位素来测定沉积物年龄。通常利用的放射性同位素有 pb^{240}、Cs^{137}、Fe^{55}、Si^{32} 等。这一方法适用于近代（2000 至 3000 年以来）海洋与湖泊沉积物年龄的测定，如大气中沉降的 Fe^{55} 和 Cs^{137} 可用来确定十年来的沉积层序，大气中沉降的 pb^{210} 用来测定一万年以来沉积物的年龄，Si^{32} 可用来测定二千年来的沉积物年龄，相应地也可求得沉积物的平均沉积速度，如有人测得日内瓦湖现代沉积速率为 1.2 毫米/年。沉降核类法对于军事和环境科学也有重要的意义。随着放射性同位素测试技术的发展，这一方法将得到日益广泛的应用。

【热发光法】 method of thermolnminescent dating 是第四纪地质与考古学中测定年代的一种方法。热发光就是晶体材料被加热到红热温度（一般为 400—500℃）以前的发光现象。简写成 Tl。它是贮存于物体晶陷中的电离辐射能被释放的结果。产生热发光的物体称辉光体。一般矿物、岩石形成后，由于它本身及周围介质中可能含有微量的 U，Pb，K^{40} 等放射性物质，不可避免地受到 α，β，及 γ 射线的辐射，从而逐渐累积辐射能。矿物岩石的热发光强度与其所接受的辐射剂量之间有线性或近于线性的关系，因此通过测量矿物岩石的热发光和矿物岩石在单位时间内所接受的辐射剂量，就可按下式计算其年龄：$t = N/ds$。t 为测量样品的年龄；N 为测量样品的天然热发光强度（相对单位）；d 为测量样品所接受的平均年剂量率（拉德/年）；s 为测量样品的热发光感量，即单位剂量所产生的热发光强度（相对单位/拉德）。在 60 年代，已利用黄土与黄土状土的天然热发光性质和强度进行地层对比，以后逐步用于古陶瓷和第四纪火山岩与沉积物的年代测量。

【含氟量测定】 measuring of fluorite content 指测定骨化石中的氟的含量来比较骨化石相对年代的工作。实验证明：人类和动物骨化石中氟的含量及氟磷比值（F/P_2O_5）比现代骨骼要高。骨化石的地质年代愈老，其氟的含量愈高。因此，可用不同地层中骨化石的含氟量或氟、磷的含量及二者的比值，来比较骨化石的相对年代。目前这种方法只能应用于老第三纪渐新世以来骨化石年龄的对比，在火山喷出物与地下水沉积物发育地区应用这种方法效果不好。

【第四纪沉积物】　Quaternary sediments　指第四纪时期由各种地质作用所沉积的物质，如河流沉积物、湖泊沉积物及海洋沉积物等。它们断续地复盖在陆地表面和海洋底部，一般仍呈松散状态，保持原有堆积形态和原始产状。在第四纪构造运动强烈的地区，第四纪沉积物也发生相当程度的变形。第四纪沉积物厚度各地差异较大、在第四纪连续下沉地区，它的最大厚度可达到1000米左右。第四纪沉积物中最常见的化石是哺乳动物、软体动物、有孔虫、介形虫及植物的孢粉。人类化石及文化遗存则是第四纪沉积中所特有的。

【沉积物成因类型】　origin type of sediments　指根据沉积物的成因而划分的类型。一般划分为残积物（el）、重力堆积物（cl）、坡积物（dl）、洪积物（pl）、冲积物（al）、湖泊沉积物（1）、沼泽沉积物、海洋沉积物、地下水沉积物、冰川沉积物（gl）、风成沉积物（eol）、生物沉积物、人工堆积物等成因类型。火山碎屑沉积物是一种特殊的成因类型。每一种成因类型可根据不同情况划分为不同亚类，如湖泊沉积物根据湖水的矿化度划分为淡水湖沉积物与咸水湖沉积物。不同的成因类型间还有一些中间类型或过渡类型，如三角洲沉积物是一种冲积－湖泊沉积物或冲积－海洋沉积物，冰水沉积物是一种冰川－河流沉积物等。

【第四纪沉积物分析】　analysis of quaternary sediments　指对第四纪沉积物基本性状的分析研究工作。如沉积物机械组成的分析（粒度分析）、矿物组成的分析、碎屑颗粒的形态分析（圆度、球度等）、表面特征的分析与组构分析等，也包括对第四纪沉积物的各项物理力学性质的测定。第四纪沉积物分析是第四纪地质研究工作中的一项重要的基本的工作。

【残积物】　residual（residuary）sediments　指地表岩石风化后残留在原地的堆积物。根据风化作用方式和风化作用强度的不同，残积物可分为机械风化残积物和化学风化残积物两类。前者主要由母岩机械破碎的岩屑或矿物碎屑组成；后者主要由化学风化形成。后者除了母岩机械破碎的岩屑或矿物碎屑外，主要为母岩化学分解后形成的一些新生矿物，如各种粘土矿物（水云母、胶岭石、高岭石等）、及硅、铝、铁、锰等的含水氧化物矿物（如蛋白石、水铝石、褐铁矿、水锰矿等）。残积物一般保存在不易受到外力剥蚀的比较平坦的地形部位，而且常常被后期的其它成因类型的沉积物所覆盖。残积物的堆积形态、厚度、规模变化较大。残积物不具层理，碎屑颗粒为棱角状（砾岩风化残积物除外），无分选性。残积物的发育具有明显的地带性。在高纬度地区、中纬度荒漠与半荒漠地区和高山地区，一股以机械风化残积物为主；而化学风化残积物则主要形成于热带和亚热带湿润地区。在湿热气候条件下，一个发育完全并保存完整的残积物剖面，其底部为与母岩逐渐过渡的以机械风化为主的残积物，向上渐变为化学风化残积物，如铝土矿等，厚度可达数十米以至二百余米。残积物中常会有丰富矿产，如贵金属、稀有与稀土元素的残积矿床。有的残积物本身就是一种矿石堆积体，如铝土矿、锰土矿等。残积物对分析一个地区古气候、古地形的变迁也具有重要的意义。

【风化壳】　crust of weathering　指经过风化作用并发育有残积物的岩石圈外壳。风化壳以不同的规模和厚度，断续覆盖在陆地表面上。如花岗岩风化壳就是由发育在花岗岩上的残积物所构成的。

【重力堆积物】　grayitative deposits　又称“坠积物”。指在陡坡下方或洞穴底部由于重力作用而堆积的物质。它包括崩坍堆积物、滑坡堆积物等多种类型。重力堆积物可以由基岩的新鲜角砾碎屑组成，也可以由各种第四纪沉积物再堆积而成。一般无分选性，但有的重力堆积物如岩屑堆，其上部物质较细，下部较粗。重力堆积物中的碎屑多呈棱角状。它没有层理，厚度和规模不一。大型的滑坡堆积物中，有时还保持原来地层的层理、结构和构造，容易误认为原始地层的露头。处于相对稳定状态的重力堆积物，一旦平衡条件被破坏，还会重新移动。

【坠积物】　colluvium　即“重力堆积物”。

【流水沉积物】　running water sediments　狭义的流水沉积物指地表各种性质流水的沉积物，其中包括坡积物、洪积物、冲积物及泥石流沉积物等。它是陆地上分布最广也是最重要的一类沉积物。广义的流水沉积物除上述类型外，还包括地下河流沉积物等。

【坡水沉积物】　deluvium　简称“坡积物”、又称“坡面流水沉积物”。坡面流水是由一束束细小的股流组成的面状暂时性流水，它冲刷坡面，携带一些细小的泥沙砾石，然后沉积在斜坡下部及坡麓。坡积物岩性受斜坡岩石性质的直接影响，可由基岩碎屑组成，也可由第四纪沉积物就地改造而成。坡积物的分选性、砂砾的磨圆度一般较差，具有与坡面大致平行的不很清晰的层理，有时夹有埋藏土。坡积物厚度不大且不稳定，常迅速过渡为残积物、重力堆积物、洪积物或风积物等。

【坡积物】　deluvium　“坡水沉积物”的简称。

【冲积物】　alluvium　又称“河流沉积物”，曾称“淤积物”。是第四纪陆相沉积物中最常见、最重要的一种类型。它包括河槽沉积物、河漫滩沉积物两种基本亚类和其它一些亚类（或过渡类型）。河槽沉积物是流速、水深较大的河槽水流沉积物，一般以粗粒碎屑物为主，在山区常为砾石和粗砂，平原区也常为细砂级以上粒级的碎屑。河漫滩沉积物是河流洪水漫溢河槽后，堆积于河漫滩或泛滥平原上的沉积物，由于流速和水深较小，以细粒碎屑物为主，经常为细砂级以下粒级的碎屑。曲流发育的河流，在现今河床两侧常出现牛轭湖沉积物，它的下部为原来河槽沉积物，上部为湖泊沉积以至沼泽沉积的淤泥、泥炭等。河流在入湖、入海处的沉积物称三角洲沉积物。干旱与半干旱地区山地河流出山后，在山麓形成的沉积物，称冲积扇沉积物。大平原区的多沙性河流，河床淤积加高，洪水经常漫溢河床，并在河床两侧形成自然堤。自然堤沉积物比河槽沉积物略细，比河漫滩沉积物较粗，一般为粉土质砂或砂质粉土。洪水在某一处冲破自然堤后，如果流行不远即散失，则在其尾闾形成扇形堆积体，称为决口扇。决口扇沉积物的粒度组成更接近河槽沉积物。平原区多沙性加积很快的河流，不但它的自然堤堤顶，就是它的河槽也可能高于河外的平原地面，成为“地上河”。这类河流之间的低洼地面，不但易受洪水泛滥影响，而且常积水成为湖沼。所以这种平原上的冲积物常与湖泊

沉积物、沼泽沉积物在垂向或横向紧密交织。冲积物自河流上游向下游，其平均粒径和稳定矿物的含量逐渐减小，而颗粒的分选性和砂砾的磨圆度则逐渐增高。如果河流流量比较稳定，则冲积物具有明显的层理，除水平层理外，还常见由河底沙波或沙丘形成的斜层理。斜层理的倾斜方向指示水流方向，冲积物中的扁平砾石的扁平面多数倾向上游，相互成迭瓦状排列。长条形砾石长轴多垂直水流方向。冲积层的剖面上常见粒度韵律现象及沉积旋迴现象。在逐渐下沉的平原区，冲积层常具有多旋迴性并可累积到数百米以及近千米的厚度。冲积物中常蕴藏着丰富的砂矿及泥炭、天然气等，并常构成良好的含水层。

【河流沉积物】 fluvial sediments 即“冲积物”。

【河槽沉积物】 river channel sediments 冲积物的一种类型。是流速、水深较大的河槽水流沉积物，一般以粗粒碎屑物为主。详见“冲积物”。

【河漫滩沉积物】 flood plain sediments 冲积物一种类型。是河流洪水漫溢河槽后，堆积于河漫滩或泛滥平原上的沉积物，一般以细粒碎屑物为主。详见“冲积物”。

【冲积扇沉积物】 alluvial fan sedliments 冲积物的一种类型。是山地河流出山后，在山麓形成的扇状沉积物。详见“冲积物”。

【牛轭湖沉积物】 ox－bow lake sediments 指河流裁弯取直后废弃的一段河道中的沉积物，一般下部为原来河槽沉积物，上部为湖泊以至沼泽沉积的淤泥、泥炭等。它是河流沉积物与湖泊、沼泽沉积物之间的一种复合类型。一般规模和厚度较小，在地层剖面中常呈小型凸镜体夹于河流沉积物中。

【自然堤沉积物】 natural levee sediments 冲积物的一种类型。大平原区的多沙性河流，由于河床淤积加高，洪水经常漫溢河床，并在河床两侧断续形成与河床平行的高地，叫做天然堤，它的沉积物比河槽沉积物略细，比河漫滩沉积物较粗，一般为粉土质砂，或砂质粉土。

【决口扇沉积物】 flood－plainsplays sediments 冲积物的一种类型，指河流中的洪水集中一点冲破自然堤后，流行不远即行散失，在其尾闾部分形成的扇状堆积体，称决口扇。形成决口扇的沉积物称决口扇沉积物，它的粒度、组成与河槽沉积物极为接近。详见“冲积物”。

【洪积物】 proluvium 干旱、半干旱山区暂时性河流在山麓地带形成的沉积物。洪积物在山前呈扇状分布，称洪积扇。其粒度从山谷口到山前平原方向，由粗变细，碎屑分选性和砾石磨圆度增高。洪积物和冲积物相比，一般颗粒较粗大，厚度变化也大。其分选性与砾石磨圆度都比冲积物差。

【泥石流沉积物】 debris flow sediments，mud - rock flow sediments 指山区一种特殊的洪流——泥石流的沉积物。它是流水沉积物中的一种特殊类型，主要分布在半干旱的温带山区，泥石流沉积物，有的主要由粗粒的泥沙组成，有的由泥沙和大小石块组成，大石块的直径常达数米。它的特征是分选性差，层次不明显，整个剖面仍保持泥石流流动时的结构，大石块主要停积在堆积体的前缘或两侧。在不少大石块上可见擦痕，擦痕形体粗大毛糙，多呈斑状或纺锤状，排列方向也不一致，这是与冰川擦痕不同的。在沉积物中还可见泥包砾或泥球现象。泥石流沉积物常形成扇形堆积体，或形成平行于流动方向的舌状、堤状、岛状泥砾堆，加上泥石流强烈的下切侵蚀作用，使得整个堆积区崎岖不平，这与由一般洪水或冰水作用形成的山麓堆积扇有显著不同。

【湖积物】 lacustrine deposits “湖泊沉积物”的简称。一般在湖滨浅水地带以颗粒较粗的砂砾沉积为主，常见斜层理和波痕，厚度较小；在湖心深水地带以细粒的粉砂、粘土沉积为主，具水平层理，厚度较大，一般达数十米至数百米。湖积物和其它陆相沉积物比较，一般颗粒较细，颗粒的分选性、砂砾的磨圆度，有时砾石的扁平度均较高。可出现石灰岩、泥灰岩、硅藻土、沼铁矿、有机质腐泥、石膏、岩盐等化学和生物化学沉积。以水平层理为主，层理比较清晰、规则、稳定、有时可见微薄水平层理。具对称型波痕。有的具韵律构造。厚度比较稳定。原始产状自湖岸向湖心微微倾斜。含湖泊水生生物化石，有时也含陆生动物与植物化石。湖积物中常含有各种沉积矿床。

【湖泊沉积物】 lacustrine deposits 即“湖积物”。

【淡水湖沉积物】 fresh water lake deposits，harfour deposits 指淡水湖中的沉积物，是湖泊沉积物中的一种类型，主要分布在潮湿地区。岩性除砾石、砂与粘土外，有时有铁质、锰质、铝质、磷质等化学沉积物及泥炭、硅藻土等生物沉积物，不含易溶盐类矿物。一般化石的种类和数量较多，常见的为淡水鱼类、螺蚌、介形虫、植物孢粉等化石，以及昆虫、陆生的哺乳动物和植物化石。

【咸水湖沉积物】 salt lake deposits 咸水湖中的沉积物，是湖泊沉积物中的一种类型，主要分布在干旱与半干旱地区。咸水湖沉积物的特征是含有大量易溶盐类矿物，常形成相当厚度的湖盐层。它不含生物沉积，缺乏有机质；化石种类和数量均较少。咸水湖由于矿化度和化学类型的不同，湖盐层的层数、厚度和盐类矿物的种类有很大差异。

【三角洲沉积物】 delta deposits 指河流在入湖、入海处的沉积物。其中分布较广、规模较大的是河流入海处的三角洲沉积物。它形成于海陆交接地带，受河流、波浪、潮汐、海流等多种作用的影响，沉积物的性质、结构比较复杂，从平面上或垂向剖面上看，它分为三个部分：①顶组沉积：又称顶积层，为三角洲的陆上沉积部分，由河流沉积（包括河口叉道的河槽、自然堤、决口扇沉积）的砂和粉土及沼泽、牛轭湖沉积的淤泥、泥炭等组成。②前组沉积：又称前积层，是三角洲向前推进过程中在三角洲前缘斜坡上的沉积物，平面上它呈环带状分布于顶组沉积的外缘。它包括河口砂坝沉积物、河流延续在三角洲前坡上形成的沟槽中的沉积物及前缘席状砂质沉积物等，它形成于海岸带。由于河流带来的沉积物经海水的作用，故分选比较好。③底组沉积：又称底积层，三角洲前缘斜坡的坡脚及其前方的海底沉积物，是由河流搬运来的粘土悬浮物、胶体溶液在海底沉积而成，以富含有机质的含海相化石的泥质沉积物为主。大河河口的三角洲沉积物，平面分布可达数十至百多公里，厚度可达数十至数百米，富含有机质的泥岩与渗透性良好的砂岩是油气生成和聚集的极有利地带，世界上许多大油田都产于古三角洲。

【顶积层】 top－set bed 又称“顶组沉积”，为三角洲顶部的陆上沉积物，主要由河流的砂质沉积物及沉炭沼泽沉积组成，常可见层理。详见“三角洲沉积”。

【顶组沉积】 top－setdeposits 即“顶积层”。参见“三角洲沉积”。

【前积层】 fore－set bed； 又称“前组沉积”，为三角洲前缘斜坡上的沉积物，主要由海岸带的砂质沉积物组成，可见层理。详见“三角洲沉积”。

【前组沉积】 fore－set deposits 即“前积层”。参见“三角洲沉积”。

【底积层】 bottom－set bed 又称“底组沉积”，为河流入海三角洲前缘斜坡的坡脚沉积物，主要由海底沉积的粘土组成，可见层理。详见“三角洲沉积”。

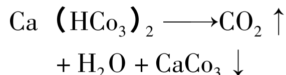
【底组沉积】 bottom－set deposits 即“底积层”。参见“三角洲沉积”。

【沼泽沉积物】 swamp deposits 指沼泽中形成的沉积物。它以泥炭、腐植泥为主，有时也有少量泥沙沉积。它常与湖泊沉积、河流沉积和海洋沉积共生，沼泽沉积物主要分布在河流泛滥平原、河流三角洲、湖滨平原和海滨平原及某些平坦的高原上。

【地下水沉积物】 ground water sediments 指地下水所形成的沉积物。地下水可按不同标志分成许多类型，但能形成一定规模沉积物的仅有少数几种。重力水中的泉水沉积物是地下水沉积物中最主要的一种。其次是岩溶水的沉积物及包气带水中的毛细水的沉积物等。地下水沉积物以化学沉积物为主。地下水的化学沉积物与淀积物的含义大致相当。

【淀积物】 illuvium 一般指经化学沉淀作用形成的地下水沉积物。

【岩溶水沉积物】 karst deposits 简称“岩溶沉积物”，指石灰岩裂隙溶洞中地下水的化学沉积物。它具有不同规模、不同形态，如石灰华、石钟乳、石笋、石柱等。岩溶水沉积物形成的化学反应式为：



$$Ca(HCo_3)_2 \longrightarrow CO_2\uparrow + H_2O + CaCo_3\downarrow$$

【泉水沉积物】 bateque 地下水的天然露头——泉水（包括各种不同温度和矿化度的泉水）所形成的沉积物。它以化学沉积物为主，最常见的是碳酸钙沉积，其次是二氧化硅沉积、天然硫沉积、硼酸盐沉积及其它盐类沉积。它们常依附泉水中的水草等沉淀聚集成石花状。这种形式的沉积物称为泉华。它们有的成粉末状、被膜状，也有的碳酸钙沉积呈厚层块状堆积在泉口附近地面，厚度可达数十米。我国西藏北部那曲地区、四川康定、云南中旬等地均有相当规模的泉水沉积物，主要是碳酸钙沉积，构成十分奇特的自然景观。泉水的化学沉积物中有时也混杂一些碎屑沉积物。有的情况下甚至以机械沉积为主，如喷泉口与地震时喷沙冒水口的泥沙堆积。现代温泉中的泥含有生物活性离子，可用作泥疗的称为“医疗泥”。

【泉华】 sinter 狭义的“泉华”是泉水化学沉积物的一种。指矿物集合体具有水草状、小型树枝状、葡萄状等形状的泉水化学沉积物。最常见的泉华为钙华，其次有硅华，广义的泉华泛指各种形态的泉水化学沉积物。

【钙华】 travertine，calc－sinter 又称“石灰华”、“灰华”。指地下水或地表水经蒸发沉淀而成的碳酸钙沉积。最常见的是泉水形成的钙华，其次是岩溶水形成的钙华。钙华的矿物成分大部分是方解石，其次是文石，可能有少量的其它矿物如褐铁矿等，也可能混入一些碎屑物质，如石英、长石、黑云母等。方解石、文石一般为结晶体，矿物集合体形态或呈水草状、树枝状、葡萄状或厚层块状。后者常具水平层理，偶见波痕与斜层理，有时具韵律构造。钙华常见于泉口附近及石灰岩溶洞中。厚度与规模不等。

【石灰华】 calc－sinter 即“钙华”。

【硅华】 silica－sinter 指地下水或地表水经化学作用而形成的二氧化硅沉积物。它主要出现在富含硅酸的温泉口（包括喷泉口），有时也见于某些洞穴裂隙中，主要矿物成分为各种蛋白石和玉髓，有时可见细小的石英晶粒，有时混入微细的氢氧化铁，偶含氧化镁、氧化钙、氧化铝、硫等杂质，因而使蛋白石形成各种变体及各种颜色。硅华外形可呈水草状、瘤状、钟乳状及致密块状。它们是富含硅酸的胶体溶液与真溶液的化学沉积物。在干旱地区碱性土的表面上有时也可见到非晶质的二氧化硅的粉末状沉淀物。

【盐华】 salt－sinter 指由泉水或地表毛细水经蒸发沉淀而成的盐类沉积物。盐华的主要矿物成分为各种易溶的盐类矿物，如各种芒硝、天然碱、石盐等，有时也可见一些不易溶的盐类矿物，它们常以白色粉末、霜华、被膜沉积于泉口附近及盐碱土的表面，一般规模和厚度不大。

【医疗泥】 sanatory silt 指现代温泉中可作医疗用的含有生物活性离子的泥与细砂。

【风积物】 aeolian sediments 即“风力沉积物”或“风成沉积物”的简称。指经风力搬运后沉积下来的物质。主要是砂粒和更细的粉砂。风成砂的分选性较好，砂粒均匀，圆度和球度较高，表面常有一些相互撞击而形成的麻坑，常堆积成砂丘和砂垅等地形，砂层常形成高角度的斜交层理，厚度从数米到近百米。风积物是干旱与半干旱地区分布最广、最具有代表性的一种沉积物。不少人认为黄土属风积物。在湿润地区的海岸、湖岸地带，有时也可见到风成砂丘，有的还形成风成砂矿。

【多棱石】 angular stone 指沙漠地区具有多个被风砂磨蚀而成的磨光面和棱脊的砾石。沙漠地带强大的常向风携带着砂粒，长期地固定地撞击磨蚀地表砾石上迎着风向的表面，形成了磨光面，磨光面与砾石原始表面之间形成了锋锐的棱脊。沙漠地区可能不只一个盛行风向，地表砾石的方位也可能移动，砾石表面就可能形成多个磨光面和多条棱脊。典型的多棱石，多数是由成分比较单一，颗粒比较细小均匀，质地比较坚硬致密的石英岩、石英砂岩、燧石等的砾石形成。

【生物沉积】 biogenic deposits 指由生物活动结果形成的沉积物。它包括由生物遗体或遗物（如粪便）直接形成的沉积物，如硅藻土、贝壳层、鸟粪层、泥炭、煤等；也包括与生物生命活动有密切关系的各种沉积物，如磷块岩，某些石灰岩、石油等。生物沉积物多形成于海洋中，部分形成于湖沼中。

【人工堆积物】 man made deposits 即由人工堆积的各种沙土、岩屑、矿渣等。如修渠打井时堆积在地面的沙土；修路、平整土地时填入洼地的沙土，开采煤矿时堆积的矸石；烧制石灰时堆积的灰渣等。有时把已毁坏废弃的土堤、土墙、土烽火台等构筑物，也看成是一种人工堆积物。在野外工作时，注意不要把一些人工堆积物误认为天然的第四纪沉积物。

【沉积物共生组合】 association of deposit 指在一定的地质和自然地理条件下形成的一定成因类型沉积物的综合体。如温湿气候、平原地形条件下沉积物的共生组合，其主要组成分子是河流沉积物，其次可能有淡水湖沉积物与沼泽沉积物，河口与滨海地区则有三角洲沉积物，还可能有泻湖沉积物与浅海沉积物。不同的地质和自然地理条件，有不同的共生组合，研究地层剖面中沉积物共生组合，可以了解沉积物形成时的地质和自然地理环境。

【坡地沉积物】 hill slope debris 斜坡上各种沉积物的统称。主要是坡水沉积物。缓坡上还可能有残积物、风积物，陡坡下则可能有重力堆积物。在坡地上常出现它们之间的复合类型。

【山麓沉积物】 piedmont deposits 又称“山麓堆积物”。山麓地带各种沉积物的统称。以冲积物、洪积物为主，并有坡积物、重力堆积物或泥石流沉积物等多种成因类型。在高寒山区的山麓堆积物中还有冰碛物和冰水沉积物。山麓堆积物特征是以粗碎屑沉积为主，碎屑的分选性和磨圆度较差，相变快，厚度大。有些强烈上升的山地的山麓地带或强烈拗陷的山麓地带，第四纪沉积物的厚度可达一千米。祁连山北麓的玉门砾石层与酒泉砾石层，喜马拉雅山南麓的上西瓦里克砾石层都是典型的山麓堆积物。

【洞穴沉积物】 cave deposits 又称“洞穴堆积物”。通常是指石灰岩洞穴中的沉积物。它是由洞穴中重力堆积的角砾、地下水机械沉积的泥沙和化学沉积的石钟乳、石灰华等组成，有时还有地下河沉积的砂砾和地下湖沉积的粘土。有的洞穴保存有人类和动物化石、石器和文化层。洞穴沉积物的规模和厚度不等，大者厚度可达五、六十米，能划分出不规则的层次。我国重要的洞穴沉积物地点有北京周口店、四川万县盐井沟、湖北长阳龙洞、广西柳城巨猿洞、柳江通天岩、广东曲江马坝，云南富民河上洞、浙江杭州留下洞等。在海岸、湖岸洞穴中，有时也充填有砂砾石，与此处所称的洞穴沉积物不同。

【裂隙充填物】 deposits in fracture 指充填于基岩裂隙中的各种物质，如由构造作用或风化作用、地下水作用形成的角砾、砂土和石灰华等。裂隙充填物形态不规则，规模很小。大型的裂隙充填物有时就称为“洞穴—裂隙堆积物”。

【黄土】 loess 主要由粉砂颗粒（其中粒径0.01—0.1毫米者约占50%）所组成的第四纪陆相沉积物，一般呈灰黄、红黄及棕黄色。黄土富含易溶盐及钙质结核。黄土中碎屑矿物（石英、长石、云母、角闪石、辉石、电气石、绿帘石等）约占70%左右，以石英、长石为主；粘土矿物约占20—30%；碎屑矿物中重矿物约占5—9%。黄土质地松散，具有肉眼可见的大孔隙，不具层理。柱状节理发育，干燥时较坚实，能保持直立陡壁。遇水后易崩解，并发生大量的沉陷（湿陷）。典型黄土有人又称为原生黄土，多数人认为它是风积物。黄土中若具有层理且夹有多量砂粒或粘土成分时，则称黄土状土或黄土状岩石，也有人称为次生黄土。它是风成黄土经流水冲刷搬运后再沉积的黄土。黄土中含砂粒多的称砂黄土，含粘土多的称粘黄土。黄土呈断续条带状分布在南、北半球的中纬度地带的大陆内部温带荒漠或半荒漠地区的外缘。我国西北和华北地区黄土广泛分布，是世界上黄土分布最广、厚度最大、类型最复杂的一个地区。其面积达60万平方公里，厚度一般为20—30米，最厚可达200米左右；形成特有的黄土地貌和广阔的肥沃土地。

【原生黄土】 primary loess 指不具水平层理的典型风成黄土。详见“黄土”。

【次生黄土】 secondary loess 指原生黄土被流水冲刷、搬运再堆积而成的黄土。它与原生黄土的主要区别是具有层理、并含有较多的砂以至细砾。黄土状岩石和黄土状土即次生黄土。参见“黄土”。

【砂黄土】 sandy loess 指比典型黄土含砂粒较多的黄土。详见“黄土”。

【粘黄土】 clayey loess 指比典型黄土含粘土较多的黄土，详见“黄土”。

【老黄土】 “old”loess 指午城黄土与离石黄土、详见午城黄土、“离石黄土”。

【新黄土】 “Young”loess 指马兰黄土。参见“马兰黄土”。

【黄土结核】 loess - child（kinder），loess concretion 指黄土中所含的钙质结核。它是黄土层中所含的碳酸钙，经地下水淋溶、聚集及胶凝而成的；或者是在黄土表面成土过程中在淀积层中形成的。由于结核形似生姜或泥偶，故又名黄土砂礓或黄土小僧。黄土结核大小不一，最长者可超过 1 米，在黄土层中有的另散分布，有的沿黄土垂直节理或孔隙分布，有的则聚集成层。在具有一定厚度的黄土层中，有时可见多层钙质结核。

【黄土砂礓】 loess - doll 即“黄土结核”。

【黄土假菌丝】 loess pseudo - mycelium 指黄土中细小的似菌丝体状的白色钙质沉积，它大多是沿黄土中小孔隙沉淀的，在黄土中呈不规则分布。

【砖红土】 laterite 指热带地区一种富铝铁的赭红色粘土、粉砂质粘土风化壳。它是由富含铝硅酸盐矿物的岩石，在湿热气候条件下经强烈的化学风化形成的，主要由铝和铁的氢氧化物矿物组成，如三水铝石、一水铝石、褐铁矿、针铁矿、含水氧化铁等。此外还有多水高岭石、水铝英石以及赤铁矿、磁铁矿等。细分散的含水氧化铁使砖红土呈现赭红色。砖红土化学成分的特点是富含铝，铝硅率 $A1_2O_3$： $SiO_2 \geqq 2$。砖红土呈疏松多孔的土状、鲕状或豆状结构。晒干后比较坚硬。可作建筑材料。

【石灰质红土】 terra rossa，Teppapocca 又称“钙质红土”，是碳酸盐岩类岩石（主要是石灰岩）化学风化后形成的红色粘土。terra rossa 是拉丁语红土的意思。它是由赖芬贝格（A. Rei fenberg 1929）在地中海沿岸地区研究后建立的，它的化学组成为：SiO_2： 32—41，Fe_2O_3： 12—15，TiO_2： 1—1.5，Al_2O_2： 32—39，烧失量（igloss）：11—14%

【钙质红土】 Terra rossa 即“石灰质红土”。

【网纹红土】 vermicular red earth 又称“蠕虫状红土”。指带有白色如指状、管状、虫状或黄白色交织网纹的红色粘土。由于干湿气候的交替，红色粘土层长期受氧化还原交替作用的影响。还原部分粘土层中的铁质沿裂隙下移而使这部分粘土退色成白色（白色为纯水铝石 $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$），部分粘土层中的铁质发生水化使这部分粘土变成黄色，因而见白色及黄色网纹夹杂于红色粘土层中。网纹红土在我国长江以南地区广泛分布。

【蠕虫状红土】 myrmekitic red earth 即“网纹红土”。

【古土壤】 Palaeosoil，ancient soil 一般是指地质历史时期形成的土壤。一个保存完整发育完全的古土壤剖面，和现代土壤剖面一样，自上而下可以分为淋滤层、粘化层与淀积层。多数情况下，古土壤被后期地层覆盖掩埋。在有些第四纪地层剖面中可以见到多层古土壤。古土壤形成后，它的成分、结构、形态等方面会发生不同程度的次生变化，反映古土壤形成时的自然地理条件和当地现代自然地理条件之间已有不同程度的变化。在某些自然地理条件长期相对稳定的地区，古土壤的类型与性状基本上保持不变。如热带地区的砖红壤，由于成土过程的连续性，这种古土壤也可以认为是现代土壤。目前所见的古土壤主要是第四纪的，有一些是新第三纪的，更早地质历史时期的古土壤，一般均已石化变形。研究古土壤的类型及性状，可以为探讨古地理和划分对比地层提供依据。

【埋藏土】 buried soil 狭义的埋藏土，指被后期的覆盖层掩埋的古土壤；广义的埋藏土还包括被新的覆盖层迅速掩埋的现代土壤，如被火山灰掩埋的现代土壤。

【化石土】 fossil soil 古土壤的一种。指被后期的覆盖层掩埋的古土壤，如同生物化石一样保存在地层中。

【泥河湾动物群】 又称“长鼻三趾马－真马动物群”，是华北地区早更新世的一个哺乳动物群。它以河北省阳原县泥河湾下更新统中发现的化石群为代表，在山西榆社、河南三门峡等地也有类似发现，重要化石代表除中国长鼻三趾马（Proboscidiparion sinensis）、三门马（Equus sanmeniensis）外，还有古板齿犀（Elasmotherium inexpectatus）、裴氏板齿犀（Elasmotherium peii）、梅氏犀（Rhinoceros mercki）、泥河湾剑齿虎（Machairodus nihowanensis）、后期剑齿虎（Cynailurus pleistocaenicus）、桑氏鬣狗（Hyaena licenti）、德氏后裂蹄兔（Postschizotherium chardini）、步氏大角鹿（Eucladoceros boulei）、中国古野牛（Bison palaeosinensis）、李氏野猪（Sus lydekkeri）、直隶狼（Canischihliensis）、狐（Vulpus）、纳玛古象（Palaeoloxodon namadicus）、平额原齿象（Archidiskodon planifrons）等。本动物群的各个属，有一部分是新第三纪残留的，一部分是第四纪新生的。目前它们中有些已经绝灭。前者如后裂蹄兔属、三趾马属、剑齿虎属；后者如长鼻三趾马属、真板齿犀属、古菱齿象（Palaeo－loxodon）属。第三纪出现的现生属有犬属、猪属、狐属等及仅在局部地区残留的鬣狗属、角麂（Muntiacus）属、轴鹿（Axis）属等。第四纪初期出现的现生属有额鼻角犀（Dicerorhinus）属、犀属、象属、马属和羊（Ovis）属等。本动物群中的各个种，除个别是新第三纪残留种外，几乎全部是第四纪初期出现的新种，目前它们绝大多数已经绝灭。从动物的生态类型来看，本动物群是一种温带森林草原型动物群。

【长鼻三趾马－真马动物群】 即“泥河湾动物群”。

【周口店动物群】 指华北地区中更新世的一个哺乳动物群，它以北京市周口店第一地点洞穴堆积中的化石群为代表，是与北京猿人同时期的一个动物群。化石种类相当丰富，仅周口店第一地点发现的哺乳类就有 94 种。其中有些是早更新世动物群的残留种或其变种，如三门马（Equus sanmeniensis）、梅氏犀（Rhinoceros mercki）、纳玛象（Palaeoloxodon namadicus）、中国鬣狗（Hyaena sinensis）等。有些是中、晚更新世所特

有的新种，如肿骨鹿（Sinomeg aceros pachyosteus）、葛氏斑鹿（Pseudaxis grayi）、洞熊（Ursus spelaeus）、洞穴鬣狗（Crocutaultima）、最后剑齿虎（Machairodu sinexpectatus）、杨氏虎（Panthera youngi）、德氏水牛（Bubalus teilhardi）等，是本动物群中最富有代表性的动物。还有些现生种如大熊猫（Ailuropoda）以及安氏驼鸟（Struthio anderssoni）等化石。本动物群中包括比较喜湿与比较耐旱的、比较喜暖的与比较耐寒的多种生态类型的动物，反映了当时周口店一带自然环境是复杂的，同时也表示第一地点的地层，可能是先后不同阶段的产物。此外，在河北井陉青石岭洞穴堆积，山西、陕西、甘肃东部、河南北部等地中更新世地层中，也发现有类似的动物群化石。

【萨拉乌苏动物群】　又称“纳玛象－晚期鬣狗动物群”，是我国华北地区晚更新世早期的一个哺乳动物群。主要化石地点在内蒙伊克昭盟乌审旗南部和陕西榆林地区北部的萨拉乌苏河（即红柳河）流域，产于萨拉乌苏组的河、湖沉积物中。化石有纳玛象（Palaeoloxodon namadicus）、最后鬣狗（Crocuta ultima）、披毛犀（Coelodonta antiquitatis）、双峰骆驼（Camelus knoblochi）、赤鹿（Cervus elephus）、河套大角鹿（Sinomegaceros ordosianus）、满洲麞（Capreolus manchuricus）、恰克图转角羚羊（Spirocerus kiakhtensis）、王氏水牛（Bubalus wansjock）、普氏野马（Equus cf. przewalskyi）、斑鹿（Pseudaxis sp.）、方氏鼢鼠（Siphneus fontanieri）等。还有驼鸟（Struthio）、兀鹰（Buteo）、山鹑（Coturnix）、沙鸡（Syrrhaptes）、和野鸭（Anas）等化石。哺乳动物中有些现代已经绝灭了，还有相当一部分现生种。

【纳玛象－晚期鬣狗动物群】　即“萨拉乌苏动物群”。

【山顶洞动物群】　指我国华北地区晚更新世晚期的一个哺乳动物群，它以北京市周口店山顶洞洞穴堆积中的化石群为代表，是与山顶洞人同时期的一个动物群。包括洞熊（Ursus spelaeus）、洞穴鬣狗（Crocuta ultima）、虎（Panthera tigris）、豹（Panthera pardus）、猎豹（Cynailurus）、狼（Canis lupus）、狐（Vulpes）、豺（Cuon alpinus）、獾（Meles）、野驴（Equus hemionus）、斑鹿（Pseudaxis）、赤鹿（Cervus canadensis）、野猪（Sus sp.）、象（Elephas）、牛（Bos）、羊（Ovis）等哺乳动物，以及驼鸟（Struthio）和青鱼（Ctenopharyngodon）等。哺乳动物中除相当一部分现生种外，也有几种现代已绝灭，如洞熊、洞穴鬣狗。

【猛犸象－披毛犀动物群】　指晚更新世分布在我国东北地区的一个哺乳动物群。重要化石地点有黑龙江省呼伦贝尔盟扎赉诺尔、哈尔滨市顾乡屯、吉林省榆树县周家油坊、五棵树等地。本动物群最富有代表性的种类有普通猛犸象（Mammuthus primigenius）、松花江猛犸象（Mammuthus（Parelephas）sungari）、披毛犀（Coelodonta antquatatis）、北方狐（Vulpes rulpes cf. chihliensis）、四不象鹿（Elaphurus menjiesian-

us)、猞（Alces alces)、猞（Capreolus manchuricus）等。其它种类有最后鬣狗（Crocuta ultima)、河套大角鹿（Sinome gaceroso rdosianus)、斑鹿（Pseudaxis)、马鹿（Elaphus canadensis)、原始牛（Bos primigenius)、野马（Equus przewalskyi)、野驴（E. he – mionus)、旱獭（Marmota）等。大部分是现生种，大约有 30% 的种已经绝灭。当时自然条件与目前东北地区情况基本一致。本动物群与同时期华北地区动物群有明显差异，它代表当时我国最北部的一个动物地理区。

【柳城动物群】 目前文献上的柳城动物群有两种含义。广义的柳城动物群即*巨猿洞动物群，是指我国南方地区含巨猿化石的动物群，时代一般认为属早更新世。狭义的柳城动物群是指以柳城巨猿洞为代表的动物群，时代属早更新世中期。详见“巨猿洞动物群”。

【巨猿洞动物群】 指我国南方地区含巨猿化石的哺乳动物群。时代一般认为属于早更新世。是从大熊猫 – 剑齿象动物群中划分出来的一个动物群。它是以广西柳城县楞砦山硝岩洞，即巨猿洞洞穴堆积中的化石群为代表，所以也有人称它为柳城动物群。其它重要化石地点有湖北建始县高坪、广西武鸣县、广西大新县黑洞、广西巴马等。重要化石有步氏巨猿（Gigantopithecus blacki）先东方剑齿象（Stegodon praeorientalis)、大熊猫（Ailuropoda)、云南马（Equus yunnanensis)、桑氏鬣狗（Hyaena licenti)、乳齿象（Mastodon)、猕猴（Macaea)、次脊豪猪（Hystrix cf. subcristata)、竹鼠（Rhizomys)、中国犀（Rhinoceros sinensis)、中国貘（Tapirus sinensis)、假面果子狸（Pagumal arvata)、巨貘（Megatapirus augustus)、柯氏西藏熊（Ursusthibetanus kokeni)、野猪（Sus scrofa)、猩猩（Pongo)、长臂猿（Hylobates)、金丝猴（Rhinopithecus）等。上述各地化石群虽然基本相似，但仍有一定的差异，最近有人认为含巨猿的动物群可分为三个层位，代表三个不同时代的动物群。即以柳城巨猿洞为代表的动物群，时代可能属早更新世中期（Q_1^2），其中含有较多古老性质的种类，如似锯齿嵌齿象（Gomphotherium serredentoides)、先东方剑齿象（Stegodon praeorientalis)、大熊猫小种（Ailuropoda microta)、柳城丘齿鼷鹿（Dorabune liuchengensis）等。以湖北建始高坪为代表的含巨猿动物群时代可能属早更新世晚期（Q_1^3），有桑氏鬣狗（Hyaena lieenti)、乳齿象类（Gomp hotheriidae)、云南马（Equus yunnanensis）等早更新代表，而大熊猫、中国貘（Tapirus sinensis）等的个体大于柳城巨猿动物群中同类化石。广西巴马的含巨猿动物群中有猩猩（Pongo)、长臂猿（Hylobates)、猕猴（Macaea)，华南箭猪（Hystrix subcristata)、大熊猫巴氏亚种（Ailuropoda melanoleuca baconi)、爪哇豺（Cuon jawanicus)、中国犀（Rhinocevos sinensis)、貘、剑齿象、野猪等，时代较晚，可能属于中更新世早期（Q_2^1）。另外贵州黔西观音洞旧石器时代遗址动物群可能与之相当。

【元谋动物群】　曾称“马街动物群”（元谋又名马街），为华南地区早更新世的一个哺乳动物群。化石产于云南元谋盆地元谋组中，它是与元谋猿人伴生的一个动物群。从古地磁法测定，元谋猿人生存年代为170万年。因此元谋动物群是目前我国华南地区第四纪下限的代表动物群。元谋动物群中有一些第三纪残存种，其中有：泥河湾短剑虎（Megantereon nihowanensis），爪蹄兽（Nestoritherium sp.），龙川始柱角鹿（Eostyloceros lungchunensis），磨麂（Metacervulus capreoinus），细麂（Metacervulus attennatus），湖麂（Muntiacuslacustris），最后柱角鹿（Ceruoceros ultimus），纤细原始磨（Procaprcolus stenosis），矮小麂（Muntiacus nanus）；元谋动物群中，还有典型的代表早更新世种类，元谋狼（Canis yuanmoensis），鸡骨山狐（Vulpes cf. chikushanensis），化石小灵猫（Viverxicula malac censis fossils）、桑氏鬣狗（Hyaena licenti），昭通剑齿象（Stegodon zhaotongensis），元谋剑齿象（Stegodon yuanmoensis），类象剑齿象（stegodon elephantoensis），云南马（Equus yunnanensis），中国犀（Rhinoceros sinensis）复齿短耳兔（Ochotonoides cmplicdens），山西轴鹿（Axis shansius）粗面轴鹿（Axis cf. rugosus），斯氏鹿（Rusa stehlini）。元谋动物群中除个别现生种外，其余均为绝灭种。元谋动物群同华南各地的大熊猫-剑齿象动物群有一定的联系，如中国犀、化石小灵猫在两个动物群中均存在，但大熊猫-剑齿象动物群中的一些典型种类，如大熊猫、瘸、中国熊、猩猩及猕猴等，在元谋动物群中却没有发现。元谋动物群与华北三趾马动物群及泥河湾动物群有较密切的联系。如桑氏鬣狗、泥河湾剑齿虎、爪兽、复齿短耳兔、山西轴鹿、粗面轴鹿等同样存在于泥河湾动物群中。云南东北部昭通地区发现的昭通动物群时代为更新世，相当于元谋动物群。

【马街动物群】　“元谋动物群”的旧称。

【大熊猫-剑齿象动物群】　又称“猩猩-大熊猫-剑齿象动物群”或“猩猩-大熊猫动物群”。这是在我国南方地区首先建立的一个第四纪哺乳动物群。这个动物群的分布范围相当广，东起江苏、浙江，西到四川、云南，北自湖北，南达广东，台湾省也可能包括在内。这个动物群延续的时间也比较长，从更新世早期至更新世晚期。重要化石地点有广西柳城县巨猿洞、四川万县盐井沟、湖北长阳县下钟家湾、广东曲江县马坝狮子岩，广西柳江县通天岩等。这是广义的大熊猫-剑齿象动物群。随着研究程度的提高，现在已把含巨猿的动物群从其中划分出来，同时又有人建议把长阳、马坝、柳江等与人属化石伴生的动物群也从其中划分出来，这样狭义的或典型的大熊猫-剑齿象动物群便是以盐井沟动物群为代表的一个中更新世动物群。其它化石地点有云南富民县河上洞、广西兴安县、浙江杭州市留下及江苏丹阳等地。以猩猩（Pongo）、大熊猫（Ailuropoda）、东方剑齿象（Stegodon orientalis）、巨貘（Megapirus）、中国犀（Rhinoce rossinensis）等为代表，其它重要化石有洞穴竹鼠（Rhizomys sinensis troglodytes）、中国竹鼠（Rhizomys sinensis）、柯氏西藏熊（Ursus thibetanus kokeni）、最后斑鬣狗（Crocutaulima）、次脊豪猪（Hystrix cf. sub - cristata）、角麂（Muntiacus）、水鹿（Rusa）等。本动物群与华北的周口店动物群代表我国中更新世南北两个主要动物群，它们都有各自的特有的动物，如华北的梅氏犀（Rhinoceros mercki）、大河狸（Trogontherium）、

转角羚羊（Spirocerus）、褐熊（Ursusarctos）等；华南的大熊猫（Ailuropoda）、剑齿象（Stegodon）、猩猩（Pongo）、巨貘（Megatapirus）等。有的动物，两区同属而不同种，或同科而不同属，如华北为貉（Nyctereutes），华南为沙獾（Arctonyx）；华北为肿骨鹿（Megaloceros pachyosteus）、华南为水鹿（Rusa）；华北为梅氏犀（Rhinoceros mercki），华南则为中国犀（Rhinoceros sinensis）。从动物群的组成看，本动物群南北方向的差异较大，有人认为应划分为南北两个亚区，四川、湖北等属于北部亚区、很少发现猩猩化石；广东、广西等地属于南部亚区，其特征是含猩猩等化石。

【猩猩－大熊猫－剑齿象动物群】　即“大熊猫－剑齿象动物群”。

【昭通动物群】　指云南东北部昭通地区的一个早更新世哺乳动物群，相当于元谋动物群。详见“元谋动物群”。

【盐井沟动物群】　又称“万县动物群”、“四川动物群”。指在四川万县盐井沟附近发现的一个哺乳动物群。时代属中更新世，化石代表有东方剑齿象（Stegodonoreintal-is）、长臂猿（Hylobates（Bunopithecus）sericus）、金丝猴（Rhinopithecus nexellanae tingianus）、大熊猫（Ailuropoda melanoteuca）、巨貘（Megatapirusaugustus）、中国犀（Rhinoceros sinensis），竹鼠（Rhizomys sinensis）、箭猪（Hystrix）、鬣狗（Hyaena）、虎（Panthera tigris）、鼬鼠（Arctonyx colloris vostratus）、豺（Uuon javanicu santiquus）、黑熊（Euarctos kokeni）、纳玛象（Paleoloxodon nama dicus）、野猪（Sus scrofa）、水鹿（Rusa unicolor）、麝鹿（Moschu smoschiferus plicodon）、麂（Muntiacus muntiak margel）、水牛（Bubalus bubalus）、野牛（Bibos ganrus grarngeri）、羚羊（Gazella）等。其中包含少数绝灭属，如剑齿象，巨貘等，大部分为现生种的化石亚种，约占54%，现生种约占23%。盐井沟动物群是狭义的大熊猫－剑齿象动物群的典型代表。

【万县动物群】　即“盐井沟动物群”。

【大河狸－四不象鹿动物群】　又称“淮河动物群”。原指我国淮河流域中更新世的一个哺乳动物群，是当时根据在江苏泗洪县下草湾组中部发现有中国大河狸（Tro-gontheriumsinensis）、犀牛、鹿、象等化石；在安徽五河县戚咀组中发现有四不象鹿（Elaphurus davidianus）、象等化石；在江苏沭阳嶂山相当于戚咀组地层中发现有纳玛象、虎、野猪等化石，此外在河南新蔡练村新蔡组中发现有梅氏四不象鹿（Elaphurus menzienianus）、河套大角鹿（Sinomegacero sordosianus）、水鹿、獐、斑鹿、披毛犀、纳玛象、野驴、普氏野马、野猪、水牛、棕熊、獾等，确立的一个动物群。由于它缺少同时期华北动物群中的重要代表肿骨鹿，也缺少同时期南方动物群中的重要代表大熊猫。而其中大河狸，四不象鹿，河套大角鹿等是当时华北常见的种类，水鹿则是华南典型的种类，所以淮河动物群被认为是中更新世华北动物群与华南动物群之间的一个过渡类型动物群。但这个“动物群”实际上是包括了不同时代与层位的化石，其概念不明确，而且近年来的发现表明，下草湾组的时代应为中新世，其代表性的化石有杨氏河狸（Youngofiber sinensis，即“中国大河狸”）、山旺近无角犀（Plesiaceratherium shanwan-gensis）、皇冠鹿（Stephahocemas）、淮河脊棱象（Stegolophodon huaiheensis）等，因此这个名称及有关的一些概念都需要修改。

【淮河动物群】 即“大河狸－四不象鹿动物群”。

【维拉弗朗动物群】 Villafranchian fauna 指意大利北部新第三纪晚期—第四纪早期的一个陆上动物群。化石产于维拉弗朗阶中，标准地点在意大利北部皮埃蒙特区阿斯提（Villafranca dasti）附近。这个动物群中包含一些新第三纪残存的种属，如三趾马（Hipparion）、獏（Tapirusarvernensis）、乳齿象中的轭齿象（Zygolophodon borsoni）等；也有一些历史上第一次出现的种属，如丽牛（Leptobas stenometopon，L. etruscus）、真马（Equus caballus，E. stenonis），真象类以平额象（Archidiskodon planifrons）为代表，额鼻角犀（Dicerorhinuse truscus）等；其它化石有大型的剑齿虎（Machairodus）、小型的短剑虎（Megantercon）、鬣狗（Crocuta perrieri）、熊（Ursus etruscus）、狼（Canis arvernensis）、狸（Nyctereutes megmastoides）、猞猁（Lynx issiodorensis）、五棱齿象（Anancus arvernensis）、骆驼（Camelus bessarabiensis）、猪（Sus arvernensis，S. strozzii）、鹿（Cervus cusanus，C. philisi）、羚羊（Ovicaprine）、一种大型的大角鹿（Eucladoceras dicranius）、印度豹（Acinonyx）、水獭（Lutra）、一种猕猴类（Macdca dolichopithecus）等。维拉弗朗动物群延续的时间较长，维热特（Viret1954年）根据动物群种属的变化，将维拉弗朗阶划分为四段，第一段以含有轭齿象、獏等为特征；第二段以五棱齿象、平额象的出现为特征；第三段以平额象为代表，乳齿象在欧洲绝灭；第四段以额鼻角犀出现为特征。第一段属晚上新世，为喜暖动物群。第二段、第四段属早更新世，其中第二段、第四段为喜冷动物群，第三段为喜暖动物群。也有的文献称第一段动物群为早期（下部）维拉弗朗动物群，第二段—第四段为晚期（上部）维拉弗朗动物群。维拉弗朗动物群的化石还发现于德国、匈牙利、罗马尼亚、苏联西南部等地。

【维拉弗朗阶】 Villafranchian stage 意大利北部的一组新生代的陆相地层，是帕里托（L. Pareto）在1865年创立的。标准地点在意大利北部皮埃蒙特区（Piemont）都灵城东南的一个小城镇阿斯提（Villafranca ’dAsti）附近。它是一套河流与湖泊沉积物，延续的时间较长，它的界限还没有十分肯定。维热特（Viret）1954年根据动物群将维拉弗朗阶划分为四段，卢提格（Lüittig）1959年也根据动物群将阿尔诺（Arno）河流域的维拉弗朗阶划分为四个单位。其中最下部的一段认为与海相的阿斯提安层（Astian）相当，属晚上新世（有人认为属中上新世—晚上新世早期）。第二段至第四段分别与海相的卡拉布里层（Calabrian）、埃米里安层（Emilian）、和西西里层（Sicilian）相当，属早更新世。这样，也就可将维拉弗朗阶划分为上下二部，下部属新第三纪上新世，上部属第四纪更新世。维拉弗朗阶在第四纪地层的对比上具有重要的意义。我国华北地区的泥河湾组或三门组可与维拉弗朗阶的上部对比。

【西域砾石层】 属早更新世。分布于新疆塔里木盆地和准噶尔盆地边缘的山麓地带，为冲积、洪积和冰水沉积的砾石层。砾石浑圆粗大，砾石成分有石英、石英岩、片岩、板岩、花岗岩等。砾石层中夹黄色粉砂层。砾石层部分胶结或轻度胶结，厚50—300余米。有的地区基本保持原始产状，有的地区如天山南麓库车附近已遭受强烈褶皱。

【玉门组】 （Q_1y）曾称“玉门砾石层”或“玉门砾岩”属早更新世，分布于甘肃省祁连山北麓河西走廊。由冲积、洪积、冰水沉积物组成，岩性以砾岩为主，夹砾状砂岩、砂岩与泥岩凸镜体，厚层，灰色、灰褐色，钙质或泥质胶结，局部为半胶结，较坚硬。砾石成分因地而异，多为南山系变质岩及花岗岩，平均粒径随远离山地而变小。玉门组与下伏的疏勒河组（N_2S）为不整合接触，与上覆的酒泉组为整合或不整合接触，本组构造变形强烈，它在山麓构成低缓丘陵，遭受剥蚀，在前山带则深埋地下，厚度变化大，一般为200—600米，老君庙青草湾间最大厚度达850米。

【玉门砾石层】 “玉门组”的旧称。

【酒泉组】（Q_2J） 曾称“酒泉砾石层”。属中更新世，分布在甘肃省祁连山北麓河西走廊，山麓地带由冲积、洪积、冰水沉积物等组成，山前平原由冲积、湖积物等组成。山麓沉积物岩性以砾石（砾岩）为主，夹砂或粘土凸镜体。砾石粒径由南向北逐渐变小，最大可达1米，磨圆度较高，砾石成分在民乐县以西以南山系变质岩为主，民乐县以东以石炭系老君庙砾岩为主，砾石排列微具定向性。砾石层部分已胶结，厚度变化较大，最厚在酒泉盆地西南部可达800余米，在垂直剖面上呈现明显的韵律构造。它广泛出露于走廊地带，或裸露地表形成戈壁滩，或被新沉积物掩埋，构造变动也很强烈，它部分出露于新断块隆起的顶部，部分被逆掩于南山系或第三系之下。酒泉组湖泊沉积物出露于龙首山北草大坂区，底部为灰黑色含细砾泥灰岩，含植物碎片；中部为灰绿色、黄色粉砂质粘土，含土螺（Galba）、琥珀螺（Succinea）等化石；上部为含砾泥灰岩，含平卷螺（Planorbis）、肋齿螺（Ganesella）、马（Equus）等化石，总厚大于20米。

【酒泉砾石层】 “酒泉组”的旧称。

【戈壁组】（Q_3g） 属晚更新世，分布于甘肃省祁连山北麓河西走廊，主要成因类型为冲积、洪积物，下部为砂砾石层，上部为含砂砾的黄土层，在露泉南厚约44米。

【安宁砂层】 分布于甘肃兰州至靖远一带黄河两岸及大通河以东地区的第四纪砂层。较好的剖面见于兰州市安宁堡附近大沙沟（黄河北岸一支沟），1937年杨钟健等首先研究并命名为安宁系。安宁砂层呈浅桔红色，以石英砂粒为主，砂粒球度高，磨圆度差，多棱角，表面有麻坑，砂层疏松，厚约40—50米。它可能是附近第三系红层中的砂粒经风力搬运再堆积而成。安宁砂层下伏地层为新第三系甘肃群红层，上覆马兰黄土。其时代可能属早更新世。

【五泉砾岩】 零星出露在甘肃省陇中盆地的山前地带，典型剖面在兰州市五泉山公园东龙口。岩性为浅红色的砾石层，其中含多层粘土质粉砂凸镜体。砾石层为粘土质粉砂胶结，比较坚实。砾石粒径一般为1—4公分，最大粒径达40—50公分。砾石成分以杂色片岩和混合岩为主，全是来自南部的马癫山和兴隆山的近源物质。砾石磨圆度差，以次棱角的砾石为主。砾石大小混杂，排列无一定方向，厚度约30米，可能为冰水沉积。其基本性状与玉门砾岩相似，似属早更新世。五泉砾岩与其下伏的甘肃群红层受构造运动影响，已明显变形，地层倾角达20°。

【巴龙马海组】 属早更新世。分布在柴达木盆地中部。岩性为灰绿色、灰褐色的砂质泥岩、粉砂岩、砂岩夹石膏、岩盐层。以湖泊沉积为主，厚约45米。含剑齿虎、转角羚羊、轮藻等化石。

【贵德组】 属早更新世。分布在青海省天峻、共和、贵德一带。岩性为浅色砂砾、砾石与杂色粘土，常呈互层关系，并夹泥灰岩与石膏层，为湖泊与河流沉积物，厚约500米，含阿氏鼢鼠（Myospalax arvicolinus）、狼、狐、犀牛等化石。

【泄湖组】 属中更新世。分布在陕西省渭河盆地的南部。因首先在陕西兰田县泄湖一带研究而得名。沉积物的性质，最主要的是河流沉积的砂砾层与黄土状沉积物。前者主要分布在灞河第Ⅲ，Ⅳ级阶地上，最厚达40余米；后者分布在上述砂砾层之上和邻近的黄土原上，最厚处达百余米。根据脊椎动物化石、古土壤与剥蚀面，可以分为下中更新统（Q_2^1）和上中更新统（Q_2^2）两部分。下中更新统在灞河第Ⅳ级阶地上为砾石、砂质土与浅红色粉砂质粘土，黄土原上为黄褐色黄土状砂质土，含大块钙质结核，古土壤A、B层颜色不很明显。在蓝田县公王岭剖面中，在淡黄色黄土状粉砂质粘土的底部钙质结核中发现蓝田猿人头盖骨、上颌骨和牙齿化石，同层发现的化石计有：小黑熊（Ursus thibetanus kokeni）；大熊猫（Ailuropoda melanoleuca cf. fovealis）；中国鬣狗（Hyaena sinensis）；猎豹（Cynailurus pleistocaenicus）；三门马（Equus sanmeniensis）；中国爪兽（Nestoritherium cf. sinese）；丽牛（Leptobos sp.）等。上中更新统在灞河第Ⅲ级阶地为砂砾层，在砂砾层上和黄土原上为棕红色或红褐色黄土状砂质土。其中的钙质结核常聚集成网状，有时也连成条带，下部多成板状。古土壤A，B层在上部颜色较深，下部颜色较浅。古土壤层比较密集。在蓝田县泄湖公社陈家窝村剖面中发现有蓝田猿人下颌骨化石（Sinanthropous lantianensis）及豺（Cuon alpinuts）、虎（Felis tigris）、象（Elephan tidac indct.）、葛氏斑鹿（Pseudaxis grayi）、李氏野猪（Sus cf. lydekkeri）、和方氏鼢鼠（Myospalax fontenieri）等。

【乾县组】 属晚更新世。分布在陕西渭河盆地及其邻近地区。有土状堆积和河流沉积两大类，多分布在灞河及其支流的第Ⅱ级阶地上及邻近的黄土原上。根据岩性、化石、考古材料等，可以分为下上更新统（Q_3^1）和上上更新统（Q_3^2）。下上更新统在灞河第Ⅱ级阶地上为黄土状砂质土，夹有两层明显的棕红色古土壤。在灞河各支流沟谷中为灰黄色砂质土含砂砾凸镜体，砾石成分以钙质结核为主，在蓝田县贾家村涝池河右岸剖面中发现旧石器及如下的化石：狼（Canis lupus）、狐（Vulpes sP.）、鬣狗（Hyaena sp.）、虎（Felis tigris）、野马（Equus przewalskyi）、野驴（Equus hemionus）、披毛犀（Coelodonta antiquitatis）、斑鹿（Psudaxis hortularum）、瘚子（Capreolus manchuricus）等。上上更新统为灰黄色砂土，具垂直节理，性质与马兰黄土相似，局部地方有砂砾凸镜体，主要分布于灞河支流沟谷两侧。乾县组总厚度一般为10—30米。曾发现过新人化石（Homo sapiens）。在乾县大沙沟中，离石黄土的侵蚀凹地上，充填了河流–湖泊沉积。含纳玛象（Palaeoloxodon namadicus）及淡水螺化石。

【萨拉乌苏组】 属晚更新世。分布在陕北、陇东、内蒙西南部等地。因首先在内蒙伊克昭盟南部与陕西北部的萨拉乌苏河（又名红柳河）研究而得名。以河流、湖泊沉积为代表。岩性主要为黄土状粉砂。灰绿色、灰蓝色粘土、具斜交层的砂与砂砾层，厚度一般为数米至数十米，化石丰富，为萨拉乌苏动物群，同时还有属于河套文化的细石器。

【红色土】 广义的红色土指华北地区保德红土之上，马兰黄土之下的一组红色、浅红黄色土状堆积物。地层上分为三层，红色土A带指晚上新世的静乐组，红色土B带指早更新世的三门组，红色土C带指中更新世的周口店组。狭义的红色土指周口店组的黄土与黄土状沉积物。

【红色土A带】 指华北地区晚上新世的静乐组红土。见“红色土”。

【红色土B带】 指华北地区早更新世三门组的黄土与黄土状沉积物。见“红色土”。

【红色土C带】 指华北地区中更新世周口店组黄土与黄土状沉积。见“红色土”。

【午城黄土】 指分布在黄土高原的早更新世黄土，典型剖面在山西隰县午城镇附近。黄土呈浅红黄色，较离石黄土为深，粒度成分以粉砂为主，粉砂与粘土含量较后期黄土为高。质地较均匀、致密而坚实。大孔隙少，夹有数层红棕色埋藏古土壤。黄土中含有中国长鼻三趾马（Proboscidipparion sinensis）、三门马（Equus sanmeniensis）、中国貉（Nyctereutres sinensis）、李氏野猪（Sus cf. lydek keri）等化石。

【离石黄土】 指分布于华北与西北地区的中更新世黄土，典型剖面在山西离石县。黄土呈浅红黄色，较午城黄土为浅，较马兰黄土为深，粒度成分以粉砂为主，粉砂与粘土含量较马兰黄土为高，质地较均匀、致密，不具层理，含多层棕红色古土壤，富

含钙质结核，有时成层分布。下部含丁氏鼢鼠（Myospalax tingi）、赵氏鼢鼠（Myospalax chaojazeni）、裴氏转角羚羊（Spiroceros peii）、午城马（Equus wuchenensis）等化石；上部含方氏鼢鼠（Myospalax fontanieri）、似短尾兔（Ochotonoides）等化石。离石黄土在黄土高原厚达数十米至百余米，构成黄土高原的基础。

【马兰黄土】 指分布在华北和西北地区的晚更新世黄土，因首先在北京西郊门头沟区马兰（栏）村研究而得名。黄土呈浅灰黄色，较早期黄土为浅。粒度成分以粉砂为主，粉砂与粘土含量较早期黄土为少。质地较均匀，疏松多孔，垂直节理发育，不具层理，黄土中钙质结核小而少，常零散分布，含黑垆土型古土壤，常见有啮齿类、旱生腹足类、鸵鸟蛋等化石。厚度不等，一般厚数米至数十米。

【三门系】 1918 年根据河南三门峡附近的一套新生代沉积而命名的。但长期以来，对三门系的认识很不一致，广义的三门系泛指三门峡地区自上新世至中更新世的地层，狭义的三门系专指与泥河湾期相当的地层，属早更新世。目前已经统一，将三门峡地区早更新世地层命名为三门组，三门系这一名词因而废弃不用。

【三门组】 属早更新世，因最早在河南三门峡研究而得名。其分布范围东起三门峡，西止于西安以西，南界秦岭，北界龙门山。成因类型为河流、湖泊沉积物；岩性为砾石、砂、粘土，夹薄层泥灰岩，一般自盆地边缘向盆地中心变细，具明显的韵律构造，水平层理或交错层理。主要哺乳动物化石有原鼢鼠（Prosiphneus）、裴氏板齿犀（Elasmotherium peii）、步氏鹿（Euctenoceros boulei）、东方剑齿象（Stegodon orientalis）、三门马（Equus sanmeniensis）等，与泥河湾动物群基本相同，软体动物化石以厚壳蚌（Lamprotula）为主，地层厚度一般为 200—400 米，盆地边缘薄，中心厚。

【大安组】 属早更新世，由火山喷出岩组成。分布于河南省汝阳县北部与伊川县南部的太安、蔡店、沙园、马坡、上店、大王庙一带，沿东西向的九皋山 - 温泉街南正断层的北侧大片出露。岩石类型有橄榄玄武岩、辉石橄榄玄武岩、橄榄玻璃玄武岩、辉石橄榄玻璃玄武岩等。一般厚数米至二十多米，最厚可达一百一十八米。河南汤阴县黑山、浮山一带橄榄玄武岩也是同期产物，厚六至四十余米。

【五里店组】 属早更新世，分布在河南省东南部，零星出露于信阳五里店、长台关、息县、罗山、固始、淮滨等地。属湖泊沉积。上部为棕黄色砂质粘土、粘土夹砂层；下部为灰绿色含砂粘土及砂砾层。层理明显，砾石成分以石英岩、石英片岩、长石片岩、云母片岩为主，粒径一般小于 5 厘米。在新蔡练村发现有德永氏原齿象（Archidiscodon tokunggai）、披毛犀（Coelodonta antiquitatis）、棕熊（Ursus arctos）、水鹿（Rusa unicolor）、水牛（Bubalus）以及鱼、丽蚌（Lamprotula）化石。本组厚度在信阳五里店为 16—18 米，息县、淮滨一带达 160 米。

【大湖湾组】　属中更新世，分布在河南省东南部。在淮河平原为冲积、湖积物，在淮河南岸山前丘陵地区以坡积物为主。常见的为棕黄色粘土与红褐色砂质粘土，夹形态不一、大小不等的铁锰结核；其次为黄色砂质砂土和灰色蠕虫状砂质粘土，具钙质结核，厚 20—40 米。在新蔡练村发现有古菱齿象（palaeoloxodon）。

【新蔡组】　属晚更新世，分布于河南省东南部新蔡、汝南、正阳、息县、淮滨等地，沿洪河、汝河两岸大面积出露。属湖泊沉积与河流沉积，为灰黑色砂质粘土与灰黄色砂质粘土互层，常夹粘土及砂的透镜体；或为灰黄色、褐黄色砂质粘土，夹黑色粘土。在新蔡练村发现有古印度象（Elephas hysudricus）、河套大角鹿（Sinomegacerosordosianus）、斑鹿（Psudaxis hortulonum）、梅氏四不象鹿（Elaphurus menziesianus）、獐（Hydropetes）、野驴（Equus hemionus）、普氏野马（Equvs przewalskyi）、猪（Sus）等化石。本组厚度一般均小于 30 米，汝南一带厚达 130 米。

【日罗组】　属早更新世。指出露于湖南省北部白水江、澧水、沅江、汨罗江等下游 60—80 米阶地上，部分埋藏于常德、汉寿、湘阴等滨洞庭湖地区的平原面下的沉积物。为河流与湖泊沉积的砾岩、砂岩、细砂岩、砂质粘土与砂土组成，总厚度为 33—144 米。湘阴县古培塘钻孔中所揭露的泥炭层中，含大量孢粉。裸子植物花粉以松、油杉、铁杉为主，被子植物花粉以枫杨、栎、栗、忍冬等为主，其它还有柳、杨、胡桃、杨梅、鹅耳枥、桤木、苗榆、山毛榉、漆树、槭树、朴树、榆、紫树、椴、山茶、木兰、鹅掌楸、樟、桃金娘等。草本植物有蓼、草莓、禾本科、百合科等。蕨类植物孢子以铁角蕨为最多。

【白沙井组】　（Q_{2b}）属中更新世。广泛分布于湖南省与湖北省东南部。因首先在湖南长沙市白沙井研究而得名。以冲积物为主，其次有坡积物、洪积物与湖泊沉积物等。冲积物广泛分布于湘江及其支流浏阳河、渌水、洣水；汨罗江、沅水、资水、澧水及其支流的河谷中，常构成 20—40 米的阶地，有些地点阶地高达 50—60 米。一般分上下两层，下层为砾石层，灰白色或灰黄色，砾石成分以石英、燧石、石英砂岩为主，磨圆度和分选性较高、粒径一般由数厘米至数十厘米。砾石层中混杂一些砂土，有的地点含砂金和砂锡矿。厚度一般由数米至 30 余米。上层为网纹红土，又称蠕虫状红土，由粉砂质粘土组成，具铁锰质胶膜或结核，底部有时具淋滤型褐铁矿，红土中偶夹砂和细砾凸镜体。厚度一般为数米至 20 余米。白沙井组湖泊沉积物分布于洞庭湖滨平原之下，岩性与上述相似，厚度较大，在汉寿县厚达 126 余米。

【元谋组】　（Q_1y）属早更新世，分布于云南北部元谋盆地及其邻近地区，岩性为紫色夹灰色的砂砾层与粘土层，含石膏，为湖泊沉积与河流沉积。厚约 30 米，为华南元谋动物群的标准地点，还发现有元谋人化石，同位素年龄约 170 万年。

【湛江群】　（$N-Q_1Zh$）　指分布在广东省雷州半岛和海南岛北部的中新世—下更新世地层。以陆相沉积为主，夹海相沉积。岩性为砾石、砂、粘土和砂砾岩与泥岩的互层。夹生物碎屑灰岩、泥炭、褐煤、油页岩、沥青、硅藻土等，间有黄铁矿结核，岩层呈松散—半固结核态，具水平层理或交错层理，韵律构造明显，富含多种有孔虫、介形虫及斧足类、腹足类；鱼类和植物化石等。在沉积地层中夹多层玄武岩和火山碎屑岩、已知最大厚度达3197米。湛江群时代的划分目前尚未统一，根据其沉积旋□、化石、岩性和重矿物组合等标志，有的将湛江群暂划分为涠洲组（N_1wz）、下洋组（N_2xy）与湛江组（Q_1zj）。

【湛江组】　（Q_1zj）属下更新世，分布在广东省雷州半岛和海南岛北部。主要由河流、湖沼与三角洲沉积组成。岩性为紫红色、黄褐色、灰黄色、灰白色的砾石、砂和粘土互层。普遍夹泥炭层，含大量炭化木及植物化石。重矿物以钛铁矿、电气石、黄铁矿组合为主，在雷州半岛东北部、西部和海南岛北部，夹1—4层玄武岩及火山角砾岩，在雷州半岛东北部东海岛一带厚249米，向南逐渐变薄。

【北海组】　（Q_2bh）属中更新世。分布在广东省雷州半岛北部的北海市、合浦县、廉江县、吴川县、湛江市、遂溪县等地和海南岛北部。本组以冲积物为主，下部为棕黄色、灰黄色、灰白色砾石、砂砾和砂，砾石多呈次棱角—半浑圆状，粒径自北向南逐渐变小。砾石岩性以脉石英为主。砂砾石已轻度胶结，胶结物为砂质、泥质和铁质。局部地区本组底部有一铁质岩层，厚数厘米至数十厘米。上部为黄褐色、棕黄色粉砂及粘土质砂，含极少量砾石。本组厚度一般为数米至十余米。局部地区可达数十米，在雷州半岛一般自东向西变薄。在个别地区，如遂溪县在本组顶部覆盖一层橄榄玄武岩，厚约50厘米。

【田洋组】　（Q_3ty）属晚更新世，分布在广东省雷州半岛徐闻县田洋、青桐等地，主要为火山口湖的湖沼沉积。上部为灰蓝色粘土、砂质粘土夹泥炭层，下部为灰黑色、灰蓝色含油腐泥岩，总厚约数米至二百余米。

【雷琼火山岩】　分布于广东省雷州半岛和海南岛北部的上新世—全新世火山岩。是我国新生代火山岩重要分布地区之一，岩石主要为基性岩。按其喷发时代，可分为以下5组。上新统下洋组，上段在雷州半岛为多层角石化橄榄粗玄岩、蛇纹石-角石化橄榄玄武岩、玻基橄榄玄武岩、层状火山角砾岩、辉绿结构的蛇纹石化粗玄岩，在海南岛为细粒状玄武玻屑凝灰岩、橄榄玄武岩、玻基辉撖岩。下更新统在雷州半岛为致密状火山角砾岩及四层蛇纹石-角石化橄榄玄武岩、橄榄粗玄岩、玄武岩；在海南岛为伊丁石化斜长玄武岩。中更新统杠雷州半岛为伊丁石化橄榄粗玄岩、伊丁石化、蛇纹石化橄榄玄武岩、粗玄岩、凝灰岩、层状角砾岩，夹五层风化残积的红土；在海南岛为斜长玄武岩、橄榄玄武岩。上更新统在雷州半岛上部为伊丁石化橄榄玄武岩、玄武岩，下部为凝灰岩、层状火山角砾岩；在海南岛为岩屑凝灰岩、层凝灰岩、橄榄玄武岩、含沸石和铬尖晶石的玻基辉橄岩。全新统在雷州半岛下部为玄武岩，上部为火山灰、火山弹、火山角砾岩；在海南岛为斜长辉石橄榄玄武岩、气孔状橄榄玄武岩、熔渣状玻璃玄武岩、玄武质凝灰岩等。上述火山岩累积最大厚度在500米以上。

【高尖石组】 属晚更新世早期，见于我国西沙群岛中惟一的火山岛——高尖石。主要由火山角砾岩组成，具角砾状构造，火山碎屑结构。角砾成分以玻基辉撤岩为主，有少数珊瑚礁灰岩角砾，角砾含量约占40%，多为棱角、次棱角状，粒径一般为1—5厘米，最大的为15厘米，胶结物约占60%，主要是小于2毫米的玻基辉橄岩岩屑，其次为火山玻璃橄榄石及辉石晶屑，少量珊瑚、贝壳碎屑。同时还有次生沸石、方解石充填在裂隙和孔隙中。火山角砾岩化学成分与海南岛、雷州半岛更新世晚期火山岩的化学成分基本一致。火山角砾岩中珊瑚礁角砾呈白色，由原生钙质珊瑚体、有孔虫及贝壳碎屑组成，有孔虫为双盖虫（Amphistegina）、五块虫（Quingueloculina）等。

【石岛组】 属晚更新世晚期，分布于我国西沙群岛中的石岛和东岛。岩性为珊瑚贝壳碎屑灰岩，岩石的碎屑成分主要是珊瑚、红藻碎屑和有孔虫、腹足类、斧足类等碎屑。胶结物为沉积型结晶方解石。岩层疏松，孔隙较发育，上部为薄层状粗砂岩，粒径为0.5—1.0毫米，单层厚1—3厘米。下部为中薄层状中砂岩，粒径为0.2—0.5毫米，单层厚1—2米。本组交错层理十分发育。岩石风化后呈浅灰色、具凹凸不平的风化面。含有丰富的生物化石，底栖有孔虫中有大量浅水滨海相的，马达加斯加双盖虫（Amphistegina madagascariensis）、刺状马刺虫（Calcarina calcar）等，浮游有孔虫中以敏纳圆幅虫（Globorotalia menardii）、截锥圆幅虫（Globorotalia truncatulinodes）为主。本组经放射性碳测定为距今14130±450年。

【东岛组】 时代初步定为全新世早期。出露于我国西沙群岛中的东岛和石岛。岩性为珊瑚贝壳砾岩，呈粗砾状结构，砾石全由珊瑚碎屑，贝壳组成，良好滚圆或半滚圆状。中薄层状，单层厚1—2米，化石有蝶螺（Turbo）、砗磲（Tridacna）、砗䃎（Hippopus），它们均生活在潮间带浅水区。东岛组覆于石岛组之上，上覆鸟粪层或现代珊瑚贝壳砂。分布高程5—6米。

【澎湖玄武岩】 属早更新世早期，分布在台湾省澎湖列岛。岩性为玄武岩、凝灰岩夹松散砂层。含魁蛤（Arca）、蝶螺（Turbo）等化石。

【赣县组】 指江西中、南部地区以河流砾石层为主的早更新世地层。在赣江上游章水、贡水河谷中比较发育，构成最高的河流阶地基座上的沉积物。在赣州市东七里镇，它分布于贡水第Ⅳ级阶地上，阶地相对高度为30—40米，上游一些地区可高达100余米。阶地基座大部由白垩系红色岩层形成。本组岩性为浅黄色砾石层、夹红色砂质粘土及粗砂层，砾石成分以石英岩、石英为主，其次为砂岩、花岗岩、千枚岩等。沉积物分选程度、砾石磨圆程度均较高，未胶结，一般厚约10余米。产砂金、砂钨和砂锡。在抚河下游地区，平原下部也有厚10余米的赣县砾石层。

【之江组】 又称“之江砾石层”。指浙江杭州附近中更新世以河流砾石层为主的一套地层。它主要分布在钱塘江下游第一级阶地和第二级阶地（相对高度分别为20—25米及45—50米）、钱塘江北岸九溪十八涧等支流阶地及山麓冲积扇上。砾石层中央砂、粘土凸镜体，或呈砾石与粘土互层。砾石成分以白色石英砂岩、紫色砂岩、灰绿色砂岩等为主，大多来自志留系与泥盆系。磨圆度中等，近钱塘江边磨圆度增高，砾石定向排列。砾石层下伏地层一般为志留系、或泥盆系、或侏罗系火山岩，为不整合接触关

系。砾石层遭受不同程度的风化。关于砾石层的成因，除认为是山地河流沉积物外，也有人认为是冰川沉积物。

【之江砾石层】 “之江组”的旧称。

【雨花台组】 又称“雨花台砾石层”。指南京一带早更新世河流沉积物。在南京雨花台、西善桥等地，它分布在50—60米高的第二级河流阶地上或丘岗上，已知下伏最新地层为新第三系浦镇组，二者呈不整合接触。有的地点，它位于地面以下，为后期地层所覆，一般呈假整合接触。本组上部为一微红色粘土层、中部为砂层、下部为砾石层。砾石成分以石英岩为主，其次是石英、燧石、石英砂岩、硅质灰岩以及火山岩、变质岩等。粒径一般为数公分，少量在10公分以上，个别大于50公分，分选性中等，砾石磨圆度较高，定向排列。砂层具清晰、大型的斜层理。除上述长江南岸的露头以外，在长江北岸的南京市大厂镇九龙凹，六合县的八百里桥、马鞍山等地也可见到。它们是南京附近古长江及其支流与古秦淮河、古滁河的沉积物。其中有些砾石是浦口组或洞玄观组等砾岩中的砾石再搬运沉积的产物。雨花台组一般厚约50米，个别地点可能达到100余米。

【雨花台砾石层】 即“雨花台组”。

【戚咀组】 属晚更新世，主要分布在淮河中下游地区，因最早在安徽五河县戚咀研究而得名。岩性为浅黄色粉砂层，间夹棕褐色粉砂质粘土层，底部夹细砂层。具水平层理或斜层理，底部有成层钙质结核，为河流与湖泊沉积物。含鹿、牛和多种淡水蚌化石。厚度一般小于10米。在江苏北部的丘陵地区与平原地区均有分布。

【下蜀组】 属晚更新世。分布在长江中下游地区。以下蜀土为代表。一般认为是风成沉积物。其它还有冲积物、坡积物等类型。详见“下蜀土”。

【下蜀土】 “下蜀黄土”的简称。也曾有人称为“下蜀粘土”。一般是指长江中下游地区晚更新世风成黄土。因最早在江苏句容县下蜀镇附近研究而得名。它分布在平原、丘陵和山地不同地貌部位上，一般可分为上下二部分：上部：浅棕黄色、灰黄色粉砂层、粉砂含量达53—56%，其次为粘粒、少量粗砂，质地较均匀、机械组成与黄土基本一致。粗砂粒形多棱角状，粗砂矿物成分主要是石英，其次是各种长石。角闪石、磁铁矿、褐铁矿、赤铁矿及少量绿泥石，方解石、磷灰石、锆石、榍石等。不稳定矿物含量较高，可见具卡氏双晶的新鲜长石。粘土矿物以蒙脱石类为主。富含钙质结核，结核直径较大，最大者可达0.5米。结核常成层分布。粉砂层较疏松，呈块状、棱柱状结构，管状孔隙和垂直节理发育。下部：浅棕红色、棕黄色粉砂质粘土，粘粒含量达55—60%，其次为粉砂，极少量粗砂，粗砂矿物成分和粒形与上部基本一致。但绿泥石、绿帘石含量较上部略高。粘土矿物中伊利石、高岭石含量较上部高。质地较坚实，具棱柱状构造，含钙质结核、发育有2—3层古土壤，古土壤剖面上部较红，下部见灰白色淋溶条纹和豆状铁、锰质沉淀。有些地区下部的底部为棕黄色、灰黄色粘土与角砾层，可能为残积-坡积物。下蜀土中含腹足类化石17种，其中13种现生种，4种绝灭种；两种淡水螺，其余均为旱生螺。最主要的是二窝蜗牛、三脊疮螺，中国蜗牛。下蜀土的上部可能与华北的马兰黄土相当，下部可能与华北的离石黄土相当。在南京、镇江

一带、上下部之间为假整合接触。下蜀土的厚度各地不一，南京、镇江一带大约为10—25米，最厚可达30—40米。过去也有人把与下蜀土同时异相的沉积物统称为“下蜀土”。

【下蜀黄土】　即“下蜀土”

【泥河湾组】　属第四纪早更新世。以湖泊沉积物为主，河流沉积物次之。广泛分布于山西北部与河北西北部各山间盆地中，如怀来、宣化、阳原、大同、忻县、寿阳、太谷等地。因最早在河北省阳原县泥河湾村附近研究而得名。河流相沉积物主要分布在现代山地河流的高阶地上。湖岸相沉积物分布在现代盆地边缘，如古湖岸阶地上，以砾石、砂砾石为主。湖心相沉积物分布在现代盆地中，以粘土、粉砂质粘土为主，有时夹砂砾石层，局部地区顶部夹数层薄层石膏，颗粒分选性与砂砾的磨圆度均较高。湖心相沉积物常见清晰、规则而稳定的水平层理，有时可见微薄的深、浅色相间的季节层理。湖岸相与河流相沉积物可见斜层理，在粒度与颜色方面，具有明显的韵律构造。在山西大同县、阳高县一带，本组顶部夹数层薄层玄武岩与数层火山碎屑岩，是湖滨和湖心火山喷发的产物。本组含有丰富的哺乳动物化石，是泥河湾动物群的标准地点。还有相当丰富的软体动物化石，以及鱼类、介形虫、有孔虫、植物化石。本组一般呈松散状态，也有少数钙质胶结的砂砾岩。厚度在盆地中心一般为200—300米，局部地区可达600余米。它覆于上新统或是其它较老的地层上，呈假整合或不整合接触关系，其上被厚度不等的后期沉积物覆盖或直接出露地表。受构造运动的影响，本组已发生不同程度的变形，有的地区已发生明显的弯曲与断裂变形。根据近年来在本组上部和下部所发现的哺乳类、鱼类和介形虫化石来看，泥河湾组上部和下部的时代和成因类型问题尚待进一步研究。泥河湾组可与维拉弗朗阶上部对比。

【周口店组】　属中更新世，分布在北京市及其邻近地区，标准剖面在北京市周口店第一地点，产北京猿人化石的一套洞穴堆积。它由新（上）到老（下）可划分为下列13层：①黄色角砾岩层，厚3米。②灰色砂土与钟乳石混合层，厚约1米。③粗角砾岩层下部有巨大石灰岩块，厚约3米。④灰烬层，厚约6米。⑤黑青色硬灰层（岩性与第2层相似）厚约1.5米。⑥角砾岩层，胶结坚硬，有大石灰岩块，厚约5米。⑦灰色含云母碎屑的细砂层，厚约2米。⑧—⑨角砾岩层，夹有厚度不等的灰烬层，厚约6米。⑩上部红色土层，下部灰烬层，厚约2米。⑪角砾岩层，厚约2米。⑫红色粗砂层，含小砾石和化石碎块，厚约2米。⑬成层的红色泥砂层，中夹红色或灰色砂凸镜体，底部有巨大石灰岩块，厚约2米，底部为砾石层，



周口店洞穴堆积物剖面图

砾石粒径一般在5厘米以下，磨圆度好，未见底。全部沉积物中富含以北京人、肿骨鹿为代表的周口店动物群，其中并有大量石器及猿人用火痕迹。周口店组第一地点洞穴主

要堆积物的古地磁学研究结果是：它具有正向极性，相当于古地磁极性时间表上的布容正向期。

【迁安组】 属晚更新世。标准剖面在河北迁安县后村滦河南岸第二级阶地上。岩性主要为灰色细砂层夹灰黄色粘土层，为河流与湖沼沉积物。出露厚约数米，含有披毛犀（Coelodonta antiquitatis）、野驴（Equus hemionus）、野猪（Sus）、亦鹿（Elapnurus-canadensis）、转角羚羊（Spirocerus）、原始牛（Bosprimigenius）、纳玛象（Elep has nmadicus）等化石，是典型的北方动物群，可做为华北晚更新世的标准动物群。

【山顶洞组】 属晚更新世晚期。标准剖面在北京市房山县周口店中国猿人洞穴的顶部的一个洞穴堆积。其中产有山顶洞人及山顶洞动物群化石，还有山顶洞人使用的骨针、贝壳等工具和装饰品。

【丁村组】 丁村组是1954年建立的，标准剖面在山西襄汾县丁村南1.5公里汾河东岸15—20米高的阶地上，即丁村人化石的产地。阶地基坐是早更新世或中更新世湖泊沉积的粉沙与粘土，在此湖泊沉积物的侵蚀面上堆积着丁村组河流沉积物。它的下部是两层蚌壳层，上部为砂与砾石互层，夹粉砂与粉砂质粘土的凸镜体，具交错层理，总厚约7—10米。1954年在此层中发现丁村人牙化石，大量石器及动物化石，主要的有獾（Meles）、披毛犀（Coelodonta antiquitatis）、梅氏犀（Rhinoceros mercki）、野马（Equus przewalskyi）、纳玛象（Elephas namadicus）、鹿（Psudaxis grayi）及驼鸟（Struthio）等。1976年11月又在此层中发掘出丁村人右顶骨化石。丁村组的时代过去认为是中更新世晚期，1959年全国地层会议暂拟为晚更新世初期，目前一般仍定为晚更新世，旧石器时代中期，距今约10万年。

【顾乡屯组】 （Q_3g）属晚更新世，广泛分布在松辽平原及其周围地区。因最早在黑龙江省哈尔滨市顾乡屯研究而得名。在松花江与东辽河流域，它分布在主支流的二级阶地（10—20米）上。一般分二层。下层为灰黄色砂砾、粉砂夹灰绿色、灰黑色粘土，具铁斑或铁质结核。含猛犸象（Mammuthussp.）、披毛犀（Coelodonta antiquitatis）、原始牛（Bos pimigenius）、东北野牛（Bison exiguus）、真鹿（Cervus sp.）、野马（Equus przewalskyi）、狍子（Capreolus）等及树木化石。一般厚度为10—15米。上层为灰黄色黄土状沉积物，具大孔隙及垂直节理，含旧石器时代中期石片及用火遗迹。一般厚约数米。在西辽河与洮儿河流域一带，上层为新黄土，具大孔隙、柱状节理及钙质菌丝体、钙质结核，出露于平原表面，一般厚数米。下层一般埋于地下，为灰黄色，褐黄色、灰绿色、灰白色的砂、粉砂与粉砂质粘土等、化石除上述种类外，还有虎（Panthera sp.）、骆驼（Camelus sp.）、普氏羚羊相似种（Gazella cf przewalskyi）等，一般厚10—25米。有的地质文献中、仅把顾乡屯组下层称为顾乡屯组（Q_3^1g）、上层称为新黄

土（Q_3^2）。

【海拉尔组】 （Q_3^2ha） 属晚更新世后期，分布在黑龙江省呼伦贝尔盟海拉尔河流域，由冲积、冰水沉积的砂砾石、砂、粉砂等组成，厚度一般由数米至数十米。在扎赉诺尔煤矿东南的沙子山，为冰水沉积的粉砂、砂层，分选性与磨圆度均较高。厚约15米。含化石野马（Equus caballus）、野驴（Eqiuus hemionus）、野牛（Bison sp.）、真鹿（Cervus sP）、羚羊（GazellasP.）、猛犸象（Mammuthus sp）、东北野牛（Bison exciguus）等。

【五大连池旧期玄武岩】 （βQ_3^1）属晚更新世早期。分布在黑龙江省德都县五大连池火山区及绥棱、克东县等地。岩性为玻基辉橄岩、歪长挥橄玄武岩、白榴玄武岩、玄武集块岩、及火山碎屑物等。总厚10—72米。

【五大连池新期玄武岩】 （βQ_4^3）又称“老黑山玄武岩组”，属全新世，分布在黑龙江省德都县五大连池火山群中的老黑山与火烧山，是公元1719年与1720—1721年二次喷发形成的。第一层为辉撖歪长玄武岩、白榴歪长玄武岩与玻基辉橄岩；第二层为玄武集块岩、浮岩、火山砾、火山弹；第三层为气孔状辉橄歪长玄武岩、白榴歪长玄武岩与玻基辉橄岩；第四层为玄武质浮岩、火山弹、玄武集块岩及少量火山砾。总厚20—350米。可作水泥、石棉与建筑材料。

【老黑山玄武岩组】 （βQ_4^3l）即“五大连池新期玄武岩”。

【镜泊玄武岩】 指黑龙江省牡丹江上游和镜泊湖周围地区第四纪玄武岩。熔岩流将牡丹江上游阻塞而形成镜泊湖——我国一个重要的火山堰塞湖。镜泊玄武岩可分三期，镜泊早期玄武岩为灰色气孔状橄榄粗玄岩与深灰色致密块状橄榄粗玄岩的互层，厚约25—30米，形成于中更新世早期；镜泊中期玄武岩为深灰色微气孔状橄榄钛辉石拉斑玄武岩与灰黑色气孔状橄榄钛辉石拉斑玄武岩，厚约10米，形成于晚更新世早期；镜泊晚期玄武岩为灰黑色、黑色玻基橄榄玄武岩、橄榄钛辉石拉斑玄武岩，可见完整的火山锥，形成于全新世初期。

【镜泊早期玄武岩】 指黑龙江省牡丹江上游和镜泊湖周围地区中更新世早期的玄武岩。详见“镜泊玄武岩”。

【镜泊中期玄武岩】 指黑龙江省牡丹江上游和镜泊湖周围地区晚更新世早期的玄武岩。详见“镜泊玄武岩”

【镜泊晚期玄武岩】 指黑龙江省牡丹江上游和镜泊湖周围地区全新世初期的玄武岩。详见“镜泊玄武岩”

【军舰山玄武岩】 （βQ_1j）属早更新世。广泛分布在长白山脉白头山周围的高原上，位于海拨1400—1900米之间地带。玄武岩流还伸入图们江上游河谷中，在广坪、东京坪、大洞屯，玄武岩顶面分别高出河面30、100、150、180米，即愈向河流下游，其相对高度愈大。岩性主要为粗面玄武岩、安山玄武岩和橄榄玄武岩、拉斑玄武岩等。多为致密块状、顶面多气孔，气孔有拉长现象。发育有柱状节理、板状节理。可见4个喷发旋□。玄武岩层中可见风化壳。在四等房以东最大厚度大于330米。

【南坪玄武岩】 （βQ_3n）属晚更新世。分布在吉林省图们江上游。松花江上游地区及白头山周围地区。图们江上游出露在南坪、芦果等地的二级阶地上，由黑色巨斑玄武岩组成，斜长石板状晶体大者达2.8×1.6厘米。玄武岩底面高出江面2—10米，顶面高出江面10—50米。覆于河流沉积的砂砾层上或花岗岩上，厚10—40米。在松花江上游抚松一带主要为灰色致密状及气孔状玄武岩，具拉长石斑晶，覆于二级阶地上。在白头山周围一些火山锥如赤峰、双日峰、老房子小山等的玄武岩也属于本期产物。

【白头山组】 （τQ_2b）属中更新世早期或早更新世。构成长白山脉白头山火山锥的主体，分布在海拨1800米以上。主要由粗面岩类组成，包括粗面岩、玻基粗面岩、凝灰质玻基粗面岩、霓辉粗面岩、气孔状含角砾钠闪粗面岩，流纹状粗面质凝灰熔岩、粗面角砾岩、粗面集快岩、流纹状粗面黑曜岩、黑曜岩等，可见4个喷发旋□。上覆冰场组熔岩和火山灰，下界在天池水面以下。厚度大于644.3米. 粗面岩中普遍含有铌、钸、钇等稀有、稀土元素。白头山组一般定为中更新统，现有两个钾氩法同位素年龄：一为209万年，另一为130±80万年，因此该组也可能属下更新统。

【冰场组】 （τQ_4b）属全新世，盖于白头山火山锥上，为白头山最新的火山喷发物。分上、下两段。下段为灰白色、黄色粗面质浮岩、厚约40米。可做接触、过滤、保温等材料。上段为黑色粗面质凝灰角砾熔岩、粗面质凝灰熔岩及火山灰，厚23—61.5米。在天池林场及桦中一带、白色浮岩中夹有近代植物的炭化木化石：长白落叶松炭化变种（Larixolgensisvarcarbon）朝鲜云杉炭化变种（*Picea koraiensis vav carbon*），西伯利亚桧柏炭化异型（*Juniperus sibirica cf. carbon*），虾夷云杉炭化异型（*Picea jezoensis cf. carbon*），炭化木的C^{14}年龄为1120±90年。白头山在1597年、1668年及1702年曾三次喷发，因此本组上部可能包括历史的时期的产物。

【达赉诺尔玄武岩】 （βQ_3^2d）属晚更新世。分布于辽宁昭乌达盟克什克腾旗与内蒙锡林郭勒盟阿巴哈纳尔旗之间的达赉诺尔附近，岩性为气孔状玄武岩，致密块状玄武岩，橄榄玄武岩与熔渣层等，厚度10—13米。为附近的杜西山、阿奇山、嘎嘎杜山、五指山等火山喷出物。

【普兰店组】 （Q_4^1）属全新世，分布在辽宁省南部地区，典型剖面在辽宁省金县普兰店。它的下部为河流沉积的砂砾层、含砾的粉砂质粘土层。可能属古全新世，相当于前北方期，年龄距今约9500—10300年。它的上部为沼泽沉积的泥炭层，生长以桦属（Betula SP.）为主的桦木林，气候较暖较干，可能相当于北方期，年龄距今约7500—9500年。泥炭的C^{14}年龄为9950±300年—8070±100年。

【大孤山组】 属全新世，分布在辽宁省南部地区，典型剖面在辽宁省东沟县黄土坎。下部为坡积、洪积的砂砾层，砾石多为棱角状与次棱角状，厚度0.7—2.0米。中部为沼泽沉积的淤泥草炭层，含大量植物遗体，草炭质轻可燃，厚度0.5—1.3米。泥炭的C^{14}年龄分别为6660±100年与7390±190年，孢粉组合反映当时植被为桤木阔叶林。气候较暖较湿，相当于*大西洋期。年龄距今约5000—7500年。属中全新世早期。

【李家沟组】 属全新世，分布在辽宁省南部地区，典型剖面在辽宁省庄河县李家沟与前洼屯。下部为淤泥层，C^{14}年龄为3730±120年；上部为泥炭层，C^{14}年龄为2750±100年。孢粉组合表现为桤木阔叶林，以桤属和栎属为主，同时含有较多的松属成分，反映较暖较干的气候条件，可能相当于*亚北方期。其年龄约距今2500—5000年、属于中全新世后期。

【前洼屯组】 属全新世，分布在辽宁省南部地区，典型剖面在辽宁省庄河县前洼屯，下部为泥炭层，孢粉组合表现为针阔叶混交林，即松属、栎属与桤属混交林。C^{14}年龄为2435±100年与2050±95年。金县普兰店古莲子层可能与此层大致相当，古莲子C^{14}年龄为1040±210年和2000年左右。上部为黄色粉砂质粘土层。本组相当于*亚大西洋期，属于晚全新世。

【第四纪古地理】 Quaternary Paleogeography 一般是指有文字记载的人类历史时期以前的第四纪古地理状况。地质发展历史进入第四纪时，自然地理状况已经和现代基本上一致。但是第四纪初期和现代以及第四纪各阶段之间，自然地理状况仍然有明显的变化。如气候干湿冷暖的波动，气候带的移动；冰川的消长；某些生物种属的兴衰；动物群、植被类型、土壤类型的演替；海水的进退、海面的升降；湖泊沼泽、沙漠和冻土范围的伸缩；构造运动与火山活动的强弱等。第四纪冰川活动是第四纪古地理中的一个重大事件。人类的发生与发展则更具有划时代的意义。

【雨期】 rainy period 又称多雨期。指北半球部分地区更新世期间气候相对湿润的时期。雨期和冰期是相对应的。在更新世冰期时，北半球高纬和部分中纬地区冰盖面积扩大，副极地反气旋增强，副极地高压带向中纬地区南移，并迫使西风带和副热带高压带也相应向赤道方向移动，这样北半球副热带干旱地区的北缘就落入西风带内，降水量增加，变得比以前湿润。这时河、湖水位高涨，水域面积扩大。这种多雨的湿润期称为“雨期”。也有称第四纪洪积期或第四纪湿润期者。目前有人认为雨期应与间冰期相对应。

【多雨期】　pluval period　即“雨期”。

【洪积期】　diluvial period，pluvial period　即“雨期”，指北半球部分地区更新世期间气候相对湿润的时期。详见“雨期”。

【间雨期】　inter－pluvial period　指北半球部分地区更新世期间气候相对干旱的时期。间雨期和间冰期是相对应的。在第四纪间冰期时，气温升高、冰川消融、北半球副极地高压带向极地方向回移，西风带与副热带高压带也相应地向北回移。北半球干旱地区降水量减少，气候又变干燥，这种少雨的干旱时期称为“间雨期”。类似现象有些地区又称为间洪积期或干燥期。更新世期间，雨期与间雨期多次交替出现，这在非洲北部和北美洲西南部等地表现得最为显著，这种交替变化是与高纬度地区冰期与间冰期的变化相呼应的。目前有人认为间雨期与冰期相对应。

【间洪积期】　inter－diluvial period　即“间雨期”。指北半球部分地区更新世期间气候相对干燥的时期。详见“间雨期”。

【地文期】　physiographic stages　指新生代以来区域地形发展历史的分期。我国最早研究地文期是在华北地区，见附表。地文期学说认为：华北地区的山地和高原，在燕山运动以后未经历大的造山运动，基本上为同期性地上升。区域地形发展的历史基本上表现为剥蚀期（侵蚀期）与堆积期的交替出现。在剥蚀期，构造运动常表现为显著的上升，山地河流强烈下切；在堆积期，构造运动常由显著的上升状态转化为相对稳定状态、山地河流展宽并发生不同规模的沉积。剥蚀期与堆积期同期性地演替，形成了目前华北山地非常醒目的多层地形（多级山地剥蚀类平面与多级河流阶地）。一个剥蚀期与其相随而来的堆积期组成一个地形发展旋□（地文周期）。每一个地形发展旋□，持续的时间长短不一，剥蚀作用的强度与沉积作用的规模不同，它所塑造的地形形态也就不同。因此地形发展旋□不是地形发展的简单重复而是螺旋式地前进运动。

地文周期	侵蚀期	堆积期	地质时代
Ⅵ	板桥期	皋兰期	全新世
Ⅴ	清水期	马兰期	晚更新世
Ⅳ	湟水期	周口店期	中更新世
Ⅲ	汾河期	泥河湾期（三门期、上榆社期）	早更新世
Ⅱ	唐县期（太谷期）	静乐期（中榆社期）	晚上新世
Ⅰ	北台期	保德期（下榆社期）	早上新世 中新世

【唐县期】　指华北山区地文期中的一个侵蚀期。时代大致自中新世至上新世初期，延续时间较其它侵蚀期要长。华北山区喜马拉雅运动形成的构造地形经过唐县期较长时期的剥蚀，逐步形成一以宽谷缓丘为特征的剥蚀地形。这种剥蚀地形称为“唐县剥蚀面”。

【唐县剥蚀面】　简称“唐县面”。指华北山区唐县期中经过较强烈剥蚀作用而形成的起伏较小的宽谷浅丘地形。它在华北山区分布较广，在太行山东麓表现得最清晰、它的标准地点在河北唐县。

【保德期】　华北山区地文期中的一个堆积期，时代为早上新世。这个时期堆积的地层称“保德组”，常见的为残积、坡积的红色粘土，其次也有冲积、湖积的砂砾层与粘土层。

【静乐期】　指华北山区地文期中的一个堆积期。时代为晚上新世。这个时期堆积的地层称“静乐组”，它的分布不如保德组广泛。

【汾河期】　指华北山区地文期中的一个侵蚀期，时代为早更新世初期。此时河流普遍下切形成峡谷，静乐组及其以前地层受到强烈剥蚀。

【泥河湾期】　指华北山区地文期中的一个堆积期。时代属早更新世。此时在华北山区一些山间盆地中，普遍堆积一套河流、湖泊沉积物、称“泥河湾组”或“三门组”。

【三门期】　指华北山区地文期中的一个堆积期，时代为早更新世，与泥河湾期相当。因最早在黄河三门峡地区研究而得名。三门期形成的地层称“三门组”。

【湟水期】　指华北山区地文期中的一个侵蚀期。时代为早更新世晚期与中更新世早期之间。此时期河流从泥河湾期的沉积物下切形成峡谷。因最先在湟水谷地研究而得名。

【周口店期】　指华北山区地文期中的一个堆积期，时代为中更新世。周口店期堆积的地层称周口店阶。

【清水期】　指华北山区地文期的一个侵蚀期，时代相当于中更新世晚期至晚更新世初期，因最早在张家口地区清水河谷地研究而得名。张家口市大境门外高出河面25—35米的阶地，即为清水期河流下切造成的。

【马兰期】　指华北山区地文期的一个堆积期，时代相当于晚更新世。马兰期的地层称马兰组，由于当时气候寒冷干燥，堆积物以风积为主，坡积、洪积、冲积和湖泊沉积次之。风成沉积主要为典型的黄土，坡积、洪积和冲积主要为黄土状土和砾石层堆积，多分布在山坡、山前和山间沟谷中。马兰期风成黄土层中化石极少，常见的仅有蜗牛和驼鸟蛋化石；而在河湖相黄土层中化石却异常丰富，如在河北迁安爪村黄土层中发现的主要动物化石有披毛犀、野猪、赤鹿、转角羚羊、原始牛和纳玛象等，是典型的北方动物群。

【板桥期】　指华北山区地文期中的一个侵蚀期，其时代相当于全新世。因最早在北京西山板桥研究而得名。这一时期，由于气候变潮湿，河流侵蚀作用加强，切入马兰期的堆积面，造成深沟和高出河床15—20米的阶地。

【皋兰期】　指华北山区地文期中近代的一个堆积期，是代表近代河谷的堆积时期，因最早在甘肃皋兰研究而得名。

【第四纪冰期】　Qnaternary glacial period　又称“第四纪大冰期”。第三纪末，气候开始转冷，第四纪初期，寒冷气候带向南迁移，使高纬和高山地区进入冰期，并广泛发育冰盖或冰川。第四纪冰期的规模很大，在欧洲，冰盖南缘可达北纬50°。附近，在北美，冰盖前缘一直伸到北纬40°以南，南极洲的冰盖也远比现在大得多，包括赤道附近在内的地区的山岳冰川和山麓冰川，都曾下达到较低的位置。我国第四纪冰川作用的

范围，不仅包括东北、西北、西藏和西南等地的山地和高原，而且波及到东部山区和山麓平原。这次大冰期，至少可分四次冰期和三次间冰期。在最大的一次冰期中，世界大陆有 32% 的面积为冰川覆盖，大量的水分停滞于大陆上，致使海面下降约 130 米。在第四纪冰期中，气温平均比现在低 3—7℃ 左右，雪雨降量也比较大，不但高纬度地区为冰川覆盖，就是中低纬地区也出现寒冷气候，并在山区发育山岳冰川。但是，并不象灾变论者所说的那样，生物会全部消灭。相反，从人类发展历史来看，原始人类是在第四纪冰期和间冰期的气候变化中，经过同自然界严寒的条件作激烈斗争，发展成为现代人的。

【中国第四纪冰期】 Quaternary glacial period of china 李四光根据江西庐山的冰碛物和冰蚀地貌，划分出鄱阳、大姑、庐山三次冰期和二次间冰期，并考虑把我国西部海拔 3000 米左右发育的大理冰期作为更新的一次冰期。上述的四次冰期和三次间冰期，曾与欧洲阿尔卑斯山的冰期作对比，见表。解放以来，全国各地作了大量的地质、地理考察工作，在更广泛的区域内发现了第四纪冰川遗迹，各地所划分的冰期、间冰期，大致也能和上述分期进行对比。

中国与欧州第四纪冰期对比表

中国	欧洲阿尔卑斯
大理冰期	玉木（Würm）冰期
庐山—大理间冰期	里斯—伏尔姆间冰期
庐山冰期	里士（Riss）冰期
大姑—庐山间冰期	民德—里斯间冰期
大姑冰期	民德（Mindel）冰期
鄱阳—大姑间冰期	群智 - 民德间冰期
鄱阳冰期	群智（Günz）冰期

【北欧冰后期古气候分期】 NorthEuropean Postglacial climatic time 指北欧斯堪的纳维亚半岛自玉木（Würn）冰期以来气候变迁史的分期。更新世最后一次大冰期以后，气候显著变暖，但在这短暂的地质历史时期内，气候仍有多次干、湿、冷、暖的波动，不过变化的幅度比更新世冰期与间冰期的要小得多。1876 年布利特（Blytt）根据他对挪威冰后期沼泽沉积中植物残体的研究，提出了北欧冰后期古气候的分期（见附表）。布利特的工作，以后被谢尔南德尔（sernander）在瑞典证实。所以这个分期被称为布利特 - 谢尔南德尔分期。以后，波斯特（Von Post，1928）、尼尔逊（Nilsson，1935）等分析了上述沼泽沉积中的孢粉，进一步加深了对北欧冰后期植被和气候变迁史的了解。关于古气候分期的年代问题，目前有不同的计算方法（如德 - 格尔的纹泥法、古文物法与 C^{14} 法等），有不同的划分方案，其结果略有出入。详见“北欧冰后期古气候分期表”

【布利特 - 谢尔南德尔分期】 Blytt Sernander Climatic Giassification 指由布利特（Blytt）为谢尔南德尔（Sernander）共同研究制定的北欧冰后期古气候分期。详见“北

北欧冰后期古气候分期表

地质年代	年龄(距今)年	气候期	气候状况	波罗的海发展阶段		考古期
全新世(冰后期)		现代(B. C. 300-今)亚大西洋期	干凉 湿凉	现代波罗的海期	海螂期	现代
					椎实螺期	铁器时代
	2000	亚北方期(B. C. 3300-300年)	干温			铜器时代
	4500	大西洋期(B. C. 6200-3300年)	湿暖	滨螺海期		新石器时代
	8500	北方期(B. C. 7700-6200年)	干温	楯螺湖期		中石器时代
更新世	10000	前北方期(B. C. 8300-7700年)	冷	刀蚌海期		
	11000	玉木冰期	寒冷	波罗的冰湖期		
	12000			冰盖及局部冰湖期		

欧冰后期古气候分期”。

【前北方期】　Pre－Boreal time　北欧冰后期古气候分期的第一阶段。它延续的时间，目前一般采用以下两种方案，即为11000—10000年前，或为B. C. 8300—7700年，是玉木冰期冰川急速退缩的时期。气候以温凉为特征，较冰期时显著转暖，这个时期相当于波罗的海的刀蚌海时期，海水中生活着比较喜寒的刀蚌动物群，附近陆地上木本植物以桦树为主，其次是松树、柳树、云杉。出现个别的阔叶树花粉粒。

【北方期】　Boreal time　北欧冰后期古气候分期的第二阶段，它延续的时间，目前一般采用以下两种方案，即为10000—8500年前，或B. C. 7700—6200年。这一时期相当于波罗的海的□螺湖期，气候干燥温和，陆地上木本植物以松树占优势，并逐渐被榛属、栎属、椴属和榆属所代替。

【大西洋期】　Atlantic time　北欧冰后期古气候分期的第三阶段，它延续的时间，目前一般采用以下两种方案，或为8500—4500年前，或为B. C. 6200—3300年。这一时期相当于波罗的海的滨螺海的早期。陆地上木本植物以喜暖的椴、榆、栎、槲等阔叶树为主，还生长着大量的常春藤。气候温暖湿润，平均气温比现在估计高，2—3℃，这一时期的气候称最适宜的气候，故称为气候最宜期（Climate optimum time）。

【亚北方期】　Sub－Boreal time　北欧冰后期古气候分期的第四个阶段，它延续的时间，目前一般采用以下两种方案，即为4500—2000年前，或为B. C. 3300—300年。这一时期相当于波罗的海的滨螺海的末期。陆地上木本植物以榆、椴、栎树等为主，常春藤普遍减少。亚北方期的气候比大西洋期更具有大陆性的特征，冬季较冷、夏季温暖干燥，晚期比较湿润。

【亚大西洋期】 Sub—Atlantic time 北欧冰后期古气候分期的第五个阶段，它延续的时间，目前一般采用以下两种方案，即为 2000 年前至今、或为 B. C. 300 年至现在。它与亚北方期比较年平均温度降低，但湿度较高，泥炭沼泽发育，陆地上木本植物中以山毛榉为主，栎树减少。

【气候最宜期】 Climate optimum time 即“大西洋期”。这一时期是全新世期间最温暖湿润的一个时期。详见“大西洋期”。

【波罗的海冰后期地质历史分期】 Baltic Postglacial time 指波罗的海自玉木（Würm）冰期以来地质发展历史的分期。即波罗的冰川湖期、刀蚌海期、□螺湖期、滨螺海期与现代波罗的海期。代表现今波罗的海地区冰川后退以后近一万多年以来的五个发展阶段。

【波罗的冰川湖期】 Baltic glacial lake time 波罗的海玉木（Würm）冰期后地质历史分期的第一阶段。时代相当于晚更新世末期并向全新世过渡的时期，距今约 1.5 万年至 1 万年前。当时覆盖北欧的大冰川后退到瑞典南部一带。现今波罗的海是一个冰川前缘的淡水湖。冰川湖的范围，随着冰川的后退而扩大，当冰川后退到芬兰南部一带的时候，冰川湖的东界达到拉脱维亚、爱沙尼亚及列宁格勒地区。

【刀蚌海期】 Yoldiasésdatime 波罗的海玉木（Würm）冰期后地质历史分期的第二阶段。此时已进入全新世，距今约 10000 年—8500 年前。此时海水经由瑞典南部进入冰川湖、使冰川湖变成北海向东伸展的一个大海湾。淡水湖咸化，并有喜冷的海生贝类迁入。重要代表有刀蚌（Yoldia arctica）及寒水蚶（Arca borealis）、海螂（Mya truncata）等，这个内海就称为刀蚌海。这次海进称为刀蚌海进、这个阶段称为力蚌海期。刀蚌海的范围占据现今波罗的海的大部（唯北部的波的尼亚湾还被冰川覆盖），向东并与陆地上的拉多加湖相通。这个阶段的海水沉积物保留在现代波罗的海与拉多加湖沿岸的高阶地上。

【蚍螺湖期】 Ancylus lake time 波罗的海玉木（Würm）冰期后地质发展历史的第三阶段。距今约 8500—7500 年。由于瑞典南部的隆起，刀蚌海与北海的联系中断，原来的大海湾变成一封闭的湖泊。由于冰川融化和大气降水的补给，水位上升，水体淡化，水温开始较低，以后逐渐增高。此时生活着淡水螺的代表为□螺（Ancylus fluiatilis）

【滨螺海期】 Littorina sea time 波罗的海玉木（Würm）冰期后地质发展历史的第四阶段，距今约 7500—4000 年。由于瑞典与丹麦之间的卡特加特海峡形成，□螺湖与北海沟通，海水东进、□螺湖又变成一大海湾、海水盐度增高。这时代表性的贝类为滨螺（Littorina littorea）及乌蛤（Cardium edula）、贻贝（Mytilus edulus）、Tapes olecussatas 等，这个海就称为滨螺海，这次海进称为滨螺海进，这一时期称为滨螺海期。

当时滨螺海范围与现代基本相似，但略大一些。

【现代波罗的海期】 Present Baltic sea time 波罗的海玉木（Würm）冰期后地质发展历史的第五阶段，即最近阶段。由4000年前至今。由于斯堪的纳维亚半岛稍稍上升，滨螺海范围也稍稍缩小，逐渐形成现代海陆轮廓。这一阶段大致可分为前后两个亚期，前期距今4000年至1500年，滨螺海由于海退，海水由咸变淡，贝类以椎实螺（Limnea ovata）为代表，这一时期称为椎实螺期。后期自1500年前至今、海水盐度较前期增高，标型贝类为海螂（Myoc），这一时期称为“海螂期”。

【椎实螺期】 Limnaea sea time 大约在距今4000年前、波罗的海由滨螺海期进入现代波罗的海期。现代波罗的海期又可分为两个阶段，前期称椎实螺期，由距今4000年至1500年间。此时海水由咸变淡，典型的贝类为椎实螺，（Limnaea ovata）所以称这一阶段为椎实螺期。

【海螂期】 Mya sea time 大约在距今4000年前，波罗的海由滨螺海期进入现代波罗的海期。现代波罗的海期又可分为椎实螺期与海螂期两个阶段。海螂期自1500年前至今。海水盐度较椎实螺期增高，典型的贝类为海螂（Mya），所以这一阶段称为“海螂期”。

【大同火山群】 指山西省北部大同盆地东部的一群更新世火山，它分布在东经113°33′－114°00′，北纬39°55′－40°08′大约700平方公里的范围内。根据火山发育情况，火山群可分为东西两部分。西部位于大同县的东部与阳高县的阁老山公社境内、有火山锥14坐，还有一些胎火山和寄生火山，它们大部分座落在盆地中心平原上，少部分靠近盆地北缘低缓的分水岭，沿北西向与北东向两组断裂的交点喷发。东部位于阳高县的南部，有火山锥8坐，除马蹄山位于盆地北缘的丰稔山上，其余均在盆地中心平原上。另外也有一些胎火山和寄生火山、及大片熔岩，它们大多沿北东东向的断裂（如桑干河断裂）形成。在本区的南缘，还有两座半火山锥、即秋林山和坊城山，它们是沿六棱山北麓断裂喷出的，因受南侧山地的影响，火山锥形态发育不全，称之为半火山锥。西部火山锥规模高度较大，也较密集，形成起伏较大的火山丘陵地形，其中黑山最高，比高约150米，东部火山锥规模高度较小，也比较稀疏，形成起伏较小火山锥－熔岩流波状平原地形。大多数火山锥由熔岩和火山碎屑物组成，少数仅由火山碎屑物或熔岩组成。多数火山锥无明显的火山口，少数具坏状火山口，或半环状火山口，熔岩为橄榄玄武岩、橄撖玻璃玄武岩、玻璃玄武岩、橄榄中粒玄武岩、橄榄粗粒玄武岩、橄榄斜长石玄武岩等、一般呈黑色。熔岩流一般每层厚约2—5米，少数可达10余米，中部致密，顶、底面呈熔渣状，多气孔。火山喷出物SiO_2含量一般为45—49%，TiO_2含量较高，一般为2.5—3.0%。火山喷出物常见夹于更新世古大同湖的湖积物，古桑干河的冲积物以及风积、坡积、洪积的黄土层中。火山喷发时代大致是中更新世—晚更新世，

可见多次喷发和喷发旋□现象。

【大屯火山群】 位于台湾省台北市以北，基隆市以西，淡水港以东的台湾省的最北端，由大屯山（海拔1081米）等16个火山锥组成，它们分布于南北长23公里，东西宽27公里的地区内。火山基盘为中新世、上新世、上新—更新世地层、火山为上新世晚期—更新世喷出，岩性以角闪石安山岩、辉石安山岩为主，伴有少量玄武岩。火山分布的地区内多温泉，并有天然蒸气喷出，产硫磺，是我国最大的一个自然硫矿床产地。

【五大连池火山群】 黑龙江省德都县北部的第四纪火山群，分布面积约600平方公里，位于东经126°00′－126°25′北纬48°30′－48°50′之间，共有14坐火山。其中南北格拉球山、东西焦得布山、东西龙门山、影背山、莫拉布山、尾山、药泉山、笔架山、卧虎山等形成于晚更新世，老黑山、火烧山形成于1719—1721年。火山锥沿裂隙分布而纵横成行，保存完整，顶部可见火山口。南格拉球火山口还积水成火山口湖。火山锥比高一般在65—160米之间，以老黑山最高，比高250米。1719—1721年火山喷出的熔岩流分布面积达65平方公里，一部分流入石龙河（纳谟尔湖支流），形成五个串珠状的堰塞湖即头池、二池、三池、四池、五池、合称五大连池。火山喷发产物除熔岩外，还有浮石、火山弹、火山砾等，熔岩有玻基辉橄岩、歪长辉橄岩、白榴石玄武岩等。五大连池火山群是一个宏大的理想的天然火山博物馆，同时蕴藏有丰富的火山矿产资源、热水资源。药泉山还有矿泉水，是个良好的疗养地。

【腾冲火山群】 指位于云南腾冲附近的新生代火山群，在腾冲周围三十公里内，有八个火山群。其中有明显火山口的火山锥达二十坐。上新世以来，本区有过五期火山活动，少数火山如来凤山和雅乌山为第三纪安山岩组成，大部火山为第四纪玄武岩质火山喷出物组成。打鹰山、铁锅山、大空山和马鞍山是最新的火山，外貌清晰，火山机构完整，熔岩流表面可见流动构造，基本上无风化层，其中打鹰山（为层状火山锥）在十七世纪初可能有过喷发。火山锥中以打鹰山最高，比高1000米，小团山最低，比高仅60米。火山群附近多温泉，喷气孔活动及火山性地震。

【卡尔达西火山群】 分布在新疆于田县南部昆仑山中一大型山间盆地中的现代火山群。卡尔达西是维吾尔语，意思是着了火的石头。目前已发现的火山银共5处，还有一些穹窿状熔岩丘。展布范围达200平方公里。熔岩流曾把克里雅河上游二条支流阻塞，形成二个火山壅塞湖，维吾尔语叫阿什库勒与乌鲁克库勒。熔岩为辉石安山岩、橄榄玻基安山玄武岩、碱性玄武岩，次火山岩为流纹岩，2号火山锥的顶部存在复式锥现象，反映了历史上曾两度猛烈活动，1号火山锥为1951年5月27日爆发时堆成，锥体高145米，锥顶海拔高约4900米，锥体底座直径642米，具圆筒状火山口，深56米。

【第四纪矿床】 Quaternary ore deposits 第四纪形成的矿床。主要为外生矿床，包括各种风化矿床和沉积矿床；内生矿床目前仅见少数的火山矿床。第四纪矿床大多位于地表或接近地表，矿石疏松，具良好的开采条件。它提供相当多种类的金属与非金属矿产资源如金、金刚石、石膏等。我国第四纪矿产资源非常丰富。

【第四纪外生矿床】 Quaternary exogenetic ore deposits 第四纪期间，由外生成矿作用形成的各种矿床，包括风化矿床与沉积矿床两大类，每一大类中都包括机械作用形成的矿床及化学的与生物化学作用形成的矿床。

【第四纪火山矿床】 Quaternary volcanic ore deposit 指第四纪火山活动形成的矿床。包括火山成矿作用不同阶段、不同方式形成的多种类型，比较重要的有以下几种：火山喷发－岩浆矿床：如金伯利岩中的金刚石矿床，玄武岩中的沸石－自然铜矿床，英安质凝灰岩中的铁矿床等。智利北部的拉科铁矿便是产于第四纪英安质凝灰岩中。火山喷气－升华矿床：如一些硼矿床和自然硫矿床。我国台湾省大屯自然硫矿床便是第四纪火山活动的产物。火山热液矿床：如与细碧角斑岩有关的黄铁矿型铜矿。此外，有的火山岩本身可作工业用石料、建筑石料、水泥和混凝土原料等。虽然我国第四纪火山活动不多，但是研究火山矿床，特别是现代火山矿床，有重大的理论和实际意义。目前，世界上硼矿床主要分布于太平洋内带和地中海带，与现代火山分布范围是一致的，说明硼矿床与火山活动有密切的关系。1960 年在坦桑尼亚一活火山的喷发物中发现有碳酸盐熔浆，这就证实了至少有一部分含稀有金属的碳酸盐矿床是火山成因的。不久前才发现的、在红海海底形成中的、富含硅、铁、锌、铜的火山热液矿床，为探讨火山热液成矿规律提供了一个极好的例证。

【第四纪沉积矿床】 Quaternary sedimentary ore deposit 指第四纪由沉积作用而形成的各种矿床。包括：①机械沉积矿床，由于机械作用所形成的具有工业价值的矿石、矿物堆积，如某些海成砂和风成砂便是良好的玻璃用砂和造型用砂矿床。②化学沉积矿床，由于化学作用而使含矿的天然水溶液（真溶液或胶体溶液）产生沉积而形成的矿床。如海洋、湖泊中的蒸发沉积盐类矿床和胶体溶液沉积的金属矿床。③生物化学沉积矿床，是由生物遗体形成的一种外生矿床。

【第四纪蒸发沉积矿床】 Qnaternary evaporation－sedimentary ore deposit 又称“真溶液化学沉积矿床”。指经由天然蒸发作用而形成的第四纪化学沉积矿床。包括海水蒸发沉积和湖水蒸发沉积的两种基本类型。大部分盐类矿床属于蒸发沉积矿床。有时矿化度较高的地下水也能形成小型的蒸发沉积矿床，如盐碱土中毛细管水上升到地表后，可形成小型盐、碱、硝矿床。这种矿床称表土型盐类矿床或盐渍土型盐类矿床。

【第四纪盐类矿床】 Quaternary saline deposit 指在第四纪由含易溶于水的盐类矿物的天然水溶液，经化学沉积作用而成的矿床。主要盐类矿物有钾、钠、钙、镁的氯化物、硫酸盐、碳酸盐以及硝酸盐、硼酸盐，如岩盐、钾盐、光卤石、石膏、芒硝、杂卤石、苏打、天然碱、硼砂等。按其成因，大部分属于蒸发沉积矿床，如海盐和湖盐及表土型盐类矿床。极少部分属于残积、淋积矿床，如在原生盐类矿床顶部可形成残积的石膏帽，在岩层裂隙中由硫酸水溶液淋积或交代而形成的次生石膏脉等。还有由含少量硼酸盐类矿物的原生钾盐矿床形成的淋积硼矿床，它是由次生硼矿物如钠硼解石、硬硼钙石、白硼钙石、硼镁石等在岩层的孔穴裂隙里沉淀而成。

【盐渍土型盐类矿床】 salinized soil type saline deposit 又称“表土型盐类矿床”。指矿化度较高的地下水形成的小型蒸发沉积矿床，如盐碱土中毛细管水上升到地表后，形成小型盐、碱、硝矿床。

【现代盐湖矿床】 present saline lake deposit 指第四纪在盐湖中形成的矿床，包括固相盐类矿床和液相卤水矿两方面。固相盐类矿床有第四纪早期形成的；也有现代形成的；液相卤水盐湖矿床见于现代盐湖中。盐湖矿床主要分布于干旱与半干旱地区，我国西部地区现代盐湖矿产资源非常丰富。

【现代卤水矿床】 presebittarn deposit 指可供开采的含高浓度盐分的现代天然水溶液。它主要是现代盐湖卤水矿，其次是地下卤水矿。天然卤水矿不仅可以制造食盐等，而且可以提取其中含有的锂、铷、铯、钡、锶、溴、碘、硼、金、银等多种元素。

【第四纪胶体（溶液）化学沉积矿床】 Quaternary chemical sedimentery deposit in tolloidal solution 又称“胶体溶液沉积矿床”。指在第四纪由天然胶体溶液经胶体凝聚、沉积而成的一种矿床。主要成因类型是海洋沉积与湖泊沉积；主要矿种是铁、锰、铝。目前具有重大意义的是现代深海沉积的锰结核矿床。锰结核又称锰团块、锰矿瘤。含有二十多种元素，最主要是锰，其次是镍、铜、钴。它的储量很大，目前还在继续成长中。

【第四纪生物与生物化学沉积矿床】 Quaternary biogenic and biochemigenic sedimentary deposi 又称“第四纪有机化学沉积矿床”，指在第四纪由生物遗体形成的一种外生矿床。矿种有泥炭、天然气、沥青、硅藻土、鸟粪磷矿等。第四纪能否形成石油，目前尚未定论。

【鸟粪磷矿】 quahtophosphatic deposit 又称“鸟生磷灰岩”，俗称“鸟粪层”。指分布于热带的一些海洋小岛上及大陆沿岸的一些洞穴中现代生物沉积。群居的食鱼海鸟的粪便含有磷酸盐、硝酸盐、铵盐及有机质，鸟粪长期堆积形成鸟粪层。鸟粪层分解时，有机质发生氧化，易溶的盐类被淋洗，而磷酸盐部分残留在原地成鸟粪磷矿层，它含 $P_2 0_5$，10—30%，最多达 40%，还有少量的氮和钾，是很好的综合肥料。我国南海诸岛，特别是西沙群岛盛产鸟粪磷矿。亦有与鸟粪磷矿类似的矿产，如我国南方一些山洞中，蝙蝠尸骨、粪便也可堆积形成含磷、氮、钾的肥料。

【第四纪风化矿床】 Quaternary weathering ore deposit 指第四纪期间形成的风化矿床。风化矿床产于风化壳中是与残积物同时形成的矿床，所以第四纪地质学中风化矿床也称风化壳矿床或残积矿床。风化矿床类型很多，根据矿石矿物的成因，大致可分为两种基本类型：碎屑残积矿床与化学残积矿床。前者的矿石矿物主要是岩石风化过程中残留的原生矿物，后者的矿石矿物主要是岩石化学风化过程中形成的各种次生矿物。除了这两种基本类型以外，有一种混合类型，即碎屑残积–化学残积矿床，还有一种过渡类型，即淋积矿床，或称淋滤矿床，它是风化矿床向沉积矿床过渡的一种类型。

【化学残积矿床】 chemical eluvial ore deposit 由岩石风化过程中形成的次生矿物组成的风化矿床。这些次生矿物主要是铝硅酸盐矿物经水解等作用后形成的，它们基本上是以矿物集合体形式存在。根据次生矿物的不同，化学残积矿床可以分为两个基本类型。高岭土型：主要矿石矿物是高岭石及其它高岭石类矿物，即铝和铁的含羟硅酸盐类矿物，主要矿床类型是高岭土矿床，如我国著名的优质瓷土便属于这一类型。砖红土型：或称红土型、铝土型，主要矿石矿物是铝和铁的含水氧化物或氢氧化物、镍的含水硅酸盐等。主要矿床类型有铝土矿、铁矿、硅酸镍矿等。矿石中有时还含有金、钴、铬、锰等，是优质的天然合金原料。化学残积矿床中有时还有大型的离子吸附型稀土元素矿床。除上述形成于岩石风化壳中的化学残积矿床外，在一些原生矿床的露头，即原生矿床的氧化带，经化学改造后形成的次生矿床，也是一种化学残积矿床。这些原生矿床主要是铁、铜、铅、锌、镍等金属硫化物矿床，化学改造的主要途径是氧化作用，形成铁帽、铜帽等矿床。其次在锰的碳酸盐矿床、硅酸盐矿床上可形成锰帽矿床，在自然硫矿床上可形成矾帽、即次生明矾矿床。

【碎屑残积矿床】 clastic eluvial ore deposit 指岩石风化过程中残留的原生矿物堆积形成的一种风化矿床。在岩石风化过程中最常见的物理、化学性质比较稳定的矿物有金、铂、锡石、黑钨矿、白钨矿、铬铁矿、钛铁矿、金红石、铌钽铁矿、独居石、锆英石、磷钇矿、金刚石、刚玉、水晶、重晶石等，它们常常形成有价值的碎屑残积矿床。这一类碎屑残积矿床又称残积砂矿；如橄榄岩上的残积铂砂矿；金伯利岩上的残积金刚

石砂矿等。矿石矿物在矿体中基本上以单体矿物形式存在，其数量远比脉石矿物为少。在一些易溶岩石上形成的碎屑残积矿床，规模虽小，但有时品位较高，如含有少量磷灰石的石灰岩上可形成磷灰石碎屑残积矿床。有的残积物本身便是可采对象，如在纯石英岩上形成的碎屑残积矿床，基本上就是石英这一矿石矿物的堆积体。

【第四纪淋积矿床】 Quaternary i luviational ore deposit 又称"淋滤矿床"。它是风化作用形成的含矿溶液，自地表向下运移过程中，其中有用组分在岩石裂隙中沉积充填或与围岩交代而形成的一种矿床，是风化矿床向沉积矿床过渡的一种类型。主要形成于硫化矿床氧化带下的次生硫化物富集带。这些次生硫化物矿物，如斑铜矿、铜蓝、辉铜矿等，金属品位大为提高。淋积矿床中主要的矿种除铜矿外，还有铁矿、锰矿、铀矿、磷矿和硼矿等。

【第四纪砂矿床】 Quaternary placer deposit 指第四纪形成的各种砂矿床，包括第四纪残积砂矿与第四纪沉积砂矿。前者是由于风化作用形成的残积砂矿，后者是由于各种不同外动力条件形成的坠积砂矿、坡积砂矿、洪积砂矿、冲积砂矿、湖泊砂矿、海滨砂矿、冰积砂矿、风积砂矿等。除了这些单一成因类型外，自然界还有一些复合类型砂矿，如残积－坡积砂矿，以及过渡类型砂矿，如三角洲砂矿。上述各种成因类型中最重要的是冲积砂矿与海成砂矿。有些成因类型虽不常见，有时也能形成工业矿床。目前有些矿种如金刚石、锡石大部分采自砂矿；金、铂、金红石（钛）、水晶等有相当一部分采自砂矿；独居石几乎全部采自砂矿，它是目前工业上提取铈族稀土元素及放射性元素钍的主要来源。在这些开采的砂矿中，大部分为第四纪砂矿。

【残积砂矿床】 elluvial placer deposit 指第四纪期间，由于风化作用而形成的砂矿床。它是一种碎屑残积矿床。有的第四纪残积物本身便是可供开采的矿石堆积体，详见"第四纪砂矿床"。

【沉积砂矿床】 sedimentary placer deposit 指第四纪期间由于沉积作用而形成的各种砂矿床。它主要是由各种不同外动力条件作用的结果。主要有坡积砂矿、洪积砂矿、冲积砂矿、坠积砂床、湖泊砂矿、滨海砂矿、风积砂矿、冰积砂矿等。

【复式砂矿床】 complex placer deposit 指在地层剖面中的不同层位，或在河谷、湖岸、海岸带同一横剖面的不同高程处，出现有两个或两个以上独立的含矿层的砂矿。它是地质历史时期中不同阶段的产物。如我国中南地区砂锡矿，有些就是复式砂矿。往往在矿区同一河流横剖面中，现代河床沉积物与古代阶地沉积物中均有含矿层。

【埋藏砂矿床】　buried piacer de positc 又称“掩埋砂矿”。指砂矿形成后被后期各种成因类型的沉积物或火山喷出物所掩埋的砂矿。含矿层如果仅被同一时期同一成因的不含矿的沉积层覆盖，则不能称为埋藏砂矿，而称为表部砂矿。复式砂矿中的下部含矿层以至上部含矿层都可能成为埋藏砂。矿埋藏砂矿受到剥蚀可形成地表露头，甚至大片出露。

古地理学

【古地理学】 paleogeography 地质学的一个分支；研究和描述地史时期地球表面的自然地理，如海陆分布，海的深度、盐度、温度，陆地形态，气候条件，生物分布等的特征及其发展的历史。古地理研究，通常是在地层和所含化石、岩石和相分析、大地构造、区域地质及古地磁等方面研究的基础上进行，并通过综合分析得出结论。古地理研究的成果，对于阐明地壳发展史，揭示矿产的形成环境及其分布规律具有指导意义。广义的古地理学，包括古地形学、古气候学、古海洋学、占生物地理学等。

【古自然地理学】 paleophysiography 即“ 古地理学 ”。

【古地理】 paleogeography 过去地质时代地球表面的自然地理。

【古地理事件】 paleogeographicevent 地史期间相对稳定的、短暂的、突然出现的自然地理事件。例如某一短暂的、稳定的特殊沉积环境的稳定存在，某个突然呈现并且相对稳定的古地理形态和现象，某种被分为两个占地理阶段的急剧变迁等。

【古地理阶段】 paleogeographicstage 指古地理环境或状态，如关于海面、地表地形、相对海岸距离及气候条件等的一个相对稳定，或逐渐发展变化（量变）的时间阶段。

【古地理区】 paleogeographic proviance 根据某个地质时期的古地理特征来区分的区域，叫古地理区。

【古地理图】 paleogeographic map 表示某地区或全球范围过去地质时期某个特定时代的自然地理形象的图。根据古地理研究的结果，如海陆分布、陆地形态、海的深度、水流和气流方向、生物分布、沉积分布和气候带分布等等，按一定的比例尺和图例编制成图。编制古地理图的工作是地质学的许多部门中具有最大综合性的工作。它几乎涉及一个广大区域中每一部分、每一时期、每一方面有关地质历史的发展。利用古地理图可以便捷地了解地球表面的古地理环境及其变化过程，并用于对某些矿产资源（特别是沉积类型）的探测。古地理图最常见的是古海陆分布图；其他有岩相古地理图、生物相古地理图、构造古地理图、古生物地理图、古地形图、古等深线图以及古气候带分布图等。

【古地形学】 paleogeomorphology 也叫古地貌学，是古地理学的一个组成部分。它以过去地质作用形成的古侵蚀面地形（地表遗留的、地下潜伏的或被剥蚀了的），或地形遗物为对象，研究其形态特征、形成原因、发展过程和规律，以及其在实际应用上

的价值。

【古地形】 paleotopography 指过去地质时期中，某特定时代某个地区的地形和地势；或指某古地理区一个被后期地层叠覆的潜伏不整合面的地形轮廓。

【古地形图】 paleotopographie map 表示一个不整合面上的古地形的图。参见古地质图。

【古气候学】 paleoolimatology 广义的古地理学的一个重要分支；研究过去地质时代地球上的气候条件和变化，及其在某个地区或世界范围的变化原因。古气候研究，主要依据沉积岩中所存在的某些具有特征的岩石和标志，及其所含化石来进行；同时也采用古地磁学和同位素地质学方法。通过这些资料的研究分析和方法的应用，估量出某些古气候因素，如风向、大气圈和海洋的温度及其变化结果；其中最明显的是严寒冰期和炎热、干燥阶段的辨认和确定。古气候研究，对于地层划分对比，地壳演化史的探讨，以及矿产资源的成因与探测，都具有指导意义。地质时代的古气候研究，同以历史资料和考古资料、以及树木年轮为主要依据的历史时期的古气候研究有听不同。

【古气候】 paleoclimate 指过去地质时代某一定时间阶没的气候，故又称地质气候或地史气候。它有别于历史时代的古气候（历史古气候）。

【古气候图】 paleoclimatologic map 标示、描绘古气候资料的古地理图。最普通的是古气候带分布图。

【古生物地理学】 paleobiogeography 古地理学的一个分支。它研究过去地质时期古生物群的地理分布、区域特征及其迁移变化。

【古生物地理区】 paleobiogeogra phic province 古生物由于来源地和生态的不同，以及受各种自然条件的长期影响，在许多情况下，表现出不同区域特征。具有相似类型特征的古生物群栖息的区域，称古生物地理区，或简称古生物区。古生物地理区又可分为古动物地理区（或简称古动物区）和古植物地理区（或简称古植物区）。例如，早寒武世的三叶虫动物群表明有区域属性，可分出两个较明显的生物地理区：一个是印度－太平洋区，或称为“莱得利基虫区”，以含莱得利基虫为代表的东方动物群为特征，范围包括东亚和自地中海向东的南亚，以及大洋洲和南极洲；另一个是大西洋区，或称为“小油栉虫区”，以含有小油栉虫而不含莱得利基虫的西方动物群为其特征，范围包括欧洲西部、西北部和南、北美洲。此外，还有一个在上述两区之间由东方动物群和西方动物群相混生的，包括欧洲西南部和相毗连的非洲北部，以及苏联的亚洲部分直到北美的阿拉斯加中东部的混合区。再如在古植物方面，二迭纪时期在华夏古陆分布若以大羽羊齿（Gigantopteris）为代表的华夏植物群，在北方的安加拉古陆分布着以安加拉羊齿（Angaridium）和安加拉形羊齿（Angaropteridium）为代表的安加拉植物群，而在南方的冈瓦纳古陆则分布着以舌羊齿（Glossopteris）为代表的冈瓦纳植物群，它们分别地称为华夏植物区、安加拉植物区和冈瓦纳植物区。

【古动物地理区】　paleozoologic province　以古动物群的特征为依据而划分的古生物地理区称古动物地理区或简称古动物区。如早寒武世即可分为印度－太平洋区和大西洋区两个以三叶虫动物群为依据的古动物地理区。

【古植物地理区】　paleobotanic prov ince　以古植物群的特征为依据而划分的古生物地理区称古植物地理区或简称古植物区。如二迭纪即可依古植物群划分为以大羽羊齿（Gigantopteris）为代表的华夏古植物区，以安加拉羊齿（Angaridium）为代表的安加拉古植物区和以舌羊齿（Glossopteris）为代表的冈瓦纳古植物区。

【莱得利基虫区】　Redlichian province　早寒武世全球二个古动物地理区之一，以含莱得利基虫（Redlichia）为代表的东方动物群为其特征，范围包括东亚和自地中海向东的南亚以及大洋洲和南极洲，常称为印度—太平洋区，但亦形象地称为莱得利基虫（Redlichiid）区。同时代的另一动物区称小油栉虫区或大西洋区。

【小油栉虫区】　Olenellian provirice　早寒武世全球两个古动物地理区之一，以含小油栉虫（Olenellus）而不含莱得利基虫的西方动物群为其特征，范围包括欧洲西部、西北部和南、北美洲。通常称为大西洋区，但亦形象地称为小油栉虫（Olenellid）区。同时代的另一动物区称莱得利基虫区或印度—太平洋区。

【特提斯动物群】　Tethys fauna　又称“古地中海动物群”。例如从古生代二迭纪起，至中生代和早第三纪，北非、南欧、西亚、中亚、喜马拉雅和马来亚的动物群具有共同的特有属群，称为特提斯动物群。如二迭纪的□类新希瓦格□（Neoschwagerina）、矢部□（Yabeina）、伟根珊瑚（Wagenophyllum）、文采尔珊瑚（Wentzelella），腕足类的蕉叶贝（Lytoma）、李希霍芬贝（Richtho－fenia）。中生代菊石类的叶菊石类（Phyl-loceratids）、（Lytoceratids），有孔虫类的小圆片虫（Orb itolina）等。早第三纪的货币虫（Nummulites）等。因而上述地区属于同一生物地理区，称为“特提斯动物区”。特提斯动物群可能越过大西洋到达北美大陆的东部。

【冈瓦纳植物群】　Gondwana flora　也称“舌羊齿植物群”。其名称来源于冈瓦纳古陆。石炭纪晚期，随着冈瓦纳古大陆冰川作用的开始，逐渐出现了世界范围植物群的分化。在晚石炭世到二迭纪期间，能区分出四个主要的植物区域，它们各具有其特征。到中生代时，尤其在三迭纪以后，这四个区域的界限逐渐消失。冈瓦纳植物区或舌羊齿植物区是四个植物区之一，它位于南方；其他三个位于北方的劳亚大陆范围内，分别为华夏植物区、欧美植物区和安加拉植物区。舌羊齿植物群分布于南部非洲、马达加斯加、印度半岛、澳大利亚、南美和南极洲的广大陆区；此区植物和欧美区相对立，凡欧美区植物，在这个区里都未发现，成为地史上有冈瓦纳泛大陆存在和大脑漂移理论产生的一个重要论据。冈瓦纳植物群的重要代表是舌羊齿（Glossopteris）和圆舌羊齿

（Gangamopteris），都属于种子蕨类。此外，种子蕨类植物如美瑞昂羊齿（Merionopteris），箭羊齿（Belemnopteris），冈瓦纳羊齿（Gondwanidium），木贼类植物如杯叶（Phyllotheca），裂脉叶（Schizoneura）以及和科达（Cordaites）相近似的拟诺格拉齐羊齿（Noeggerathiopsis）和银杏植物相近似的似扇叶（Rhipidopsis），还有美丽楔叶（Sphenophyllum speciosum）等，都是这个植物群中的特征植物。冈瓦纳植物群分布的地区，称为“冈瓦纳植物区”。

【舌羊齿植物群】 Glossopteris flora 即“冈瓦纳植物群”。

【冈瓦纳植物区】 Gondwana floraprovince 晚石炭世至二迭纪期间，全球四个古植物地理区之一，以产出含有舌羊齿（Glossopteris）的冈瓦纳植物群为其特征，范围包括非洲南部、马达加斯加、印度半岛、澳大利亚和南极洲，即冈瓦纳古陆范围内，故名。

【华夏植物群】 Cathaysian flora 也称“大羽羊齿植物群。其名称来源于华夏古陆。石炭纪中晚期，中国地区的植物群，除有许多和欧美区相共有的成分外，另外出现了一定数量的土著分子，如石松类的猫眼鳞木（Lepidodendronoculusfelis），分类不明确的丁氏羊齿（Tingia）和贝叶（Conehophyllum）等。这时植物群已表现出一些区域性征；到了二迭纪，虽然仍保留有与欧美区植物混生的分子，但更明显地成为一个独特的植物区，叫做华夏植物区。此区范围，除中国外，还包括朝鲜、印度支那，以至印尼。华夏植物群最为特别的属种是大羽羊齿（Gigantopteris），华夏羊齿（Cathaysiopteris），丁氏羊齿（Tingia），原始鸟毛羊齿（Protoblechnum），织羊齿（Emplectopteris），瓣轮叶（Lobatannularia），猫眼鳞木（Lepidodendron oculusfecis）等。美国西南部，由于有美洲大羽羊齿（G. americana）和一些近似丁氏羊齿、原始鸟毛羊齿、织羊齿的属出现，故有人主张把这个区归属于华夏植物区，但有人持不同意见。参见“欧美植物群”。

【大羽羊齿植物群】 Gigantopteris flora 即“华夏植物群”。

【华夏植物区】 Cathaysian flora province 晚古生代全球四个古植物地理区之一，以产出含有大羽羊齿（Gigantopteris）的华夏植物群为其特征。范围包括中国、朝鲜、印度支那半岛、印尼等；美国西南部地区是否属于此区，尚有不同意见。详见“华夏植物群”。

【欧美植物群】 Euramerian flora 也称欧洲植物群。产于欧美植物地理区中晚石炭纪到二迭纪的地层中。以鳞木（Lepidodendron），芦木（Calamites），楔叶（Sphenophyllum），种子蕨类等植物为最丰富。欧美植物地理区的范围包括欧洲大部，并东延到小亚细亚以至于里海东面，南延到北非的阿特拉斯山；在北美从美国西北部直到东海岸，往南可能达到南美的北部，中晚石炭纪时期此植物群的特征属有鳞木（Lepidodendron），封印木（Sigillarta），芦木（Calamites），轮叶（Annulria），楔叶（Sphenophyllutm），蕨类的栉羊齿（Pecopteris），种子蕨类的玛丽羊齿（Mariopteris），脉羊齿（Neuropteris），真羊齿（Alethopteris）和科达（Cordaires）等。二迭纪早期的植物代表是种子蕨类的比较美羊齿（Callipteris conferta）和瓦契杉（Walchia）的松形勒巴杉（Lebaehia piniformis）；位于欧美植物区西缘的美国西南部，除有美羊齿（Calliptetis）、瓦契杉（Walehia）等成分外，并有美洲大羽羊齿（Gigantopteris camcericana）和似属于种子蕨类的节羊齿（Glenopteris）与苏伯羊齿（Supaia）的出现，故这一部分或归入欧美植物区，或看成华夏植物区，尚无定论。二迭纪晚期，欧美植物群数量不及早期，在欧洲部分比较特异的植物属有新芦木（Neocalam，ites），可能属种子蕨类的楔叶（Sphenopteris），鳞羊齿（LePidopteris），带羊齿（Taeniop，teris），银杏类的楔拜拉（Sphenobaiera），苏铁类的假篦羽叶（Pseudoetenls）和松杉类的乌曼杉（Ullmannia）等。

【欧洲植物群】 European f lora 即“欧美植物群”。

【欧美植物区】 Euramerianf ioraprovince 晚古生代全球四个古植物地理区之一，其范围包括欧洲大部、小亚细亚和里海以东的亚洲的一部，南部可延至北非阿特拉斯山，北美西北部直至东海岸亦属此区，仅美国西南部究属欧美植物区或华夏植物区尚无定论。以产出欧美植物群的石松、楔叶、种子蕨类植物为特征。

【安加拉植物群】 Angara flora 也称“库兹涅茨克植物群”，或“通古斯植物群”；因安加拉古陆而得名。它分布于西伯利亚，西自乌拉尔西北的伯朝拉盆地，东到滨海地区。其标准发育地在库兹涅茨克和通古斯盆地。一般贫于石松类，而以具有许多明显的土生蕨类和种子蕨类与大叶的似科达植物为特征。晚石炭纪时期，安加拉植物群有蕨类或种子蕨类的准安加拉羊齿（Angaropteridium），安加拉叶（Angaridium），石松类的安加拉木（Angarodendron），近似科达（cordaites）的卢夫洛柯达（Rufloria）以及似芦木（Paracalamites）等特别的植物属。二迭纪则有属于蕨类或种子蕨类的普利纳德羊齿（Prynadaeopteris），科姆斯羊齿（Comsopteris），戈姆羊齿（Comia），塔培林羊齿（Tatarina）和从石炭纪延存下来的准安加拉羊齿（Angaropteridium）及安加拉叶（Angaridium），楔叶类的契尔诺娃楔叶（Tschernovia），银杏类的似扇叶（Rhipidopsis），似属裸子植物的匙羊齿（Zamiopteris），苔藓植物的原泥炭藓（Protosphagnum），以及大叶的 Rufloria 等特殊的属群。安加拉植物群中有不少欧美区的植物和若干冈瓦纳区的植物和它混生但很少有华夏区植物相混生的现象。

【库兹涅茨克植物群】　Kuznetsk flora　即“安加拉植物群”。

【通古斯植物群】　Tunguska flora　即“安加拉植物群”。

【安加拉植物区】　Angara flora prowtnce　晚古生代全球四个古植物地理区之一，以产出库兹涅茨克植物群为其特征，范围包括从乌拉尔西北的伯朝拉盆地东到北太平洋岸的滨海地区在内的西伯利亚地区。因安加拉古陆而得名。

【古生物地理图】　paleobiogeographic map　表示各门类古生物群的地理分布的古地理图。近年来，由于大陆漂移学说重新兴起和板块构造概念出现，引起人们注意古生物随大陆块迁移而发生的变化；同时，生态学的进展与对控制现在生物分布因素的认识，在一定程度上可用以探讨古生物化石地理分布的规律。因此，古生物地理的基础资料和图件，有助于探索地壳演化过程和分析与古生物地理分布有关的地质假说的真实性等方面的问题。

【古地质】　palcogeologyc　地质时期的某个相对更早阶段的地质情况和事件，或指现在埋伏于某个后期岩层之下的古地出面（一股为地层不整合而）上的地质状态。

【古地质图】　paleogeologic　表示某个过去地质时代的古地面，即上覆岩层沉积前的不整合面上的地质条件的图。古地质图也叫做“剥开图”，因为它是在下伏建造并未出露而把盖层“剥开”的情况下制图的。古地质图是古地理制图学上比较新的方向和方法，它通常是利用地下钻孔资料结合物探资料来制成。古地质图在石油和其他矿产的探测上有一定的实用意义。

【古岩性图】　paleolithologic map　古地质图的一种特殊类型；它表示过去地质时代某个被后期地层叠覆的层位的岩性变化。

【岩相古地理图】　lithofacies－paleogeog raphic map　一种附有表明某个古地理阶段（或地层单位）的岩相，或岩性特征的区域变化的古地理图。岩相通常以时间地层单位内古统治的、平均的，或其特种的岩性型态的某个方面来表示。

【生物相古地理图】　biofaciespaleogeographic map　一种附有表示某个古地理阶段（或地层单位）的古生物相，即古生物特征的分布情况的古地理图。生物相一般依据所存在生物化石的一些类别，或其比率来表示。

【古构造图】　paleotectonic map　用一定体系的图例，表示地壳或其一部分在某发展阶段的全部构造状态的总和，或仅反映某一历史阶段结束时期的构造状态，例如隆起带和拗陷带、稳定带和活动带的分布等的图。占构造图近似于古地理图，但更着重在描绘大地构造特点，而非反映海陆分布和地形特征。古构造图和古地理图一样，往往编成一系列图幅，以说明区域古构造特征在各地质时代的连续变化。

【构造古地理图】 tectonic – paleogeographic map 古构造和古地理合并描绘在一个图幅上，就成了构造古地理图。

【位置复原图】 palinspastic map 把地壳岩石受褶皱压缩、或冲断移动以前的原来位置或范围，尽可能加以恢复而绘制的古地理图或古构造图。

【古等深线图】 paleobathymetric map 把过去地质时期某个时代的水体底面（例如海底）的地形，或把被后期岩层叠覆的古地面（或老地层面）的深度，用一定间距的等深线方式来表示的图。古等深线图是描绘古地理环境的一种较常用的方式。

【古环境】 paleoevironment 指过去地质时代的某种自然环境。

【古生物境】 paleohiolope 指具有相同的古自然环境和相当一致的古动物群或植物群，或二者共为特征的、大小不定的区域。

【古赤道】 paleoequator 指地史时期一定阶段的地球赤道。古地球赤道的位置，是根据古地磁、氧同位素比、古动植物群和珊瑚礁分布、煤矿床、冰碛层，以及其他地质证据来确定的。古赤道过去曾经是和旋转轴垂直的一个大圆，由于经过大陆位移，现在表现有大陆与大陆之间在位置上的差异。

【古极】 paleopole 指地史时期中地理的，或者地磁的地球极位。参见“古地磁极”。

【古纬度】 paleolatitude 泛指地史时期中地球上一定地区的纬度，或专指从古赤道距离衡量的度数。

【古陆】 oldland 指地史时期中各种形式的古老陆地，如现在的中国大陆在古生代时期存在过一些分散的、看来象一系列不同大小的岛屿形式的古陆；或者指一个范围广阔的、长期隆起并经连续侵蚀致地势降低的前寒武纪古老结晶岩区域，如加拿大地盾区、被罗的地盾区等。以前震旦纪或前寒武纪古老岩石为基础，在加里东造山作用以前散露于海面之上的“雏形”古陆块，有时被称为原始古陆，如“原始江南古陆”、“原始华夏古陆”等。

【古平原】 paleoplain 被后来沉积层掩覆的，主要因剥蚀作用而形成的古老陵削平原。

【古山】 old mnountain 在第三纪以前形成的，特指在阿尔卑斯造山运动（狭义）或喜马拉雅造山运动以前产生的褶皱山脉。如古昆仑山、古祁连山、古天山、古秦岭等。

【年青山】 young mountain 指第三纪和第四纪时期形成的褶皱山脉，如阿尔卑斯山、喜马拉雅山等。

【古高地】 old upland 指古大陆区域的一些相对高起地带，包括山地、高原及其他各种较高地形的地区。这种地区，在地质构造上往往是一些由古老褶皱岩石组成的切割山区，一般具有中等的地势和较稳定的山容。例如二迭纪—三迭纪时期，在华北地台（中朝地块）上一些古老结晶岩区被设想为中朝古陆上的古高地区，如内蒙高地、吕梁高地、五台高地、胶东高地等。

【古海盆】 old inland marine hasin 指在地形上大体呈似盆状的古大陆海。位于地台区内的古大陆海（地台海），较多成为海盆。如中—晚石炭纪时期中朝地台上的黄河海盆。早古生代时期场子地台上的上扬子海盆等。

【古海槽】 old marine trongh 形态上大体呈狭长的凹陷带内的古大陆海。位于地槽区的古大陆海（地槽海）一般都形成海槽，如古生代一中生代时期喜马拉雅地槽区的特提斯海，滇缅地槽区的萨怒海，古生代时期天山地槽区的中疆海等。

【地台海】 platform sea 位于古地台区的古内陆海。参见“古海盆”和“大陆海”。

【地槽海】 geosynclinal sea 位于地槽区的古大陆海。参见“古海槽”和“大陆海”。

【古流】 paleocurrent 地史期中的流；一般为水流和海流。古水流和海流的方向，是根据同一时代岩石的地区相变及岩层的沉积构造与结构，例如交错层、波痕及岩层的各种底基标志等特征推断而来的。主要流向的确定，是靠许多局部观察的统讣分析来确定；但特别要注意不可把一些小的局部的流，误解为主要的流。

【古盐度】 paleosalinity 指某个地质时代一个水体的含盐度。地史时期的海的含盐度，可以根据某些沉积或沉积建造水的化学分析，某些矿物、岩石的成分和生物化石的性质来确定。当海水在含盐度正常或减低的情况下，沉淀出方解石，从而形成石灰岩。在含盐度较大时，沉淀出石膏和硬石膏；而在盐度更浓集的海中，则沉淀出石盐和钾镁盐。在不同水体相（陆相、泻湖相、海相等）沉积的粘土岩中，共水的化学成分（特别如氯），有着不同的含量。白云岩，特别是杂有天青石、重晶石或萤石的白云岩，通常是较高盐度的标志。海栖生物的发生发展，海水盐度是其一个重要条件。生物群在不同盐度条件下，有着不同的类型；淡化或咸化作用的变化，影响着生物界类型、外貌、以至繁衍或灭亡的变化。

【古温度】 paleotemperature 指地史时期某一定时间戎地方的气温、水温，特别是海水的平均温度。地史时期的古气温或水温状态，主要是依据有关沉积物（如冰川资料）、古生物、古生态以及化石贝壳、碳酸盐中氧的同位素分析力法来说明。其着重点，是对于某个给定时期温度的地理分布和在某个阶段的起落变化。古温度的这类变化的趋向，与古气候、古生物的一般性问题，以及大陆漂移和极移学说有密切关系。

【古温度测定】 paleothermometry 对地史时期的古温度的测量估计；特别指对一个地质时间单位的海水平均温度，根据海相化石壳部碳酸盐中二氧化碳的氧同位素 O^{18} 和 O^{16} 丰度的质谱测定。化石壳部碳酸盐，是在海生动物骨壳与其生活海水中氧的同位素达到平衡的条件下形成的；而碳酸盐与海水之间氧同位素的平衡常数，取决于温度。因此，对某些适宜的化石的壳部碳酸盐氧同位素比（$O^{18}:O^{16}$）的测定，能够得出生物生活环境的温度，并从而得到一定时期的平均温度。

【古风】 paieowind 指过去地质时代的古老的风。根据保存在岩层上的古火山落灰的分布、群体珊瑚环礁的生长率、砂丘和风成砂岩斜层理的方位等标志，可以判断出某个时期中古风的主要方向。如火山喷发时的落灰，在风吹向的那一边厚度要大。珊瑚环礁在面对流行风向的那边，由于风浪作用的影响而使共生长率受到限制。砂丘在地层中是以风成砂岩保存下来的；这种砂岩的特征是：石英的含量高，石英粒的分选好、圆度好、磨蚀和碰撞程度高，以及由于风吹作用而导致的云母消失等。从某个较大区域同一风成砂岩建造的许许多多砂丘的斜层理的最大倾斜线的方位中，可以看到有一个大约平均的分布方位。把许多地点风吹而倾斜向的平均方位标绘出来，就可以确定出那某个时期一个广大区域内的古风向。

【大陆海】 continental sea 在大陆边缘或伸入大陆内的海；前者又叫陆缘海，后者又叫内陆海或有的另名地中海。陆缘海即那些越出大洋盆地，分布于大陆架上的、岸线一般颇为曲折的较浅海域，如亚洲东岸的鄂霍次克海，日本海、中国黄海、东海和南海等都是典型的陆缘海。内陆海分布在大陆地台上，其大部被陆地包围，由狭小海峡和外海相通，它的深度较浅而面积一般不大，如北欧的波的尼亚湾——波罗的海，北美的哈得孙湾、圣劳伦斯湾，我国的渤海等。内陆海和陆缘海并无严格界限，所以往往不加区分地统称为陆缘海或大陆海。地中海位于大陆之间，由狭长海道沟通外洋，所以是一种陆间海，共深度和面积较大。地史时期，大洋水曾经反复侵入各个大陆的低凹地带，形成很浅的（虽然有部分较深的）大陆海，其中包括许多陆缘海、内陆海和一些地中海。

【陆缘海】 epicontinental sea 大陆海的一种类型，有时作为共同义词。参见“大陆海”。

【内陆海】 inland sea 大陆海的一种类型，参见“大陆海”。

【地中海】 inter – contineatal sea 即陆间海。为大陆海的一种；位于两个或多个大陆之间，其深度较大，有狭窄通道和大洋相连。参见“大陆海”。

【进浸大陆海】 transgressing continental sea 由于全球性海面上升所引起的规模巨大、或多或少地同时影响全部大陆的大陆海。这类海在进浸过程中逐步地扩展达到极限，然后随着全球海面周期性的下降而相对快速地从大陆引退。进浸大陆海常表现有移动性的再扩展，有人认为这是由于毗邻陆地剥蚀物质的填入，以及由于陆缘隆脊的沉降，还可能有其他冈素，例如大洋底的局部上升等影响的结果。进浸海有时也是填积海；然而前者不仅以共小规模的局部填积，而且还以全部海水中的沉积物以致全部均衡补偿作用的总结果，即具有一种向上的例如造陆的和洋底上隆的大规模运动来表现其不同的特征。

【向斜大陆海】 synclinal continental sea 地壳反复颤动期间，大洋水在大陆边缘一进一退。洋水在这种运动早期，先流入大陆边缘由于褶皱而成的槽地，形成窄长的海道。这一时期的海股往往较浅而简单。当褶皱继续加强，海水更深入陆块内部，海浸区便逐渐变得较深而复杂。最后在大陆的一些向斜凹地，可以出现一系列可相互沟通或不相沟通的海槽。这类海槽被称为向斜大陆海；在地槽区的大陆海也称地槽海。中国大陆在古生代期间有一系列这样的海槽。如天山海槽、昆仑海槽、南山海槽、秦岭海槽、下扬子海槽、滇东海槽和滇缅海槽等。

【填积大陆海】 aggradingcontinental sea 大陆海区主要表现为充填作用，而较少剥蚀陵削作用，其岸线常呈升降形式变动（颤动）；具有这种性质的海，叫做填积大陆海。如我国北方中—晚石炭纪时期的黄河盆地海，就是一个填积淤浅，颤动时起，利于成煤的大陆海。这种海的颤动。有的地质学家把它说成主要是由于大量沉积物的充填，促使海水外溢（海面上升），或使海底因沉积负荷而下沉（海面下降）的作用而造成的。参见“世界海面升降运动”、“大陆海水进退规程”。

【引缩大陆海】 attractedcontinentalsed 当大陆上升运动期间，大洋水可以引入隆起陆块的边缘，使其边缘或原先的凹陷部分遭受海泛。这种在大陆边缘的海是在陆块实际上升或海面下降，即海退运动时形成的，其范围比以前陆块下降或海面上升的海进运动时缩小得多，所以叫做引缩大陆海。如我国南方在中、晚古生代及三迭纪期间，多次出现过这种海。

【海浸】 marine transgression 也叫做海侵，有时也叫海进。指在地史的某个相对短的地质期间，由于海面上升或陆地实际下沉而导致的海水对大陆区的浸进作用。这种作用，一般认为是海的逐步扩展到一个时代更老的、或多或少准平原化的陆地面上。因此，一个海浸的面就是一个不整合面；在这个面上所沉积的进浸海相层，往往呈现出超复不整合特征。参见“海面（全球）升降运动”和“海浸超复”。

【海侵】 lnarlne lnvasiom 即“海浸”，

【海进】 marine lngression 海进和海浸（或海侵），在一般情况下是作为同义词使用的；但有时也把海进区分开来，专指海水向地台型平原，即具有平布沉积层的陆地面上的浸进作用。在这种情况下。海进一般不伴随海蚀，海进沉积层和下伏老地层之间的间断不明显，没有角度不整合。海进有时还专用于说明某个给定地区在某个河谷沉溺时的海水漫进观象。参见“海浸”。

【海退】 marine regression 指在地史上的一个相对短的时间段落，由于海而下降或陆地实际上升而引起的海水从大陆向海洋的逐渐退缩作用。海退的结果，标示在沉积作用上最常见的例证是三角洲沉积范围的扩大（如加里东运动后表现在在中国东南部三角洲沉积区的发展），以及在地层剖面上自上而下由浅水相逐渐替代深水相的沉积特征（上粗下细，即由砾岩渐变到砂岩、粉砂岩以至泥岩）。参见“海面（全球）升降运动”，“海退退复”。

【海浸方向】 transgressive direction 海水浸进某个地区的方向。海浸方向有时可以借助于化石类型。即古生物发源地及其区域属性的比较，以及地层沉积超复方向的分析判断出来。

【沧桑变化】 interchange of seaand land 我国古代一种关于古地理变化——海陆变迁——的思想和认识。“沧海桑田”的思想以及与其相关联的地表升降的观念，在我国很早就有了。东晋时葛洪（约281—341）在他的《神仙传》的《麻姑》和《王远》两篇中都清楚地表述了他对于沧桑变化的思想：“麻姑自说云：‘接待以来，已见东海三为桑田。向到蓬莱水浅，浅于往者会时略半也，岂将复还为陵陆乎？’方平笑曰：‘圣人皆言，海中复扬尘也’。”比这更早的《诗经》上就已说过“百川沸腾，山冢癫崩；高岸为谷，深谷为陵”的活。虽然这里所说的有些象是地震的现象，但是已认识到地表有升降变动，却是无疑的。西汉的《焦氏易林》中有“海老水干，鱼鳖尽索；藁落无润，独有沙石”和“山没丘浮，陆为水鱼，燕雀无庐”的话。到了西晋初年，即在葛洪之前约六十年，杜预还进一步对地表升降现象做了人工试验。《晋书·杜预传》中说：“预好为后世名，常言‘高岸为谷，深谷为陵’，刻石为二碑，纪其勋绩；一“沉万山之下，一立岘山之上，曰：焉知此后不为陵谷乎？”虽然杜预是为了让后人知道他的平吴功绩，但这是世界上以实验观察地面升降的一个最早的尝试，也许是可以断言的。到了唐代的颜真卿，在认识沧海桑田的变化上就更进了一大步。他不仅在麻姑山见到“高石中犹有螺蚌壳”，而且还认为这“或以为桑田所变”（《颜鲁公文集·抚州南城麻姑山仙坛记》）。但是，比较全面地根据化石及其特点阐述海陆变迁的人，还当首推北宋的沈括。他在《梦溪笔谈》中说：“遵太行而北，山崖之间，往往衔螺蚌壳及石子如鸟卵者，横亘石辟如带。此乃昔之海滨，今东距海已近千里。所谓大陆者，皆浊泥所湮耳。尧殛鲧于羽山，旧说在东海中，今乃在平陆。”十一世纪的沈括，根据卵石形成的环境和岩层中保存的螺蚌壳化石，断定这是昔日的海滨，这在当时确是一个卓越的科学见解。现代的古地理研究，也往往根据岩层中包含的海相生物化石和滨岸砾石来确定古海岸线位置。不难理解，八百年前的这种海陆变迁的见解是具有很大科学意义的。

【海面（全球）升降运动】 eustaicmovement 引起各大陆同时地海进或海退变动

的那种全球海洋面的升降运动。造成海面（全球）升降运动可能有几种不同原因，例如由于大陆冰盖变化或地壳形变作用使海水总含量变化，可以导致全球所有海洋面产生升降运动。此外，还可能有如徐士（E. Suess）早年讨论这个问题时所提出的那样：海底受大量的沉积物充填，造成海水外溢，可以使全盘海面升高；地壳的大规模沉降，可以使海面下降，等等。然而现在对于最近数百万年的海面（全球）升降变化都被认为是由于水加进大陆冰盖，或因大陆冰盖的溶化而使水移入海洋造成的。而有的地质学家，例如李四光，则认为沉积物淤塞海底或地壳大规模沉降使海面全般升降的说法，从理论和事实两方面看都是不能成立的（参见“大陆海水进退规程”）。

【冰川性海面升降运动】 glacioeustatism 由于冰盖的发展或消退，使从大洋引出或重回海洋，引起海水总含量变化而产生的世界范围的海面升降运动。参见“海面（全球）升降运动”。

【积沉性海面升降运动】 sedimentoeustatism 由于沉积物积累，致大洋盆地容量变化而产生的世界范围的海面升降运动。参见“海面（全球）升降运动”。

【构造性海面升降运动】 diastrophic eustatism 由于地壳变动（如造山或造陆形变运动），致使大洋盆地容量变化而产生的世界范围的海面变动。参见“大陆海水进退规程”。

【大陆海水进退规程】 canon of 非曲直 marine transgression 过去地质时期中，海水侵入大陆或从大陆退出的规程。李四光（1926，1928）曾经把大陆海水的侵入和退出，与地球旋转速率的变化及造山运动相联系。他认为：海侵与海退应该在时代上和造山运动有一定的关系。当造山运动发生前，地球自转率增加，赤道方面的海面随之增高，两极方面的海面则随而变低；反之，在造山运动盛行期间或造山运动方了时，地球自转率稍稍减小，于是两极方面沉没而赤道方面海面降低。换言之，就北半球情况说，一次大革改以前，北半球上的海水部有往赤道方面移动的趋势；而当革改进行时期或革改以后，海水又有往北极流注的趋势。造成这种结果的原因，似乎只有归之于造山运动前后地球旋转速率的变更。在李四光之前，徐士（E. Suess1885）曾论述过海岸线升降以至海水的侵入或退出，共原因有二：①属于宇宙的。如地球自转速率增加，海洋面的形状比陆地形状变到更扁时，两极方面就要从海水中隆起，而赤道方面就要被淹没。反之，陆地形状比海洋面变更到更扁时，两极方面就要沉没；而赤道方面的陆地便要隆起。这种宇宙变形，只能发生局部影响。②属于地质的。这种影响可以普遍全球，例如泥沙填塞海底，足使全盘海面上升；而陆地的沉降，可以使全盘海岸下降。奥格（E-. Haug1900）反对徐士的意见，他认为海水的移动完全是各地方互为消长的。如同一时代，一个地域渐渐被海水淹没，而另一个地域却渐渐变成陆地。史蒂勒（H. Stille，

1925）和李四光（1928）都认为奥格的意见不正确。李四光说：如果把太平洋区域也当做一块过去的大陆，那如许浩荡的海水，我们将把它搁在什么地方？过去大陆上的浅海，分明是不够容量的。李四光在引伸并补充论证了徐士关于海面升降的第①种原因的同时，并指出其所说的第②种原因是不能成立的。参见“海面（全球）升降运动”。

【脉动说】　pulsation theory　关于地史时期海浸和海退运动在世界范围内具有时间节奏性的一种学说。1930 年代中期，葛利普（A. W. Grabau）在研究古生界地层发育状态后，认为地史上一次巨大的海面升降运动，引起同时的广泛海浸（造成全部大陆上的一些半持久性的海）和海退。这种运动具有长时间的节奏，即所谓脉动，它接近于半个地质纪的长度。整个古生代期间有过 13 次在全球几乎同时反复发生的海浸和海退的变动，据此而将古生界划分成 13 个脉动系。

【脉动】　pulsation　见“脉动说”

【颤动】　oscillation　指较小的、地区性的海面升降或岸线进退运动；即海浸和海退的持续重复变动，或海岸线持续的进退起伏而导致沉积性质的变异的那种运动。地史时期的大陆海一般很浅，其岸线由于海区大量陆源碎屑物的充填和充填的不均一等原因而不断有较小的地区性的颤动；然而这种颤动始终受大洋面主要的、世界性的上升和下降运动的控制。

【最大海浸阶段】　thalassocratic　地史时期海水侵入某大陆区域达到最大限度的阶段。这个阶段也称为一个高海面阶段。

【高海面阶段】　即“最大海侵阶段”。

【最大海侵面】　thalassocratic sea level　地史时期海水侵入大陆区域达到极限时的海面；也称“高海面”。

【海面升降更新】　ealstalic rejuvenation　指由于海底沉积物的填塞和地壳变动，或由于冰盖的消退或发展等原因引起世界范围海面升降的周期性变化。如一次冰盖的消退与发展被又一次冰盖的消退与发展所代替。

【陆块】　landmass　指地史时期，某个隆起的、高出海面的、遭受剥蚀的陆地区域。根据地层缺失和岸线变化及由其剥蚀产生的沉积物等标志，可以推断它在地史时期某阶段的存在形式。

【陆核】　continental nucleus　大陆块的中心部分，表面呈缓斜圆丘状的相对稳定的陆块区。它经常有大片基底岩石（往往为极古老的变质的前震旦系）出露并常常被具有陆缘海相沉积覆盖的地台所环绕。陆核在大地构造学上又称为陆盾或地盾。

【陆盾】　continental shield　古地理学中的陆核在大地构造学上的名称。

【地盾】　continental shield　即陆核，在大地构造学上称地盾。

【陆地时期】 continental period 在地史期间，当某个地区成为大陆的一部分或其高出海面的那段时期，叫做那个地区的陆地时期。

【陆桥】 land bridge 大陆或陆块之间的海体，由于地壳变动和海面下降而转变为陆地，使被隔离的大陆连结起来，这种陆地连结部分叫做陆桥。地史期间存在过陆桥，是由某些研究者，根据两个具有相似环境而中间相连的地区应该都含有相似的（不一定是同种的，但能自由往来移动）动物类型这个普遍原理推论出来的。例如，因为北美忽然出现一些在欧亚大陆有过长期发育历史的古象及其他占动物化石，就推论有过连结西伯利亚到阿拉斯加的陆桥。这就是说，在北亚的西伯利亚的较老地层中，产出的详多原始的、较低级的象化石类型不存在于北美的阿拉斯加的时代相当的岩层中，是表明这些岩层形成时期两个大陆区显然象今天那样被海水隔开了；而在较年青的地层中，两区都产有相似的较高级类型的象化石，则说明这两区之间必定出现过能让古象从一个大陆迁移到另一个大陆的陆桥。

【阻障】 barrier 阻碍生物及其他物质（群体或者单个）自由迁移和混合的地形或物理的环境或实物，称为“阻障”。属于隆起地形性质的阻障，又叫地障或陆障。例如现在中美地区，沿太平洋和大西洋岸的现代海生贝壳动物的有所不同，被认为是由于存在一个地降——“巴拿马地峡”。有些地质学者推论地史时期也存在性质相似的地障。如认为由于早奥陶世晚期，造陆运动导致了秦岭古陆、淮阳古陆、胶辽占陆及汉城古陆等地势的加强，或多或少促进了奥陶纪中期中国（及朝鲜）南北两海浸区无论在生物方面、沉积方面或气温方面的差异。此外，在另一种情况下，不同生物群的分异（不能混合），并不是由于地形而是由于不同温度的海流，这就是说，某种不同的物理性质的海水环境，也能起阻碍作用。造成古生物群不同地区属性的原因，有许多不同的解释方法，如有生物大地构造控制说，气候、水温控制说，板块构造控制说，纬度控制说，早期的地障或陆桥说，以及新近提出的生物环境控制论等。

【地障】 land barrier 阻障的一种形式，指可阻碍生物自由迁移和混合的隆起地形。地障亦称为“陆障”。

【陆障】 即“地障”。

【大陆漂移说】 continental drifttheory 也称“魏格纳假说”；或简称“漂移说”或“位移说”。大陆漂移的设想很早就有了，可是从 1912 年以后经魏格纳（A. Wegener）提倡才正式成为一个科学假说。他设想较轻的硅铝质大陆块（大陆地壳）漂浮在下层较重的硅镁质大洋地壳上，象船在水中航行一样能自由地移动而造成位移。据他说，古生代全球只有一整块大陆，叫联合古大陆，其后分阶段地进行分裂和漂移，一直漂移到现在这个位置，成了几个大陆和若干岛屿。这个假说主要是根据大西洋相对

两边大陆的种种相似性和连接性，包括海岸线的轮廓、地层、古生物、岩相、构造，还有其他一些如古气候、大地测量和地球物理等方面的证据提出来的。漂移学说出现后曾引起广泛的重视和评论。但由于地球物理学家和许多地质学家认为它所包含的论据不足，有些证据说服力不强，有些甚至是错误的，特别是对漂移的帆制感到不象是可能成立的，因此这一学说消沉了几十年没有得到普遍的认可。然而五十年代以来，由于发现了颇多的新论据，如来自古地磁方面的研究资料与海底扩张等理论的提出，使大陆漂移说重新兴起，而逐渐为更多的科学工作者所接受。

【魏格纳假说】 Wegener hypothesis 即“大陆漂移说”。

【漂移说】 drift theory，displacemeat theory 又称“位移说”大陆漂移说的简称。

【大陆漂移】 continental drift 大陆漂移又叫大陆位移，或大陆迁移。它是就一种假说（魏格纳假说），即地史时期大陆块（大陆地壳）由于在其下的大洋地壳的相对软弱，而在地球表面进行漂移的概念来说的。关于这一概念，魏格纳（1912）原先说的是硅铝质的大陆块横过下伏的硅镁层而位移；“大陆漂移”这个词首见于埃文斯（Evans，1923）评论魏格纳学说的文章而得到广泛散播，并一直传播到现在。其实魏格纳原来使用的“位移”（verschiebung）能够表达他提出的假说的多方面，是一个较好的词。可是，漂移一词沿用了很久，如果将其改回到“位移”，反而要感到不顺当了。参见“大陆漂移说”。

【大陆位移】 continental displacement 即“大陆漂移”。

【大陆迁移】 continental migrat ion 即“大陆漂移”。

【联合古陆】 Panga 一个假定的曾在地史时期存在过的单一泛大陆。有些地质学者和地球物理学者，例如大陆漂移假说的创始人魏格纳（A. Wegener），设想在地史的一个早期时代曾经存在一个联合了地球上所有大陆壳在一起的，被原始大洋围绕着的大陆块，叫做联合古（大）陆，围绕它的原始泛大洋，叫做联合古（大）洋；现在的各大陆是经过某种形式的大陆位移，从而分裂并相互漂移开来的；在其分裂过程中，先分成了两块泛大陆，北面的劳亚古陆和南面的冈瓦纳古陆，其间隔着地中海（特提斯海）。另外有的地质学者虽然相信有过劳亚古陆和冈瓦纳古陆两块泛大陆的存在，但不认为存在一个原来的单一的联合古（大）陆。大陆漂移的早期历史仍有待于进一步探讨。

【泛大陆】 Pangea 即“联合古陆”。

【联合古洋】 Panthalassa 也称“泛大洋”。见“联合古陆”。

【泛大洋】 Pauthalassa 即“联合古洋”。

【劳亚古陆】 Laurasia 又称“北方大陆”；是一个假想的位于北半球的古大陆。劳亚古陆是劳伦系亚古陆块和欧亚古陆块的联合名称。它同假想的南方古大陆（冈瓦纳大陆）隔着一个地中海（即特提斯海）相对峙。现在的一些北半球大陆，北美、格

陵兰和除印巴次大陆以外的欧亚大陆，是它在古生代以后分裂和迁移的结果。

【北方大陆】　North Great Land　即“劳亚古陆”。

【劳伦系亚古陆】　Laurentia　整个古生代及其后一段时间分布于北美洲东北部，包括加拿大的大部分和格陵兰的一个大陆块；其名称来源于加拿大的圣劳伦斯河。它的核心是由前寒武纪古老岩石组成的加拿大地盾。劳伦系亚古陆被认为是连结北美—格陵兰与欧亚陆块在一起的假想古大陆——劳亚古（大）陆——的西面部分。

【冈瓦纳古陆】　Gondwana，Gondwanaland　一个假想的存在于南半球的古大陆，也称南方大陆；它因印度中部的冈瓦纳地方而得名。在印度半岛，从石炭纪到侏罗纪包括其下部的特征冰碛层到较上部的含煤地层，统称为“冈瓦纳（岩）系”。南半球各大陆都发现有这一时代的相似岩系和化石，根据这种相似性和其他证据，便给这个推论为统一的古大陆命名为冈瓦纳古陆。它存在的时代，有人认为是古生代初或更早至部分中生代，另一些人则认为主要是晚古生代。它是一个有特殊动植物发育的大陆块，包括非洲、马达加斯加、印巴次大陆、澳大利亚、南美和南极大陆。冈瓦纳古（大）陆的分裂成许多大陆块，一般认为是古生代以后才开始的；有些早期的地质学家曾设想那是由于印度洋和南大西洋等地区的此大陆的连结部分的陆沉所造成，从而又出现了冈瓦纳陆桥的假说（参见“冈瓦纳陆桥”）；而最近一些年来板块构造学说认为它们是由于海底扩张推动大陆漂移而致分离成现在位置的。在北方，相对于冈瓦纳古陆的假想大陆是劳亚古陆。参见“劳亚古陆”和“联合古陆”。

【南方大陆】　South Great Land　即“冈瓦纳古陆”。

【冈瓦纳陆桥】　Gondwana land bridges　假定在地史上存在过的、具有冈瓦纳岩系的不同大陆之间的陆地连结物。有些地质学者反对有一整块的巨大冈瓦纳古陆存在的概念，觉得沉浸如此巨大的大陆连结物造成南方这些大陆——非洲、印度半岛、澳大利亚、南美等的分离，是很困难的。但他们仍以为浸沉一些较小陆块比浸沉更大得多的陆块较容易，而主张那些发育有冈瓦纳岩系的不同大陆之间，当有一种较狭窄的连结地带，即所谓陆桥存在。自从大陆漂移说再兴起，冈瓦纳古陆的分解为许多个大陆是由于印度洋和南大西洋等地区的陆沉所造成，以及有所谓“冈瓦纳陆桥”存在的说法，都显得说服力不足了。参见”冈瓦纳古陆”。

【特提斯海】　Tethys，Tethys sea　“特提斯”是古希腊神话中的一个女海神的名字。特提斯海是一个近东西向延伸的，同现在地中海相似的古地中海，故有时又称为“古地中海”。它发育于劳亚古陆和冈瓦纳古陆之间，大体沿阿尔卑斯—喜马拉雅造山带的走向，自南欧的比利牛斯山、亚平宁山、阿尔卑斯山、喀尔巴阡山、高加索山、到小亚细亚、兴都库什山、帕米尔和喜马拉雅山而转向云南，过缅甸和印度支那及马来亚，延伸到苏门答腊和帝汶，与环太平洋海域相连。特提斯海可能早在晚元古代就已出现，历古生代、中生代到第三纪早期，经阿尔卑斯—喜马拉雅造山运动而大规模上升，

成为现代的最高的阿尔卑斯—喜马拉雅山系。今天在欧洲和非洲之间的地中海，是它的残留部分。

【古地中海】 Paleomediterranean sea 特提斯海的另一名称。因特提斯海介于劳亚古陆及冈瓦纳占陆之间，犹如现代介于欧非两洲间的地中海，且地中海亦为其残留部分，故有时又称为古地中海。参见“特提斯海”。

【大陆增长】 continental accretion 地史时期大陆（大陆地壳）范围的逐渐增生而长大，叫做大陆增长。这种理论是在19世纪提出的，认为大陆在大洋盆地的发展，是由围绕一个原始核心的新的大陆物质的逐渐增加而增长壮大的过程。沿着大陆核边缘的地槽带沉积物，在因造山作用而褶皱硬化时，将和陆核结合，并因新的地槽带外移，而在继续发生的造山旋回中迭次成为大陆块的一部分。不少地质学家举出了这种大陆增长的例子。如认为：北美大陆西缘，在显生宙时期不断有大量新的大陆壳加进大陆里来，而使之增长扩大；西伯利亚地台大陆块，在加里东旋回后，就是由于萨彦和外贝加尔地槽受褶皱硬化而生长扩大，而在早期华力西旋回中，当阿尔太和蒙古地槽大部受褶皱硬化时，又再进一步生长扩大。

【华夏古陆】 Gathaysia “华夏”是我国的一个古称。华夏古陆是一个自晚前寒武纪以来，长期存在于亚洲东部边缘的一个大型古陆。它的中心部分在中国大陆东南部及其外缘岛屿，有时可扩展到连结北部的中朝古陆、西部的上扬子古陆以至康滇古陆、南部的印支古陆甚至更远。华夏古陆自从它出现（最早可溯到震旦纪）到中生代早期的地史期中，有过许多次的海泛过程，使它的范围迭有扩大或缩减，并有时成为波海道分隔的一些不同大小的陆地。华夏古陆虽然出现很早，但明确地成为一个稳定的褶皱山系则是在加里东造山期后，故有时把加里东运动前的华夏古陆另叫做“原始华夏古陆”。华夏古陆自从1920年代初期被提出以来，一直为许多地质工作者所承认；但近十多年来，也有人对它的存在抱有怀疑。

【原始华夏古陆】 Proto－Gathaysia 加里东运动以前的华夏古陆。见“华夏古陆”。

【江南古陆】 Ghiangnania 扬子江以南的一个古陆块；也是在加里东造山期形成的一个褶皱山系。它的范围自广西北部开始，经贵州东部和湖南西部，从那里折转向东横跨洞庭湖，再向东环抱幕阜山、九岭山、庐山和波阳湖盆地，更东而掩行安徽南部和浙江西北部的大部分。它所延布的这些地域，也包括在唐朝的“江南道”的南面，所以称它为江南古陆。它在前加里东的震旦纪以至早古生代的古海中，大抵是一些被海峡分开的大大小小而地势低下的链状岛屿。故加里东运动前的雏型江南古陆，又叫做“原始江南古陆”。江南古陆和原始江南古陆，在地史的一些时间里曾经多次部分地或全部地并入范围较大得多的华夏古陆里（参见“华夏古陆”)。对于江南古陆，特别是原始江南古陆的存在，有些地质工作者抱有怀疑。

【原始江南古陆】 Proto – Chiangnania 加里东运动以前的雏型江南古陆。见“江南古陆”。

【康滇古陆】 Kam – Yunnania 在四川西部（原西康）和云南北部地区内，自震旦纪以来屹立在大陆海中的一个南北向的窄长陆地。康滇古陆起先是由大约10亿年前发生的一次强烈造山运动（晋宁运动）所形成的一个褶皱山系。它的范围在古生代以至三迭纪期间屡有增减，或者有时扩大到和东南面的黔桂古陆、东面的黔中古陆、江南古陆、以至华夏古陆相连合；它在古大陆海中，有时起一定的阻障作用，或者有时被较大海浸阶段的海水所泛滥，而致大部被沉没。

【黔桂古陆】 chian – Kwangsi land 假定从震旦纪到泥盆纪前，存在于贵州南部和广西西部地区的一个小型古陆。在这期间，其范围迭有增减；当共扩展时，经常和西北方面的康滇古陆相连结。

【黔中古陆】 Central Kweichow land 一个在贵州中部成东西向分布的、可能从奥陶纪中期的塔康（造陆）运动所产生的窄长古陆。加里东运动后，它合并为上扬子地台古陆的一部分。

【上扬子古陆】 Upper Yangtze land 以上扬子地台为核心，由晋宁运动奠定基础的一个大体呈斜长圆形的古陆。虽然它在早震旦世初次出现，但接着被早古生代的扬子海浸所淹没。到加里东运动后，才再次明显而较稳定地显现出来。二迭纪以至三迭纪期间，再次为海水所淹没。

【西藏古陆】 Tibetia land 中早古生代期间假定存在于现在青藏高原境内的一个椭圆形古陆，其西北缘被昆仑海槽、西南缘被喜马拉雅海槽（特提斯海）所环绕，晚古生代至中生代期间迭次为海水浸漫。对于西藏古陆的存在，有待于更多地质资料的论证。

【中朝古陆】 Sino – Korean land 以中朝地块为核心，自从中—晚元古代具雏形，到晚奥陶世明确显露，历志留纪、泥盆纪、早石炭纪，以至二迭纪以来都存在于中国北部和朝鲜北部的一个大型古陆。有时，如在泥盆纪，它和南面的华夏古陆合并成为华夏古陆的一部分。中朝古陆在古生代早期，由于中朝海浸大部为大陆海淹没，中—晚石炭世时期，它的中间大部又一度沉没成为填积海。在海浸期间，它的周围呈现出一些小型陆块，如北面的内蒙古陆、东面的胶辽古陆、南面的秦岭古陆和淮阳古陆等。

【内蒙古陆】 Inner Mongolian land 又称“阴山古陆”。古陆范围西起阿拉善旗西部，向东为狼山、乌拉山、大青山等组成的东西向的隆起带。基底由前震旦纪变质岩系组成。古生代时此古陆对其南北海域起了一定的分隔作用。

【胶辽古陆】　Chiao – Liao land　古陆范围包括辽东南部岫岩、凤城一带，山东东部和江苏北部。基底由前震旦纪变质岩系组成。自震旦纪起主要部分长期以上升为主，成为一个长期遭受侵蚀的地区。

【秦岭古陆】　Qinling land；　古陆范围西起宝鸡附近，东至南襄盆地，组成一条东西向山脉。基底主要由前震旦纪变质岩系构成。长期以来，秦岭曾被认为是一条分隔南北古生代海域的古陆。但近年来经过对南北寒武纪和奥陶纪动物群的研究，证明早古生代南北动物群不是隔绝的，而是互相沟通的。大部分基底岩系经过近年来的研究，发现并不属前震旦纪。因而对比古陆的存在提出疑问。

【淮阳古陆】　Huaiyang land　古陆范围西自河南的南阳夹道，向东经桐柏山，再向东南延伸至大别山黄梅附近，然后转向东北，至合肥以东，滁县以北，止于洪泽湖旁。基底主要由前震旦纪变质岩系组成。在古生代时常常高出海面为一古陆。淮阳古陆隔南襄盆地与其西的秦岭古陆遥遥相接。

【塔里木古陆】　Tarim land　大部分被塔克拉玛干沙漠掩盖的新疆塔里木盆地的基底，长期以来被推论是一个由前寒武纪结晶岩组成的古老地块——塔里木地块。它在古地理上被推论是自震旦纪以至古生代时期，或多或少显露在由天山海槽和昆仑海槽环抱的海区之间的一个杏仁状古陆块；古生代以后，它和东面的中朝古陆及北面的安加拉古陆合并成为古亚细亚洲的一部分。对于塔里木古陆的存在及其变迁的历史，尚有待于更多的物探资料和邻近地区的地表地质资料的论证。

【安加拉古陆】　Angara，Angara land　中—晚古生代时期存在于中北亚地区的一个大型古陆。共名称来源于西伯利亚的安加拉河。它足以前寒武纪古老岩石组成的安加拉地盾（安纳巴尔地块）为核心，联结鄂毕与贝加尔陆块一起发生和发展起来的。安加拉古陆的轮廓和范围，在发展历史上有过多次变化，但总的趋势是由小逐渐变大。到二迭纪后，随着乌拉尔地槽和蒙古北满地槽海的消逝，它一方面和南面的中朝古陆及其西南面的一些陆块（包括塔里木古陆）结合形成了古亚细亚大陆，并且因古欧亚大陆的联结而成为其总体的一部分。

【狐猴洲】　Lemuria　❶过去为了解释生物迁移途径而臆想的曾存在于印度和马达加斯加岛之间的一个陆桥。其根据是：狐猴类现今只分布于印度、斯里兰卡和马达加斯加岛及非洲的某些地方，如果不存在这一陆桥是无法想象的。❷科学幻想家依据玻利尼西亚群岛的民族和文化的分布特点，推想在人类历史时期以前，存在于太平洋中部的一个大陆，并认为观存的玻利尼西亚群岛只是这个大陆沉没后的残余部分。随着地质科学的发展，大量事实说明，上述两种含义的“狐猴洲”都缺乏科学依据。

汉语拼音词目索引

说明

1. 词目索引按汉语拼音排列。
3. 根据索引中的页码便可查到词目的释文。
2. 根据词目首字的拼音可在音序表中查到词目在索引中的页码。

一、词目首字汉语拼音音序表

A

B

C

T

W

X

Y

二、词目汉语拼音索引

A

E

O

P

Q

X

本分册编写单位

古 生 物 学	长春地质学院地勘系
古 人 类 学	武汉地质学院地质系 北京大学地质系
地史学、地层学	长春地质学院地勘系
第四纪地质学	北京大学地质系、地理系
古 地 理 学	中国科学院地质所

地　质　大　辞　典

DIZHI　DA　CIDIAN

（四）

矿床地质　应用地质分册

地质出版社

《地质大辞典》分册目录

地　质　大　辞　典

（四）

矿床地质　应用地质分册

*

地质矿产部《地质辞典》办公室编辑

责任编辑　李鄂荣　刘海阔　张义勋

地质出版社 出版

*

开本：787×1092　16K　印张：40　字数：897 千字

2005 年 6 月北京第一版·2005 年 6 月北京第一次印刷

ISBN 7－116－05867－2/H·65

定价：1280.00（全五册）

出版说明

地质科学是一门基础理论科学，也是一门应用科学。人民要研究地球的形成和发展，探索地壳运动的规律，开发矿产资源，规划工农业建设，都离不开地质科学的理论与方法。我国人民在认识地质现象，开发与利用矿产资源方面，有着悠久的历史和卓越的创造。解放以来，我国的地质工作和地质科学研究都得到了蓬勃的发展，随着我国四个现代化建设事业的发展，广大的地质工作人员，都迫切希望提高科学理论和技术水平，而广大群众也希望对地质科学和有关科学有更多的了解。这样就需要有一部综合性工具书，比较全面地介绍地质科学及有关学科的基本概念和内容。

为此原国家地质总局责成书刊编辑室和中国地质科学研究院组织力量编纂本辞典，成立了由许杰等同志组成的领导小组。几年来，经过三十多个教学、科研和生产单位数以百计的科学技术人员的共同努力，经过全国四百多个单位的认真审查与修改，现已编纂完毕。

这本辞典是我国建国以来的第一部综合性地质辞典，全书共包括四十多个学科的名词、术语一万六千多条，三百余万字，插图一千余幅。为了进一步征求广大读者的意见，按各学科的内部联系，暂分为五个分册出版。俟分册出齐之后，再修订编成总册发行。这五个分册是：

第一分册：关于地球的形成与发展方面的学科，包括宇宙地质学，地球物理学，古地磁学，火山地质学，地震地质学，外动力地质学，地貌学，冰川地质学，地质力学，大地构造学，构造地质学等；

第二分册：关于地球的物质组成方面的学科，包括结晶学，矿物学，玉石和宝石，火成岩岩石学，沉积岩岩石学，变质岩岩石学，地球化学，同位素地质学，岩矿鉴定和岩矿分析等；

第三分册：关于地球的历史方面的学科，包括古生物学，古人类学，地层学，地史学，第四纪地质学和古地理学等；

第四分册：关于地球的矿产资源和某些应用地质方面的学科，包括金属矿床和非金属矿床学，煤田地质学，石油及天然气地质学，海洋地质学，水文地质学，工程地质学，地热地质学，环境地质学等；

第五分册：关于地质普查勘探技术方法方面的学科，包括测绘，遥感地质，数学地质，区域地质调查，地球物理勘探及地球化学探矿，钻探工程和坑探工程，矿山地质工作，固体矿产工业要求及矿产普查勘探方法，矿产加工利用等等。

本辞典本着密切结合地质工作的实际需要，选择各学科中常见的名词术语，解释力求简明扼要，通俗易懂。

对于地质科学中的不同学派和观点，根据党的“百家争鸣”的方针，都作了介绍。例如，在构造地质学方面，介绍了地质力学，多旋回说，块断说，地洼说，镶嵌说，以及板块构造说等等；在矿床成因方面，也尽量收集了不同的学说和观点。

为了便于读者对外来术语的理解，避免因译名不同而引起的歧义，各学科名词一般均附有英文或俄文，或同时附英、俄两种文字；古生物学名词均附了拉丁文学名，以供参考。

参加本辞典编写工作的主要单位为：武汉地质学院及北京研究生部，长春地质学院，成都地质学院，河北地质学院，北京大学地质系、地理系、地球物理系，南京大学地质系，西北大学地质系，中南矿冶学院地质系，昆明地质学校，中国科学院地质研究所、贵阳地球化学研究所、长沙大地构造研究所，北京天文台，地质矿产部海洋地质局、第二海洋地质调查大队、航空物探地质总队、北京计算中心、石油地质综合大队、水文地质工程地质司、地质矿产司，中国地质科学院地质研究所、矿床地质研究所、地质力学研究所、水文地质工程地质研究所、岩矿测试技术研究所、地球物理和地球化学勘查研究所、峨嵋矿产综合利用研究所、地质博物馆，内蒙古自治区地质矿产局地质研究队，宁夏回族自治区地质矿产局，陕西地质矿产局区测队、测绘队，云南地质矿产局第十地质队等共三十多个单位。最后由地质辞典办公室负责编辑定稿。

本辞典的内容和附图不少来自国内外有关著作和文献，限于体例，未予注明出处；在编写和审查、定稿过程中得到了许多单位和个人的热情协助与大力支持，在此一并表示诚挚的谢意。

由于我们缺乏编纂这样一部综合性的工具书的经验，辞典中难免存在着一些缺点和问题，其中有些是与目前地质工作的研究程度有关的，如地层方面，我国东、西部研究精度差别很大，因此选词也就不可能平衡；某些新兴边缘

学科的名词术语稳定程度较差,所选词目及其解释都可能不够恰当等。我们诚恳地希望广大读者提出批评和建议,以利我们进一步改正和修订。

地质辞典办公室

2005 **年** 6 **月**

凡　例

一、本分册为《地质大辞典》第四分册，即关于地球的矿产资源和某些应用地质方面的学科，包括金属矿床学、非金属矿床学、煤田地质学、石油及天然气地质学、地热地质学、水文地质学、工程地质学、海洋地质学、环境地质学等。共收录词条3400条，插图290幅。

二、本分册的词条大部分均请国内有关的科研、生产和教学单位撰写，具有我国地质科学发展的具体特点，有的学科在学术上虽有不同的观点，也尽量予以反映。环境地质学兴起较晚，许多名词术语稳定性较差，为了使名词解释标准一致，本分册参照了《中国大百科全书·环境科学》并引用其中部分内容，但作了较大的修订，以适应本辞典的体例。

三、凡在地质工作中常见、常用的词，一般均列为正条加以解释，有些名词术语又有另称、简称或别称者，则将它们列为参见词，注明参见某词条或即某词条。有的不另立词条而编入索引，以节省篇幅。

四、本分册的词目一般均附有相对应的英、俄文名词，汉文放在方括弧内，英、俄文名词之间用分号隔开，同种文字的同义词用逗号分开。我国自创的名词术语也尽量附上英文或俄文译名。

五、本分册所附插图均选自国内外有关图书。为了适应词条内容，有些插图，作了必要的取舍和修改。因引用涉及的图书繁多，加之限于辞典体例，所有插图均未注明出处，希有关作者谅解，并特致谢意。

六、为了方便读者查找名词所在页码，本分册前面附有学科分类词目目录，后面附有汉语拼音词目索引。

学科分类词目目录

矿床学

煤田地质学

总论

石油地质学

总论

油气地质

地热地质学

水文地质学

总论

地下水动力学

水文地球化学

地下水勘探和利用

工程地质学

岩石工程地质性质

工程地质勘察

海洋地质学

总论

海洋地貌与地质

海洋地质调查

环境地质学

矿　床　学

总　论

【矿床学】　study of ore deposits，mineral deposits　地质科学中的主要学科之一。其研究对象是对国民经济有重大意义的矿床。矿床学的主要任务是研究各类矿床的成矿物质来源、成因及其时空分布规律。具体的研究内容则是矿体的规模、产状、形态和物质组成，矿床的形成条件及控矿因素，矿床的成因类型和工业类型等。研究矿床学的目的是为了经济合理地进行找矿、勘探和开发工作，以满足人类社会对矿产资源不断增长的需要。

【矿床地质学】　geology of ore deposits　即“矿床学”。

【经济地质学】　economic geology；　❶关于对人类有益的地质体和地壳物质的开发和利用的分析研究。这些地质体和物质包括燃料、金属、非金属和水。❷也有人认为经济地质学即矿床学。

【区域成矿学】　regional metallogenv　矿床学的一个分支。它的任务是研究区域的成矿规律。研究的方法是对区域的地层、岩相、古地理、构造、岩浆活动、变质作用和矿床成因类型以及地球物理和地球化学等实际资料进行综合分析，从而得出区域的成矿规律，为矿产预测和普查找矿服务。主要研究内容：①区域在地壳大地构造单元或构造体系中的位置；②区域的地质发展历史，特别是构造和岩浆活动特点；③与成矿有关的火成岩的性质和形成深度，火山–岩浆活动强度，分异特征及岩石建造等；④成矿区中地层、岩相、古地理、岩性、含矿地层分布及变化特征；⑤区域地球化学特征；⑥区域变质作用。

【实验矿床学】　experimental metallogeny；　现代矿床学的一个分支，它从事成矿实验的研究，是在实验室受控条件下（通常在高温高压条件下）对组成矿床的矿物体系相平衡的实验研究，特别着重于与成矿过程有关的矿物、熔体、溶液和气体物质相的关系，以及物理化学性质的实验研究，探讨有用元素成矿作用的条件和机理，进而阐明矿床的成因，从而发展成矿理论。

【矿石学】　ore petrologv　矿床学的分支学科。是一门新兴科学，六十年代后提

出。主要研究矿石的成分、性质、组构、产状、成因以及矿石的分类等。由于矿石实际上是有用矿物比较富集的岩石，因此它与岩石学有密切关系。

【矿产】 ore，useful mineral，mineral resources 泛指一切埋藏在地下（或分布于地表的）可供人类利用的天然矿物资源。矿产的范畴一般有以下三类：①可以从中提取金属元素的金属矿产，如铁矿、铜矿、铅矿、锌矿等；②可以从中提取非金属原料或直接利用的非金属矿产，如硫铁矿、磷块岩、金刚石、石灰岩等；③可以作为燃料的可燃性有机矿产，如煤、油页岩、石油、天然气等。目前，含矿热水、惰性气体、二氧化碳气体以及海底矿物资源等，也包括在矿产的范畴内。

【金属矿产】 metallic ore 能供工业上提取某种金属元素的矿物资源。根据工业用途及金属元素性质的不同，分为：①黑色金属（或称铁合金金属）矿产，如铁、锰、铬、钒等；②有色金属矿产，如铜、铅、锌、锡、铋、锑、汞、镍、钴、钨、钼等；③轻金属矿产，如铝、镁等；④贵金属矿产，如金、银、铂等；⑤放射性金属矿产，如铀、钍等；⑥稀有及分散元素矿产，如锂、铍、铌、钽、稀土、锗、镓、铟、镉等。

【非金属矿产】 nonmetallic ore 能供工业上提取某种非金属元素，或直接利用矿物或矿物集合体的某种工艺性质的矿物资源。根据工业用途一般分为：①冶金辅助原料类：如萤石、菱镁矿和耐火粘土等；②化工原料及化肥原料类：如磷灰石、黄铁矿、钾盐等；③工业制造业用矿物原料类：如石墨、金刚石、云母、石棉等；④压电及光学矿物原料类：如压电水晶、光学石英、冰洲石等；⑤陶瓷及玻璃原料类：如长石、石英砂、高岭土等；⑥建筑材料及水泥原料类：如砂石、珍珠岩、花岗岩、石墨、石灰岩、石膏等；⑦工艺美术及宝石类：如玛瑙、绿松石、叶蜡石、硬玉等。此外，还有铸石材料、研磨材料等。

【燃料矿产】 mineral fuel 即可燃性有机岩。参见“燃料矿床”。

【矿石】 ore 在现有的技术和经济条件下，能够从中提取有用组分（元素、化合物或矿物）的自然矿物聚集体。过去，矿石的概念只限于金属矿石；但目前非金属矿床已大量应用，因而，矿石的概念也相应地扩大，包括非金属矿石。

【矿石矿物】 ore mineral 过去，指矿石中能供工业上提取一种或数种有用金属元素的矿物，如铅矿石中的方铅矿，铀钒矿石中的钒钾铀矿等。现在则泛指矿石中各种能被利用的矿物，包括金属及非金属矿物，如磷矿石中的磷灰石等。

【工业矿物】 industrial mineral 一般是指具有经济价值的非金属矿石和矿物，不包括金属矿产、矿物燃料和宝石。

【伴生矿】 associated ore 同一矿床（矿体）内，经济上不具单独开采价值，但能与其伴生的主要矿产同时被开采提取出来供工业综合利用的有用矿物或元素。例如斑岩铜矿床中的钼、铼、金等，黑钨矿－石英脉矿床中的锡、钼、铍、铌、钯、铋及水晶

等。伴生矿与主要矿产有共同的物质来源和相同的地球化学性质，因而常伴生在同矿床（矿体）内。

【共生矿】 paragenic ore 同一矿区（成矿床）内，产于不同部位或不同层位，可以分别单独圈定矿体和计算储量的两种或两种以上的矿床（或矿体），称为共生矿。例如，白云岩中与铅锌矿床共生的菱镁矿矿床就是共生矿。共生矿往往因成矿地质条件相近，或由多次成矿作用的叠加。因而常共生在同一矿区（或矿床）内。

【矿胎】 protore 又称胞矿、矿胚，一般指内生矿床中不够工业品位的含矿部分。

【脉石】 gangue，vein stone 矿床中与矿石相伴生的非矿石部分，如矿体中所含的围岩角砾或低矿化的围岩残余等。它们通常在采矿或选矿过程中被废弃。

【脉石矿物】 gangue mineral，vein mineral 在矿石中与矿石矿物相伴生的无用矿物，统称脉石矿物。例如，铅锌矿石中的方解石、石英以及包括在当前经济技术条件下不能被利用的黄铁矿、磁黄铁矿等。它们在矿石处理过程中通常是被废弃的。但是，脉石矿物和矿石矿物是相对的，如果工业技术条件改进或其他条件改变，脉石矿物也可以变为矿石矿物。

【夹石】 horse – stone，dunn bass 夹于矿体中或矿体间的非矿岩石。在矿床的储量计算中夹石的剔除，受一定工业指标的限定。在煤层中称矸石或夹矸。

【矿石自然类型】 natural type of ore 根据矿石的物质成分，品位的高低，结构、构造和氧化程度等因素不同对矿石的分类。工业上对不同类型的矿石类型加工技术方法不同，工业价值也不一样，因此进行矿床勘探时，对矿石类型的研究和划分常常是很重要的工作。如有色金属矿石根据其氧化程度可分为氧化矿石、混合矿石和硫化矿石；根据其结构、构造可分为浸染状矿石、致密块状矿石和粉矿等。

【矿石品级】 grade of ore 根据矿石中有益、有害组分的含量，或矿石的物理性能以及不同用途，按照工业上规定的要求，对矿石划分的品种等级，为工业上合理开采利用。如铁矿石可分为平炉富矿、高炉富矿、富硫矿石、贫硫矿石等；石棉根据纤维长度及柔韧性分成不同品级；云母根据最大有效面积及分剥性分成若干品级等。

【矿石品位】 tenor of ore 矿石中有用组分的含量。因矿种不同，矿石品位的表示方法也不同。大多数金属矿石，如铜、铅、锌等矿石，是以其中的金属含量（重量）百分比表示，有些金属矿石的品位以其中的氧化物，如 WO_3，Ta_2O_5 等的重量百分比表示。非金属矿物原料的品位，大部分是以其中的有用矿物或比合物的重量百分比表示，如钾盐、明矾石等。贵金属矿石的品位一般以克/吨计。原生金刚石的品位以克拉/吨或毫克/吨计。砂矿的品位一般都以每一立方米中含有用矿物的重量（克/米^3 或千克/米^3）计。金刚石砂矿则以克拉/米^3 或毫克/米^3 计。

【成矿母岩】 mother rock　对一个矿床的形成提供成矿物质来源或与成矿作用直接有关的岩石。例如，生成铬铁矿矿床的超基性岩和生成钒钛磁铁矿矿床的基性岩，通常被称为铬铁矿矿床或钒钛磁铁矿矿床的成矿母岩。

【围岩】 country rock，enclosing rock　又称主岩、容矿岩。矿体周围的和岩体周围的岩石均称围岩。不过，前者是矿体的围岩，后者为岩体的围岩。矿体与围岩的关系大致有二种情况：①矿体与围岩在组构上和有用组份的含量上有显著的差别，接触界线清楚，如脉状充填矿体与围岩的关系。②矿体与围岩的分界线是过渡的，如浸染状交代矿体与围岩的关系。在一般情况下，矿体和围岩的边界是通过系统的取样分析，根据一定的工业指标圈定的。

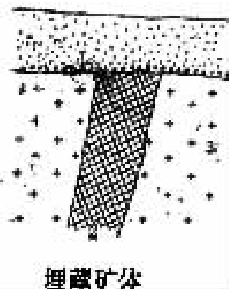
【主岩】 host rock　即矿体的围岩，见“围岩”条。

【矿体】 ore body　赋存于地壳中，具有各种几何形态及产状的矿石自然聚集体。矿体的圈定受一定工业指标的限定。矿体是矿床的基本组成单位，是矿山开采的对象。矿体是一个具体的地质体，因而有一定的大小、形态、规模和产状等。一个矿床可以是一个矿体，也可以由一个以上的大小不等的矿体群组成。

【隐伏矿体】 concealed ore body　埋藏在地下基岩中不曾出露到地表的矿体。

【埋藏矿体】 buried ore body　曾经出露在地表或在地表形成的，但被后期的沉积物、火山岩流等所掩盖，在现代地表不出露的矿体。

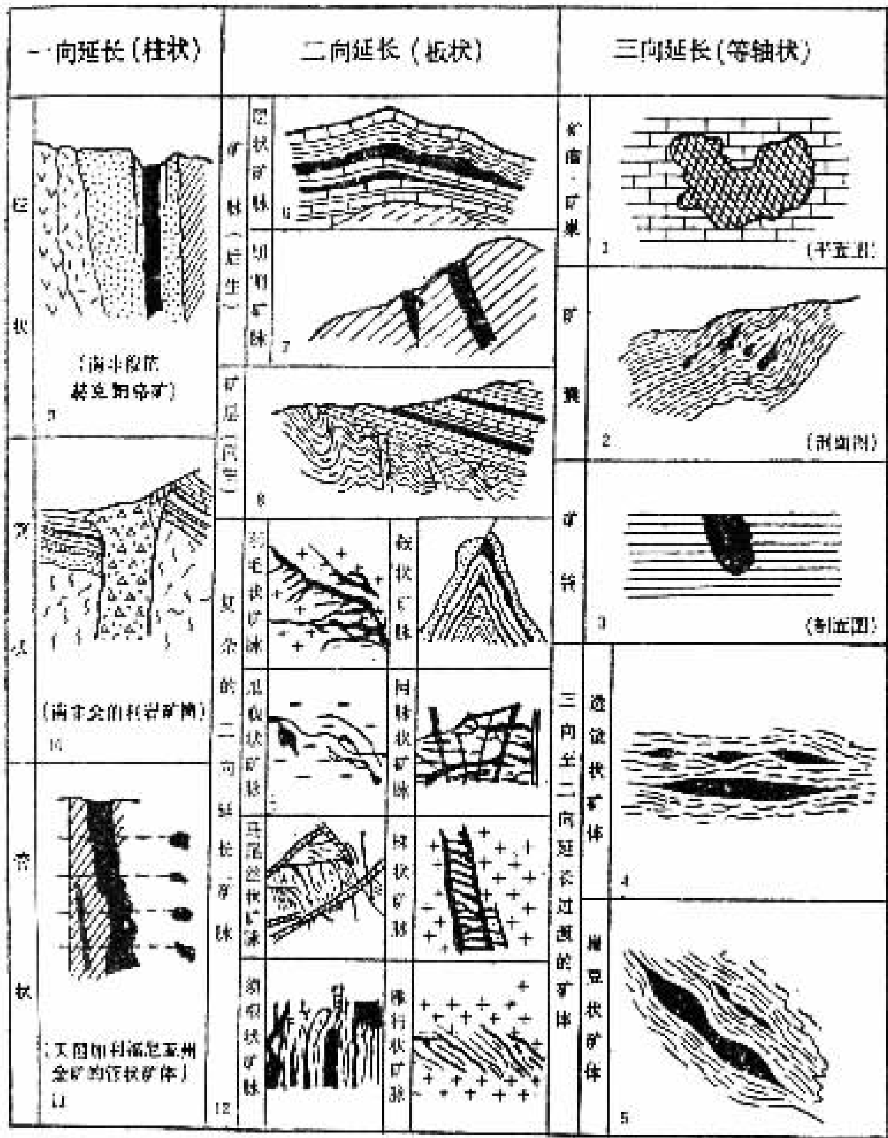
【盲矿体】 blind ore body　未曾直接出露于现代地表的矿体。盲矿体又分为埋藏矿体和隐伏矿体两类。


埋藏矿体

【贯入矿体】 injected ore body　矿浆在外力作用下发生迁移作用进入到母岩的原生裂隙中，甚至延伸到岩体外围的岩石裂隙中形成的矿体。这类矿体呈板状或脉状，与围岩的接触界线一般较明显，而且矿体内或多或少地含有围岩角砾。在岩浆熔离矿床和晚期岩浆矿床中较为常见。岩浆型钒钛磁铁矿床及铜镍硫化物矿床中的富矿体多由此形成。

【矿体产状】 mode of occurrence of ore body，attitude　矿体在地壳中产出的空间位置。一般包括：①矿体的产状要素，即矿体的走向、倾向、倾角以及侧伏角和倾伏角；②矿体的埋藏深度；③矿体与岩层层理、片理等的关系；④矿体与围岩的空间位置；⑤矿体与构造的关系等。了解矿体的产状对于矿床勘探及合理开采有密切关系。

【矿体形状】　form of ore body　**矿体的外形。根据矿体空间三个方向延伸的比例不同分为下列三种基本类型：①等轴状矿体——在空间三个方向大致均衡延伸的矿体，如矿囊、矿瘤、矿巢等；②柱状矿体——在空间上向一个方向（大都是上下）延伸较长，另外两个方向延伸较短，且大致相等的矿体，如矿柱、矿筒等；③板状矿体——在空间上向两个方向延展的矿体，如矿脉、矿层等；此外，还有介于以上三种基本类型之间的各种过渡的类型及形态很不规则的各种矿体。**



矿体形状综合示意图

【矿体形态】 morphology of orebody 矿体外形和内部构造（夹石分布情况及矿化连续性等）的总形态。矿体形态特征一般分为四类：①形态简单；②形态较简单；③形态复杂；④形态很复杂。矿体形态特徵是划分矿床勘探类型的主要依据。

【矿层】 ore beds，reef，seam 沉积岩层序中或层状侵入体中的矿石富集层，是沉积矿床的典型矿体形态。沿某些沉积岩层发育的交代矿体，具有似层状的特点。矿层常被其中的岩石夹层分割为分层，分层又可分割为薄层。因此，矿层可划分为简单的（无岩石夹层）和复杂的（有夹石层）两类。

【矿脉】 vein，lode 沿着围岩的裂隙充填或交代而成的脉状矿体。这种矿体都是晚于围岩形成的，一般与围岩的产状不一致，切割围岩。矿脉的大小不一，脉宽从数毫米至数米，个别达数十米，脉长从数米至几百米，少数达数千米。因此，据根具体情况，矿脉有大脉、中脉、小脉、细脉和微脉之分。

【似层状矿脉】 bedded vein 沿着沉积岩的层理或变质岩的片理、叶理充填或交代而成的矿体，外形基本上呈层状。

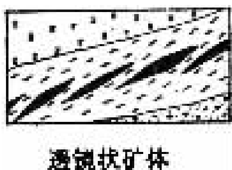
【网脉】 stockwork，network deposit，stringer lode 又称网状矿脉。由许多不同方向的矿脉相互交织而成的矿脉，它常受围岩中几组网格状裂隙控制，是由成矿溶液上升运移过程中，沿这些裂隙进行充填交代而成。这些网脉可以是一次形成的，也可以是多次形成的。


网脉

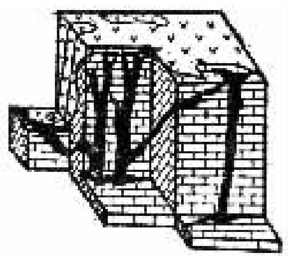
【重膜状矿脉】 sheeted - zone veins 由许多既薄又小的、密集平行的矿脉群组成的矿体。这类矿脉主要是沿着剪切裂隙带充填形成的。

【裂缝矿脉】 gash vein 又称裂伤矿脉，形状不很规则，脉幅变化大，延深延长均不大的矿脉，主要是充填于局部不规则的张裂隙中形成。

【透镜状矿体】 lensoid ore body，lenticular ore body 中间厚而四周薄以至尖灭的矿体。其外形呈凸镜状，是介于等轴状矿体和板状矿体之间的一种矿体形态，有时也有侧伏现象。小的透镜状矿体称为扁豆状矿体。


透镜状矿体

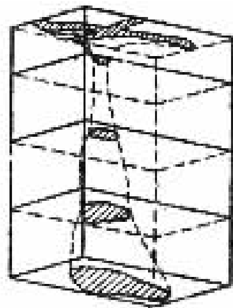
【矿柱】　ore column，ore pillar　呈一向延长，外形为柱状，主要是沿着两组交叉裂隙发育的一种矿体。矿柱也可以沿着火山管道，褶皱作用造成的管状空隙，以及在构造与两种不同岩性的交接处形成。有的矿床中的富矿体部分往往呈柱状，因而亦称为矿柱。



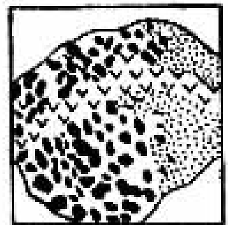
矿柱

【矿筒】　ore pipe，ore chimney　柱状矿体的一种。习惯上将小型柱状矿体称为矿柱，而将中型、大型的柱状矿体称为矿筒。在与中心式侵入或火山作用有关的矿床中，矿筒较常见，如含金刚石的金伯利岩矿筒。

【矿囊】　ore pocket　等轴状矿体的一种，在三维空间三向延伸大致相等的矿体。矿囊的对径一般为数米至数十米，但形态特征变化较大，有的矿床中，有许多个矿囊断续相连。



矿筒





铬铁矿矿体
1. 纯橄榄岩；2. 含矿纯橄岩；3. 豆状铬铁矿体

【矿巢】　ore nest　等轴状矿体的一种。在空间形态上近似鸟巢，规模一般都比较小。通常还把小的呈巢状、豆状的矿体，称为鸡窝状矿体。

【鸡窝状矿体】　nest - like ore body　一般是指小的巢状矿体。

【梯状矿脉】　ladder veins　一组彼此大致相互平行的短小矿脉，其形态大致呈梯格状，有的呈阶梯状，这类矿体系受一组平行的构造裂隙所控制。



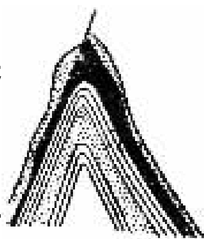


梯格状矿脉；阶梯状矿脉

【鞍状矿脉】　saddle reef，saddle vein　产于背斜或向斜轴部的呈鞍形的矿体。这种矿体是由含矿溶液沿褶皱轴部的鞍形空隙充填或交代而形成的。有时有一连串的鞍状矿脉出现，形成鞍状矿脉系。

【放射状矿脉】　radiated veins　在平面上向各方向伸展的呈放射状矿脉群。其形成受放射状构造裂隙控制。这种矿体主要产生在火山颈或侵入体的四周。

【帚状矿脉】　broom－like velns　一组向一个方向辐射，而向另一方向收敛的矿脉群，以其形态类似扫帚而得名。它的形成大多数是受扭应力作用产生的裂隙（帚状裂隙、歹字形构造等）所控制。


鞍状矿脉

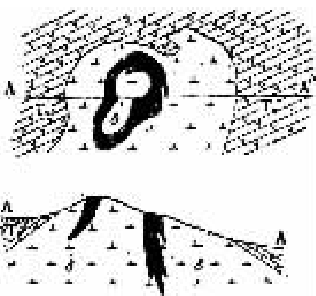
【斜列式矿脉】　echelon－like veins　一组向一个方向交替重复出现的矿脉群。其形成多受张扭裂隙或压扭裂隙控制。有的矿区称水平方向的斜列式矿脉为雁行状矿脉，称沿倾斜方向斜列的矿脉为叠瓦状矿脉。

【锁链状矿脉】　chain－like veins　一组近于平行的矿脉，又为一些斜列的同方向或不同方向的小矿脉所连接，形成锁链状的矿脉群。

【阿尔卑斯型矿脉】　Alpine－tvpe vein　在成分上与围岩一致，并且其成矿物质主要来自围岩的矿脉。因最先发现于阿尔卑斯山故名。如某些片岩中的金红石—石英脉及蓝晶石石英脉等。

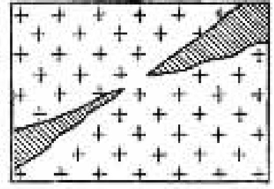
【环状矿体】　ring－like ore body　平面上断续呈环状，纵剖面大致呈筒状向下延伸的矿体。这类矿体在与火山作用和中心式侵入有关的矿床中占有重要地位。根据环状矿体的产状，可分为：①塔形环状矿体，向下扩大，即向外倾斜；②锥形环状矿体，向下收缩，即向内倾斜；③同心环状矿体等。这类矿体常受中心式侵入作用，火山爆发作用，火山颈或岩塞的退缩作用等产生的环状裂隙所控制。

【富矿体】　bonanza，ore shoot，　矿床中有用矿物或有用组分含量特别高的地段，例如，铁矿床中，矿石品位在55%以上的地段。富矿体在工业上具有重要意义，如铁的富矿，不需要选矿加工，就可直接用来炼铁，或直接炼钢（平炉富矿）。矿山工作者也有把富矿体称之为“闹堂”。


环状矿体

【闹堂】　bonaza　在一个矿体中，局部存在的富矿部分或膨大部分。参见“富矿体”。

【尖灭】　thinning out，pinchout，pinchling　矿体向一个方向逐渐变薄以至消失的现象。又在尖灭的延伸方向的一定距离外重新出现的矿体，称为尖灭再现。


矿床的尖灭再现

【狭缩】　thinning，pinching，pinchout　矿体的厚度发生减薄的现象。

【膨大】　widening，thickening　矿体的厚度发生增厚的现象。

【分支】　branching，bifurcation　矿体向一个方向分叉形成两个或两个以上的矿体的现象。

【复合】　converging　矿体分支后，在一定距离又合并的现象。

【成矿元素】　ore－forming element　构成金属矿产的元素，如黑色金属：铁、锰、铬、钒等；有色金属：铜、铅、锌、镍、钴、锡、钨、钼、汞、锑、铝、镁等；贵金属：金、银、铂等；放射性元素：铀、钍等；稀有分散元素：铌、钯、铍、锆、锂、铷、铯、锗、镓等。习惯上不把构成非金属矿产的元素包含在这一术语中。但如果专指某些非金属矿床的成矿作用，如磷矿床中的磷，硫矿床中的硫等也可称为成矿元素。

【矿化剂】　mineralizer，mineralizing agent　在内生成矿作用中对成矿元素或成矿物质的运移和集中起重要作用的物质。它们常与成矿元素组成络合物，降低溶点，增加溶解度，因而对于成矿元素的迁移和富集发生重要作用。矿化剂主要是指易挥发的组分，如水、氟、氯、二氧化碳、硼、硫等。有些人认为砷、钯、铋、硒、碲等对某些金属，特别是贵金属也起矿化剂的作用，这类矿化剂质量较大，故也称重矿化剂。成矿热卤水中的钾、钠等，也被当作重要的矿化剂。

【成矿流体】　ore－fcrming fluid，miheralizer　或称含矿流体，溶解、运输和沉淀成矿物质的气体或液体。一般以水为主，含有超溶性气体如 CO_2、CH_4、H_2S、HF 等和 H^+、HS^-、Cl^-，K^+、Na^+、Ca^{2+} 等简易离子以及氯络离子等等，并溶有各种成矿元素。

【气液包裹体】　fluid inclusions　又称流体包裹体。矿物形成过程中被捕获的成矿介质，被称为成矿流体的“样品”。它们可代表矿物晶体生长过程中存在的或后来浸没它的流体。几乎所有的矿物，无论是矿石矿物还是脉石矿物，都有气液包裹体。包裹体一般很小，多小于 10μ，也有大于 1 毫米，但数量很多，如一些乳白色石英中可多达每立方厘米十亿个，但所占体积小于千分之一。气液的成分比较复杂，除了 H_2O、CO_2、CH_4 等外，往往溶有各种盐类，有的还含有石油等有机物质。研究气液包裹体的成分、压力和形成温度，可以了解矿物形成时的物理化学条件，对于找矿有很重要的意义。

【含矿热水溶液】　ore－bearing hydrothermal solution　地壳内部形成热液矿床的各种含矿溶液，简称热液，其温度一般是在水的临界温度以下。热液的成分主要是水，并常含有其他挥发分，如氟、氯、二氧化碳、硼、硫以及碱金属钾、钠等，同时含有各种成矿物质，是热液矿床中成矿物质的携带者。含矿热水溶液的来源问题，是矿床学中争论较多的问题之一。其主要来源：与岩浆作用有关的岩浆期后热液，与变质作用有关的变质热液，与花岗岩化或混合岩化作用有关的花岗岩化热液，以及从地表下降的天水受地热增温而生成的地下水热液的火山热液等。

【超临界含矿流体】 supracritical ore fluid 温度和压力超过纯水临界值的含矿溶液。纯水的临界温度为374℃，临界压力为218大气压（相当岩石圈的深度约1公里）。许多含矿溶液是在地壳下1—5公里处形成的，称为高密度含矿流体；当其上升到地壳浅部，压力降低，即形成低密度含矿流体和气体。

【上升溶液】 ascending solution 地壳内部生成的通常是向上运移的含矿热水溶液。它与含矿热水溶液是同义词。

【下降溶液】 descending solution 由地表水（主要是大气降水）在风化带中向下渗透到潜水面附近形成的含矿溶液。下降溶液相对上升溶液来说，温度不高，故也称冷水溶液。下降溶液主要是在地下水面附近，因物理化学环境的改变而发生矿质的沉淀或置换反应。在风化壳矿床中，或硫化物矿床的次生富集带中下降溶液起了重要作用。现在发现海水也可渗透到离地壳几公里深处，成为环流的成矿溶液。

【成矿作用】 mineralization，ore forming process 导致地壳中一种或几种有用成分（元素或矿物）集中形成矿床的各种地质作用。按其能量来源，可分为内生成矿作用、外生成矿作用和变质成矿作用。并相应地划分出内生矿床、外生矿床和变质矿床三大成因类型。

【矿化作用】 mineralization opy 使地壳中一种或几种有用成分（元素或矿物）相对富集的地质作用。矿化作用包括形成矿床和仅有各种矿化现象而没有开采价值或暂时没有开采价值的矿化点。

【外生成矿作用】 excgenic metallization 地壳表层的岩石圈、水圈、大气圈、生物圈在地球的外营力作用下，主要是在太阳能影响下的相互作用，使有用元素或成矿物质发生迁移和聚集，导致矿床形成的作用称外生成矿作用。外生成矿作用按性质不同可分为风化成矿作用和沉积成矿作用两大类，形成煤、石油、铁、铝、锰、磷及各种盐类矿床。

【内生成矿作用】 endogenic metallization 由地球内部的各种能量（包括放射性元素蜕变能、地幔热能、岩浆物质的热能、地核形成过程中释放出来的位能及表生物质转入地壳内部后释放出来的能量等）导致内生矿床形成的各种地质作用。除了喷出地表的火山成矿作用外，其他内生成矿作用在地壳内部不同深度，即在较高温度和压力条件下进行的。内生成矿作用包括岩浆成矿作用和热液成矿作用等。与内生成矿作用有关的矿产有：铁、镍、钴、钨、锡、钼、铅、锌、汞、锑、金、银、铂族、锂、铍、铌、钽、铀、钍、稀土及云母、长石、石英、石棉、金刚石等。

【岩浆成矿作用】 magmatic ore forming process 岩浆成矿作用，一般有两个涵义：广义的岩浆成矿作用是指与岩浆活动有关的各种成矿作用，其中包括正岩浆作用，伟晶岩作用，接触交代作用及热液作用等，因此，广义的岩浆成矿作用也就是内生成矿作用的同义语；狭义的岩浆成矿作用则专指正岩浆作用阶段，通过含矿岩浆的分异，使成矿物质聚集而形成矿床的作用。

【火山成矿作用】 volcanogenic ore forming process 与火山活动有关的成矿作用。它不仅包括与地表火山作用有关的各种成矿作用，也包括造成地表火山现象的次火山作用有关的成矿作用。火山成矿作用主要分为：溢出地表的岩流成矿作用、火山的喷气成矿作用、火山热泉成矿作用、火山 – 沉积成矿作用以及次火山岩浆成矿作用和次火山气化 – 热液成矿作用等。这些火山 – 次火山成矿作用常是相互联系的。除了金刚石矿床及拉科式铁矿床外，大部分火山 – 次火山矿床可能是在火山期后喷气 – 热液阶段形成的。与火山 – 次火山，喷气 – 热液有关的成矿物质不仅来自熔浆，而且也与这些火山活动直接或间接有关的水气溶液在通过围岩时淋滤出金属元素，在适宜地质条件下沉积交代形成矿床。

【热卤水成矿作用】 hot – brine metallogenesis 由于热卤水的活动所引起的成矿作用。根据热卤水产生的机制分为两类：①富含粘土质沉积物在深埋过程中，当温度达到 90—130℃时，孔隙水的盐度增高，强烈淋取沉积物中的金属，形成富含金属的卤水溶液。卤水溶液或沿裂隙上升进入海底，聚集于卤水池中沉积成矿，或向低势能区（碳酸盐岩区）流动，充填于开放空间成矿；②在地热对流系统中，海水靠静水压力向下渗透并逐渐被加热，形成一种弱酸性的卤水溶液。卤水溶液达到一定深度后，又被热对流驱赶向上循环，在整个对流过程中，受热的海水与岩石发生交换反应，一方面从岩石中获得金属和海水的 SO_4^{-2} 还原获得的硫，另一方面引起岩石蚀变，最终形成高盐度的含矿流体。这种含矿流体上升到接近水岩界面时，由于压力迅速降低或与海水混合而发生沸腾，导致部分金属卸载并形成浸染状矿化。流体继续上升，到达水岩界面之后，金属开始沉积，或直接形成硫化物丘堆，或聚集于卤水池中形成层状矿体。如加拿大诺兰达地区的 Millenbach 矿床，马尼托巴地区的 Flin – Flon 矿床，日本的黑矿，均属此例。另外，红海热卤水盆地及北纬 21°东太平洋洋隆上“黑色烟室”的成矿作用是此类型矿床的现代成矿作用的具体实例。很多热卤水是由含盐地层和后期岩体侵入联合引起的。我国长江中下游成矿带中三叠纪地层内的许多铁矿和苏联远东地区的安哥拉 – 伊利姆铁矿，被认为与膏盐地层有关。

【红海海底成矿作用】 submarinemineralization in the Red Sea 红海裂谷中部形成一条由阶梯断层造成的2000米以上深的海渊，有许多条与它垂直的横断层，沿着这些断层交叉点附近的海底，有热卤水分布。如阿特兰提斯Ⅱ号海渊中，在热卤水层之下有相当厚的细粒含金属沉积物，有较丰富的铁、铜、锌、银等的硫化物，铁、锰氧化物，氢氧化物及硬石膏等。这种沉积物是下渗的古海水，淋滤了海底的硬石膏和岩盐，达到很高的盐度，又淋滤了玄武岩等岩石中的金属，在裂谷带深部岩浆和火山作用的影响下，提高了温度，并且可能与来自地幔的热流体一起向上对流，在海沟底部因温度和压力的降低而沉积下来的金属矿软泥。红海裂谷是一个正在形成的大洋或海底扩张带，它在裂谷演化的不同阶段发育了不同类型的矿床，而最新的矿床还正处在形成阶段。所以研究红海海底的成矿作用对于研究热卤水成矿作用极为重要，故有“天然成矿实验室”之称。

【东太平洋洋隆成矿作用】 submarino mineralization at East Pacific Risc 东太平洋洋隆顶部附近，有一个高热流区，在顶峰上的沉积物中富含铁，锰、铜、铬、镍、铅等，通过潜水观察，在北纬21°的洋隆附近发现有350℃的热泉，名为“黑色烟室”（black smoker）从海底冒出一股含矿水流与周围海水相遇，沉淀出磁黄铁矿、黄铁矿、闪锌矿和铜铁硫化物，成烟囱状，附生于海底枕状玄武岩之上。除金属硫化物外，还有硬石膏、石膏、硫酸镁、重晶石等硫酸盐。东太平洋洋隆以东的赤道附近，在加拉帕戈斯洋脊有块状硫化物矿床，也是高温热水与冷海水相遇沉淀生成的。它产于洋脊轴部谷地北侧的断层中，最宽处200余米，长1公里，估计矿石量可达2500万吨，含铜10%，以及少量可供回收的银、钼、钒和锡等。据推测这个矿床形成时间只有100年。锡与大洋玄武岩共生，打破了锡必然与酸性岩浆结合的传统观念。东太平洋洋隆的矿化，代表了洋底扩张中心处从地幔流出有成矿物质。其成因与红海成矿作用和塞浦路斯等地蛇绿岩套枕状熔岩成矿作用相似。

【交代作用】 metasomatism，metasomatosis 早期形成的矿物或岩石，在后期不同的物理化学溶液体系的影响下，由于化学平衡条件的改变，使原来的矿物或岩石发生物质组分的带入或带出，所发生一系列旧物质被新物质取代的作用。交代作用基本上是在固体状态下进行的，而且基本上是等容积的交换。决定交代作用的因素，也就是热力学的平衡因素，如温度、压力、溶液和岩石化学组分的性质、组分的浓度和活度等。至于交代作用的范围和深度，则往往是由岩石中裂隙、间隙等发育的程度，作用时间的长短，热液的数量以及岩石的稳定性等所决定的。交代作用的类型及命名有以下三类：①以主要元素命名的，如钾交代、钠交代等；②以主要矿物命名的，如长石化、绢云母化等；③以矿物组合命名的，如云英岩化，黄铁绢英岩化等。交代作用的范围很广，可以有岩浆期交代作用，伟晶岩期交代作用，接触交代期的交代作用和各种气水溶液期的交代作用，甚至在风化作用、沉积作用和变质作用过程中也广泛发育交代作用，如次生硫化富集作用、花岗岩化作用、混合岩化作用等也都由交代作用形成。

【扩散交代作用】 diffusive metasomatism 这种交代作用是通过固体物质间的离子交换作用实现的，即物质或组份的带入和带出不依靠热液的流通，而是由于体系中不同组分的浓度差（浓度梯度）所引起的扩散过程。组分总是从高浓度向低浓度方向进行扩散，因此浓度梯度是扩散交代作用的必要条件。

【渗滤交代作用】 infiltration metasomatism 在交代作用过程中，物质或组分的带入和带出，是通过在裂隙和间隙中流动的气水溶液而进行的，这类交代作用称渗滤交代作用。

【双交代作用】 bimetasomatism 在化学成分和矿物成分不同的两种岩石间，如花岗闪长岩和石灰岩的接触带，当热液进入时，这两种差异性很大的体系就会构成为一个物理化学体系。由于化学平衡作用，一种浓度高的组分，通过组分的浓度梯度或凭借热液向组分浓度低的方向扩散或渗滤。例如：石灰岩中 CaO 向花岗闪长岩方向迁移，花岗闪长岩中的 SiO_2 和 Al_2O_3 则向石灰岩方向迁移，由此所引起的相向的交代作用，称为双交代作用。双交代作用最初是由苏联学者，ц. C. 柯尔任斯基提出的，他用这种理论来解释矽卡岩的形成。事实上，热液是在流动的，交代作用多半是在开放体系中进行的，而且，热液本身也含有各种不同成分。因此，单纯的在两种岩石接触带所发生的简单的双交代作用，在自然界几乎是没有的。

【充填作用】 cavity filling 含矿溶液在化学性质不甚活泼的围岩裂隙中运动时，主要因温度和压力的变化，以及矿化剂的散失等，使成矿物质在围岩的裂隙和空洞中发生沉淀的作用。

【叠生作用】 telescoping 又称套叠作用。在矿床的狭小范围内不同时期的矿物组合互相叠覆共生的现象。即早期形成的矿床叠加了后生成矿作用，使早期形成矿床遭受不同程度改造和变化。

【同生成矿作用】 syngenetic ore forming process 在时间上与围岩的形成同时或近于同时，在成因上与围岩的形成有紧密联系的成矿作用。沉积成矿作用、岩浆成矿作用都是同生成矿作用。沉积矿床的同生成矿作用，包括形成矿床的沉积作用和成岩过程中金属元素富集，导致矿床形成的作用。例如含铜砂岩的形成，铜可以在沉积作用过程初步富集，也可以在成岩过程中进一步富集成矿。近年以研究同生成矿作用为基础的同生成矿说，提出了一些新的概念，如金属硫化物还原沉淀说，矿源层以及火山沉积成矿说等。

【活化转移成矿作用】 ore – forming process by remobilization 简称转移成矿作用。在混合岩化、花岗岩化或各种成因的成矿溶液对围岩进行交代蚀变和淋滤过程中，常使围岩中的成矿元素发生活化转移，然后在一定条件下形成矿床的作用。这一学说认为。与花岗岩有关的一些锂、铷、铯、铍、铌、钽、钨、锡、钼、钇族稀土等矿床的形成，就是在多期多阶段花岗岩化及热液的交代蚀变过程中，成矿元素不断向上渗出转移集中的结果。产在火山岩地区的热液铁矿床和一些矽卡岩型铁矿床等，其中有相当一部分铁是从褪色的蚀变围岩中转移集中的结果。

【变质成矿作用】 metamorphic metallization 变质作用过程中，有用矿物的形成或集中的作用，或使早期形成的矿床发生变质改造的作用。变质成矿作用包括在一定温度和压力条件下的重结晶作用（如由石灰岩形成大理岩），重组合作用（如由粘土质矿物形成蓝晶石），变质热液的作用等。变质成矿作用又可分为区域变质成矿作用和接触变质成矿作用。由变质成矿作用形成的矿床称变质矿床。

【变质分泌成矿作用】 metallization by metamorphic secretion 活化转移成矿作用的一种。在混合岩化或区域变质作用过程中所产生的变质热液，往往富含钾、钠、二氧化碳、硼、氯等矿化剂，因此能使岩石或矿床中许多金属元素发生活化转移的作用，形成有工业价值的矿床。属于这类矿床的，如沉积变质铁矿中的某些富矿体及铁 – 铀建造；某些白云岩中的菱镁矿矿床和硼矿床以及绿岩系中的金矿和五元素建造等。

【多旋回成矿作用】 polycyclic metallogeny 构造活动和岩浆活动的多旋回性所导致的多旋回成矿作用。矿床的生成，一般都和构造运动，特别是造山运动以及岩浆活动密切地联系着，由于前者的多旋回性发展，所以成矿作用也是多旋回发展的。如中国广西地区的主要锡矿床，即形成于前寒武纪、加里东旋回、印支旋回（比较少）和燕山旋回，是明显地多旋回发展的。又如天山的铁矿既有前寒武纪铁矿，也有加里东期铁矿和华力西期铁矿。

【上升洋流成矿作用】 upwellingcurrent mineralization 上升洋流中富含生物所必需的氮、磷、硅等养分。在上升洋流作用区，海生生物特别是低等的浮游生物大量繁殖，它们直接或间接地影响着成岩和成矿作用，并且形成一套硅质岩 – 黑色页岩 – 磷块岩。这一特殊的沉积组合，称为上升洋流岩组，可以作为有关矿床的找矿标志。

【成矿模式】 metallogeuic model 根据统计的资料以及各种影响矿床形成的因子和参数（如地层、构造、岩浆岩、成矿温度、深度和压力以及围岩蚀变等），对矿床形成机理和过程所进行的模拟和假设。其意义在于对矿床形成作用有较全面的了解和认识。成矿模式的提出有助于找矿和勘探工作的深化。但是成矿模式是在一定数量的矿床地质工作基础上建立起来的，因而有其时间局限性和地区局限性。

【板块构造成矿模式】 plate – tectonic model for metallogenesis 用板块构造学说来阐明矿床形成和分布的规律。板块构造成矿模式，主要有以下三部分：①聚敛板块 – 俯冲消亡带（毕乌夫带）和岛弧成矿带，有与钙碱性火山岩和火成岩有关的矿床，如黑矿型块状硫化物矿床和斑岩铜矿等。②与扩散板块分界线有关的成矿带，分布有与拉斑玄武岩类有关的矿床，如塞浦路斯型的含铜锌的黄铁矿型矿床。③板块内部环境中的成矿区，分布有与层状基性和超基性岩有关的铬、铂、铜、镍矿床，与碱性岩有关的稀土 – 磷灰石矿床；与金伯利岩有关的金刚石矿床以及层状铜矿和层控铅锌矿等。

【地下水循环成矿模式】 groundwater – circulation metallcgenic model 与地下水（特别是具有一定水压条件下的海底环境的地下水）循环有关的成矿模式。这一模式认为含矿水溶液主要来自海水，成矿金属组分则是受热的地下水流经周围的火山岩时淋取来的。有人认为日本的黑矿型矿床、塞浦路斯的含铜锌黄铁型矿床可视为这个模式的例子。

【萨布哈成矿模式】 sabkha metallogenic model A. R. 伦费罗 1974 年针对与蒸发岩有关的层状金属矿床——含铜页岩而提出的一种层状金属矿床的成矿模式。他认为层状金属矿床是金属元素通过地下水活动，在萨布哈环境（潮上带的盐滩）中蒸发沉淀形成，而非直接从水体中同生沉积形成。

【成矿建造】 metallogenie formation 地壳发展的某一构造阶段中，在一定的大地构造条件下所产生的与矿床形成有关的一套岩石 – 矿石共生组合体。依成因类型可分为内生成矿建造和外生成矿建造。前者与深部地质过程（如岩浆活动、火成作用等）密切相关；后者与沉积作用和风化淋滤作用等密切相关。

【地槽型成矿建造】 metallogenic formation of geosyncline type 地槽阶段所形成的成矿建造，它可划分出地槽型岩浆成矿建造和地槽型沉积成矿建造。地槽型成矿建造前期（地槽期）以中基性海相火山岩成矿建造为主，如细碧角斑岩含铜铁建造、绿色片岩含铁铜建造、铁质基性超基性岩含铜镍建造和镁质基性超基性岩含铬建造；后期（初皱带期）以中酸性侵入岩浆建造占据优势，常见的有：变质辉绿岩 – 辉长岩含铁铜建造、辉长岩 – 斜长岩钒钛磁铁矿建造、花岗岩含铅锌建造、花岗岩 – 花岗闪长岩含钨锡钼铍建造、中酸性火山喷发岩多金属建造和酸性岩含金建造。在地槽发展的各个时期，随着沉积条件的不同可形成不同的沉积成矿建造，如在地槽期主要有沉积变质含铁建造、含锰建造、含磷建造及含镁建造，均属海相沉积或海相喷发沉积所成，多经浅变质。地槽 – 初皱带期主要有含铝土建造、含煤建造、含油建造和油页岩建造等。

【地台型成矿建造】　metallogenic formation of platform type　地台阶段所形成的成矿建造。它可划分出地台型岩浆成矿建造和地台型沉积成矿建造。在地台发展的早期及晚期，以长时期大面积升降为主的地壳运动过程中，在深、大断裂的作用下，随着地台型岩浆喷出或侵入而产生地台型岩浆成矿建造。如玄武岩含铁铜建造和基性超基性杂岩含钛铁矿建造。地台型沉积成矿建造是在大部分时期以大面积升降运动为主导，构造起伏和地貌起伏的大地构造条件下，于大范围内海水时进时退（有时海退时间较长，可持续几个纪）的过程中，伴随着大面积的海相、陆相或海陆交互相沉积物的形成而产生的。地台型沉积成矿建造的厚度大都较小，一般只几十至数百米。以含铁、锰、铝、磷、煤、油气、油页岩、盐类等建造最为常见。

【地洼型成矿建造】　metallogeni cformation of diwa（geodepression）type　区别于地槽型和地台型成矿建造而提出的一种新型成矿建造。它包括地洼型沉积成矿建造、地洼型岩浆成矿建造和地洼型变质成矿建造。我国东部华夏型地洼区，各个发展期都有成矿，如初动-剧烈期岩浆成矿建造，主要有同多种酸性、中性、碱性侵入岩有关的含有各种有色、稀有、稀土、分散、放射性金属的建造，及含铁建造，火山岩含铁、铜及多种非金属（萤石、叶蜡石、明矾石等）建造，金伯利岩含金刚石建造等。余动期的岩浆成矿建造主要有基性火山岩、碱性基性火山岩含铜、稀有稀土元素建造。地洼型沉积含矿建造主要有含铁建造，含煤、油页岩、油气、盐类建造，沉积含锰、磷、铝土、铜、铀建造，此外还有含耐火粘土、硅藻土、砂金、砂锡、黄铁矿等建造。

【矿床成因说】　metallogeny　又称成矿说。即研究各类型矿床的发生发展，以及矿床的形成和分布规律。其着重点在于研究地壳中区域岩石和构造特征在空间和时间上的相互关系。它是在综合区域构造、地质发展历史的基础上研究成矿物质来源、控制矿床的各种地质因素。对内生矿床着重区域的火山-岩浆活动，构造和地形特征、对外生矿床还要分析岩性、岩相、古气候、古地理和沉积建造、对变质矿床则着重变质作用、构造变动等。在此基础上可以编绘各种比例尺的成矿规律图，为矿产预测、普查、找矿和勘探服务。此词用于金属和非金属矿床。

【同生成矿说】　syngenetic ore-forming theory　针对各种层状及似层状金属矿床，尤其是争论较多的金属硫化物矿床而提出的一种矿床成因假说。同生成矿说认为这类型矿床主要是同生作用形成的，其中包括沉积或火山-喷气-沉积作用等。它们在时间上和成因上都和围岩相同或相似。至于某些“后生成因”的特征，如切割岩层的脉状构造特征，则认为是在同生矿床基础上发生局部的、次要的后生变化所造成。同生成矿说强调成岩与成矿的一致性，以及沿一定地层层位找矿的重要性。

【岩基成矿说】 batholith hypothesis of mineralization 十九世纪末至二十世纪初，在矿床学界逐渐形成的概念，认为深成火成岩，主要是花岗岩类的岩浆，在其上升冷凝结晶的过程中形成的残余含矿热液，在形成多种多样的金属矿床中起着主导作用。本世纪的前三十年中，尼格里、林格仑、艾孟斯等人使这一概念和假定更加系统化和“理论化”。其中艾孟斯提出的岩基成矿说，曾经流行一时。它的主要内容是由玄武岩浆分异而来的、携带大量气液体和成矿元素的花岗岩浆，侵入地壳上部形成岩基的冷凝结晶过程中，成矿元素和挥发物同时残余和集中，因蒸气压力的增大而向上移动，聚集到岩体的顶部，特别是其枝体岩钟的顶部及其附近形成矿床。由于岩钟附近的温度和压力等条件最有利于热液矿床的形成，因而热液矿床有规律地围绕岩钟分布，最内部为高温热液矿床，稍远为中温热液矿床，再远为低温热液矿床等。至于岩基的内部，由于温度、压力等条件不利于热液矿床的形成，因而划了一条“死线”,“死线”之下就不可能有热液矿床存在。岩石学和矿床学研究的进展证明，“岩基成矿说”的基本概念是错误的。因为花岗岩类不是由玄武岩浆分异而来，而是由地槽堆积物（包括火山岩等）在地壳运动中经过深熔作用或花岗岩化作用形成的。大岩基连同它的枝体岩钟等不是一次侵入作用所形成，和它共生的矿床也不是一次形成的，而是多旋回（多时代）和多阶段形成的复式岩体。如华南大岩基的不同部分和其中许多不同时代的小岩体，其形成时代可以相差2—7亿年，其成矿热液也不可能是一次结晶残余所形成。与花岗岩类有关的矿床，如钨、锡、铍、铌、钽、铀等，主要从地壳硅铝层包括地槽堆积物及火山岩等经过多次混合岩化和花岗岩化，使成矿元素不断活化转移，向上富集，最后形成矿床。某些矿床比较集中在岩基的上部和边缘，主要是在花岗岩形成过程中，变质热液交代的前锋所形成。许多地方大岩基中的晚期小岩体含有钨、铍、铌、钽、铀等矿床，也否定了“死线”的概念。

【岩钟成矿说】 cupola hypothesis of mineralizationl 见“基岩成矿说”。

【侧分泌说】 lateral secretion theory 早期的成矿学说之一，是在十八世纪末期，在水成论和火成论两大学派的争论中发展起来的一种成矿理论。这一学说的基本观点有二：①构成矿床的物质是从位于其两旁的围岩中淋滤出来的；②产生淋滤作用的热水溶液源于大气降水。新侧分泌说则是本世纪五十年代后的新发展，认为许多后生矿床的成矿物质来源不一定局限于脉旁围岩，可以来自本地区的各种岩石，有关成矿溶液的来源也不限定于大气降水，可以是各种成因的热水，包括岩浆水和变质水。

【花岗岩化成矿说】 granitizarion theory of motallization 为含矿热液主要来自花岗岩化的沉积物的一种学说。认为地壳物质，特性是沉积岩，经过多次构造-热事件，转变为花岗岩类岩石的过程中，促使许多成矿元素，特别是亲花岗岩元素（W、Sn、Be、Nb、Ta、Li、Rb、Cs等）活化、转移和集中成矿的学说。它认为成矿溶液的成因和来源很复杂，主要是岩层中活化、转移形成的“岩汁”、变质热液、岩浆热液以及地下水热液和部分幔源的初生水等。由于花岗岩类与许多金属矿床有关，而且绝大多数花岗岩被认为是壳源物质，故这个问题极受重视。

【槽台成矿说】 geosyncline - platform theory for metallogenesis 认为在地槽活动，及以后逐渐转为相对稳定的褶皱区的整个发育过程中，都能形成内生和外生矿床，而在地槽转变为褶皱区的各个阶段，各组不同矿床的形成条件都很不相同。已知地球上有八个前古生代的地台，即欧洲（俄罗斯）、西伯利亚、北美、巴西（南美）、非洲、印度、中国和澳大利亚地台。地台可分出三个杂岩组及其矿床；基底或下部变质岩层及其矿床；盖层或上部地台沉积岩层及其矿床和地台期（包括活化的）火成岩及其矿床。苏联学者多推崇此说。

【递进成矿说】 progressive metallogenesis 又称地洼成矿理论，是地洼学说的重要组成部分之一。递进成矿论认为，任何一个地区的成矿特点是由这一地区的地壳发展过程所决定的。递进成矿论主要论点为：①不同大地构造单元各有成矿专属性，地洼阶段是一重要成矿阶段，有色、稀散、放射等金属矿床特多；②后成构造单元可继承先成构造单元的矿产，形成成矿叠加。出现愈晚的构造单元，继承前身的矿产愈多，称“成矿递进（累进）性”。地洼区是出现最晚的构造单元，故成矿叠加现象最为普遍，矿种、矿床类型丰富；③先成矿床（包括层控矿床）可受后阶段成矿作用的叠加、改造、富化、富集，形成以多成矿阶段，多物质来源、多成因类型为特色的多因复成矿体；④不同构造区的成矿发展史各不相同，造成“成矿的不平衡性”。

【矿化集中（金属）区学说】 theory of concentration of metallogenesis 这一学说认为很多重要矿产的分布几乎都被限制在一些不太大的固定地区中，形成矿化集中区或金属区。在这些矿化集中区中矿床的成因不受类型限制，也不受固定地质构造和地质时代限制，这些事实说明，一定有一个提供成矿物质的固定的源地。矿化集中区的提出者认为，矿床的成群出现或成带分布，是矿源存在的一种现象和证据。

【深部构造线成矿说】 metallogeny of deep lineaments 这一成矿说认为最大的矿床的分布与主要的穿透构造线有关，这种构造线早在前寒武纪即已形成，并被称之为“聚矿”错动带（“ore - concentrating” dislocatiou zones）。错动带不仅横切了不同地壳构造带，还横切了大陆与大洋的界线。聚矿构造带是内生活动的线状带，具有多期内生成矿活动聚集的矿床。例如，苏联远东滨海区的卡瓦列罗夫聚矿构造带上，从东向西有“遥远”铅锌矿带、卡瓦列罗夫锡矿田（二者都是第三纪的）、古生代沃兹涅森斯基锡-萤石矿田。

【宇宙源成矿说】 cosmogenic hy pothesis of mineralization **又称矿质宇宙来源说，宇宙源矿质是指从宇宙空间降落到地表的物质如陨石等经过分异或堆积形成的矿床。近年来，航天地质和专门的地质调查研究发现了地球上大量的星疤构造（近圆形的爆炸陨石坑）。有人认为加拿大萨德伯里铜镍矿是陨石成因的，其地质构造便是星疤构造。当陨石坑形成时，高热能使含** Cu、Fe、Ni **的陨石熔化，经熔融分离和结晶分异等阶段，形成了萨德伯里岩浆岩体及铜镍硫化物矿床。**

【矿源层】 source bed **克奈特** 1953 **年提出的，关于某些金属硫化物矿床成因的一种假说。他在研究了某些铅、锌、铜和黄铁矿等硫化物矿床以后，认为后生成矿说或同生成矿说都不能解释某些硫化物矿床既受一定的地层控制，又受其他地质构造控制的现象。因此，他提出矿源层概念：认为大多数金属硫化物原来是在某一沉积盆地的某一层位中沉积形成的，此即矿源层。而后在地热升高和热液影响下，这些硫化物作不同程度的转移，并在有利的构造部位和岩层中聚集成矿。**

【地质温度计】 geologic thermometer **泛指可以测定成矿成岩温度的地质现象和方法。有些地质温度计仅给出某一温度范围或界限，如利用矿物的相转变温度、熔点、固溶体的分溶温度等。有些则可以给出近似的温度值，如气液包裹体测温法，矿物的热发光性，矿物晕色圈的颜色变化，稳定同位素法，如氧同位素温度计以及根据类质同像，矿物中的有序度和共存矿物对之间微量元素分配系数进行计算的地质温度计等。**

【地质压力计】 geologic barometer，geobarometer **利用矿物形成的物理化学条件、矿物的相平衡、类质同像、气液包裹体等实验，判断其矿物形成时的压力和深度，都可称为地质压力计。**

【均一法】 homogenization method **一种矿物包裹体测温的方法，其原理是由索尔比（**H. C. Sorby**）提出的：矿物形成时被捕获的包裹体溶液是单相的均匀体系，今天在室温下呈二相或三相状态的非均匀体系的气液包裹体，是原来单相包裹体冷缩的结果。因此，把这些包裹体进行人工加热，就能使其恢复到形成时的均一状态。刚恢复到均一状态时的温度叫均一温度，它代表这个矿物生长带的最低温度。这个方法比较精确可靠，但仅适用于透明矿物，对于太小的包裹体也不太适用。**

【爆裂法】 decrepitation method **一种矿物包裹体测温的方法，由斯科特（**H. S. Scott**）于** 1948 **年提出的。矿物中的气液包裹体受热之后，达到均一状态时，包裹体中的气泡消失，已无缓冲余地。只要再略加热，包裹体内的压力将骤然剧增，以致对矿物产生巨大压力而发生爆裂。如用一精细压力计与包裹体相连，即可测出压力剧增的情况，用这个方法可以测定矿物的形成温度和压力。爆裂法由于干扰因素较多，有时测定误差较大，是其缺点。它的优点是适用于均一法所不能测定的不透明矿物和细小包裹体，如与均一法配合使用，效果更好。**

【成矿期】　epoch of mineralization　矿床在形成过程中，由于成矿介质显著的物理-化学条件的改变而形成的不同成矿时期称成矿期。一个矿床的形成常具有多期性，例如，矽卡岩矿床形成过程中常可划分为温度较高的矽卡岩期和温度较低的石英-硫化物期。有时，当矿床形成后，受另一不同成矿作用改造时，亦可划分若干个成矿期。例如，当内生的硫化物矿床暴露地表后，可划分出内生期和表生期等。

【成矿阶段】　stages of mineralization　矿床在成矿过程中，每个成矿期内的成矿活动常以不同的矿物、矿物组合或元素特征，以及不同产状的矿脉或矿物集合体的相互切割和交代等关系划分的阶段，称成矿阶段。在热液矿床中不同成矿阶段，往往是由成矿裂隙的多次活动而产生的。因而详细划分一个矿床的成矿期和成矿阶段，对于深入了解矿床的形成过程以及找矿和勘探工作都有帮助。

【成矿时代】　metallogenetic（metallogenic）epoch　在地壳发展历史中产生某种特定矿产或矿产组合的地质时期。成矿时代即矿床在时间上的分布。内生矿床的成矿时代常依据地壳运动和岩浆活动的时期来划分，如喜马拉雅期、燕山期、印支期、海西期、加里东期等。外生矿床的成矿时代一般以矿床形成的地质时期来划分，如我国北方长城纪的沉积铁矿（宣龙式）南方泥盆纪的沉积铁矿（宁乡式）等。

【成矿区】　meiallogenic province　地壳中矿床集中产出的地区或有利矿床分布的地区，亦即矿床在空间上的分布。在同一成矿区内，地质构造、地质发展史以及成矿作用等具有共同性，一般符合一定的地质构造单元或构造体系。目前，对成矿区的划分和命名原则不很一致，有的以一、二级大地构造单元或构造体系划分为成矿区，以三、四级构造单元或构造体系划分为成矿亚区。有时，成矿区以一种或一组相关的矿产来表示，如华南钨锡成矿区，长江中、下游铁铜成矿区等。成矿区的成矿特征是由区域地质构造、地质发展史、地球化学背景以及地壳深部构造特征决定的。不少成矿区具有多旋□的特征，如我国华南成矿区、祁连山成矿区等。故按其级次宜划为以下几级：全球性成矿带（区）、成矿区（带）、矿带、矿田、矿区等。

【成矿带】　metallogenic belt　含义与成矿区相同。即在地质构造，地质发展历史以及在成矿作用上具有共性的地区，多呈狭长的带状分布。成矿带的范围一般与一、二级构造单元或构造体系一致，如太平洋成矿带、特提斯成矿带等。有的是以地槽区或褶皱带作为划分成矿带的单位，如我国内蒙海西成矿带，长江中下游中生代成矿带。国外如乌拉尔成矿带，安第斯成矿带等。范围较小的或次一级的成矿带称为成矿亚带，如祁连山成矿带中的南祁连成矿亚带。

【太平洋成矿带】 circum – Pacific metallogenic belt 围绕太平洋的巨型成矿带。苏联学者 C. C. 斯米尔诺夫曾将太平洋成矿带分为靠近大洋的内带和环绕它的外带。他认为内带相当于褶皱带，以铜为特征，外带相当于陆台，以钨、锡为特征。但是实际情况远比斯米尔诺夫的设想复杂。

【特提斯成矿带】 Tethyan metallogeni belt 由欧洲的阿尔卑斯成矿带和亚洲的喜马拉雅成矿带组成的巨大成矿带。以其位于古欧亚大陆和古南方大陆之间，故又称古地中海成矿带。在这一成矿带内分布有与超基性岩有关的铬铁矿矿床，与火山作用有关的块状硫化物矿床和斑岩铜矿等。

【矿带】 ore zone 具有共同地质构特征和成因联系的矿床或矿床组合的分布地带。它可以分为以下几种类型：①与一定构造岩相带吻合的矿带，如我国祁连山地区与细碧角斑岩带吻合的黄铁矿型铜矿带；②与一定的区域构造断裂带和构造体系吻合的矿带，如我国湘西黔东汞矿带；③与一定大地构造单元边界吻合的矿带，如湘西钨 – 锑 – 金矿带等。内生矿床的矿带常与深断裂，大断裂和破碎带及沿其分布的火山 – 岩浆活动带有关。与矿带一致的地质构造单元，往往是三、四级的。

【矿田】 ore field 由一系列在空间上、间时上、成因上紧密联系的矿床组合而成的含矿地区，亦即矿带中的矿床、矿化点、物化探异常最集中的地区。一个成矿带或成矿亚带、成矿区或成矿亚区，往往是由若干个矿田构成。例如凹山 – 南山矿田是长江中下游成矿带的宁芜成矿亚带中的一个矿田，而整个宁芜火山成矿亚带中则包括几个凹山 – 南山类型的矿田。

【矿区】 mine 曾经开采、正在开采或准备开采的矿床及其邻近地区。在一个矿区中还常划分为更小的区段，如南矿区、北矿区等。矿区的范围没有明确的统一概念。

【矿床组合】 association of ore deposits 某一矿区或矿田范围内，有多种在成因上有一定联系的金属或非金属矿床的共生组合。如东秦岭广泛分布的层控铁、铜、多金属矿床组合。

【矿床系列】 minerogeneti series of ore deposits 某一矿带或成矿亚带中，在成因上有联系的多种矿床组合。例如长江中下游与燕山期岩浆 – 热液以及火山活动有关的从中深成到浅成以至地表成因的一系列铁、铜、硫铁矿矿床组合。

【成矿控制因素】 metallogenic factors 控制和影响矿床形成及其在时间与空间中分布特征的地质构造条件和地球化学等因素的总称。对于不同成因，不同类型的矿床来说，在成矿过程中起主要控制作用的因素不同。控制内生矿床生成的因素是：大地构造、区域地质构造、矿区地质构造条件、区域地球化学特点、火山 – 岩浆活动和成矿母岩的物理化学性质等。控制外生矿床的因素，除了大地构造和区域地质特征外，还与地层、岩相、古地理、古地貌、古气候、古水文地质条件等因素有关。

【岩浆岩成矿专属性】 metallogenic specialization of magmatic racks 一定类型的岩浆岩与一定类型矿床间存在的密切的成因关系。决定岩浆岩成矿专属性的因素是多方面的，包括地球化学特征、岩石性质不同、时代岩浆岩（类）演化特征、不同地质构造，地球化学背景等。从总的地球化学特征来看，基性、超基性岩与亲铁元素如铬、镍、铂族元素、钛、钒、铁、金刚石、磷灰石等矿石有关；酸性岩与亲石元素如钨、锡、铍、锂、铌、钽、铀等有关。与基性–超基性岩有关的岩浆矿床有很明显的成矿专属性。例如，与含镁高的超基性岩（如纯橄榄岩）有关的是铬矿、铂矿，与金伯利岩有关的是金刚石矿床等。关于岩浆岩对气化–热液矿床的成矿专属性，有人以岩石的酸度（主要是二氧化硅的含量）作为确定成矿专属性的标准。认为与基性、中性侵入岩有关的有各种热液铁矿床，与弱酸性侵入岩有关的有铁、铜矿床，与花岗岩有关的有钨、锡、铍、铌、钽等矿床。有人则以碱度（主要是钾、钠含量）作为确定成矿专属性的标准，认为岩浆岩中碱度的增高是成矿的基本因素，同时碱质（钾和钠）和碱度也是确定岩石类型、演化特征以及成因的重要因素。例如：与钠质或钠异常的岩浆岩有关的是铁、钴、镍、钛、黄铁矿、铈族稀土、铌、磷、锆和钍等，与钾质或钾异常的弱酸性、酸性岩有关的是钼、钨、锡、铍、铜、钽、铌、钇族稀土、锂、铷、铯等。由于不同时代花岗岩在岩石学、岩石化学、地球化学特征等方面有明显的演化规律，因此也呈现出一定的成矿专属性。如华南不同时代花岗岩中，雪峰期和加里东期花岗岩与金矿有关，印支期花岗岩与少数锡矿化有关，燕山早期花岗岩常有强烈的钨、锡、铍矿化，燕山晚期花岗岩常形成独立的锡矿床及铌、钽、铍等交代蚀变花岗岩矿床。岩浆同化了不同性质的围岩，也可使岩浆岩具有不同的成矿专属性。

【矿床】 mineral deposit 由一定的地质作用，在地壳的某一特定地质环境内产出并适合于当前开采利用的矿物堆积体。随着社会生产力的不断发展，科学技术的不断进步，人们对矿床的认识和使用能力也不断提高，如因对各种矿物原料需要量的不断增加，矿床的范畴也在不断变化。例如，过去认为没有使用价值的某些含稀有元素的“岩石”或认为没有开采价值的低品位矿化岩石，现在有许多已作为矿床被开发利用。

【矿床成因类型】 genetic types of mineral deposits 根据矿床成因划分的矿床类型。如按成矿作用分为内生矿床、外生矿床和变质矿床，以及它们之间的叠加和再生矿床等。矿床成因类型的划分有助于深入理解矿床的形成机理，时控分布等条件；有助于合理进行找矿、勘探等工作。目前，对矿床成因类型的划分意见尚不一致。

【矿床工业类型】 commercial types of mineral deposits 根据矿床在工业上的使用价值和现实意义，特别是有关采矿、选矿、冶炼等矿石加工工艺方面的特征所划分的矿床类型。划分矿床工业类型的主要因素是：矿石的有害及有益组分，组构及品位、矿体的形态及产状、矿床的规模、围岩的性质等。矿床工业类型的划分，有助于找矿和矿床的开发利用。

【金属矿床】 ore deposit，metallic mineral deposit 工业上开采利用的金属物质的各种矿床、如铁矿床，铜矿床和铀矿床等。参见“ 金属矿产 ”。

【非金属矿床】 nonmetallic mineral deposit 工业上开采利用的非金属物质的各种矿床。参见“ 非金属矿产 ”。

【燃料矿床】 mineral fuel deposit，caustobiolith deposit 又称可燃性有机岩矿床。主要用作能源及化工原料，一般分为三类：①固体燃料矿床：如煤、油页岩等；②气体燃料矿床：如天然气等；③液体燃料矿床：如石油等。

【同生矿床】 syngenetic deposit 矿床与围岩基本是在同一地质作用过程中同时或近于同时形成。例如，在沉积成矿作用过程中形成的沉积矿床，属于典型的同生矿床。对于沉积矿床，在沉积以后的成岩过程中富集形成的矿床，也属于同生矿床。有人认为沉积变质矿床也应列入同生矿床范畴。

【后生矿床】 epigenetic deposit 矿床与围岩相比，晚于围岩，矿体和围岩往往由不同地质作用形成。大部分热液矿床属于后生矿床。例如，切穿沉积岩层或花岗岩的黑钨矿 - 石英脉矿床，就是在沉积岩或花岗岩形成以后，在晚期的成矿作用过程中形成的。

【层控矿床】 stratabound deposits 局限于某一固定地层单位的矿床。矿体的局部产状可以严格地与地层一致，但也可以不一致，可以斜交或穿插层理，例如碳酸盐岩层中的层控铅锌矿。层控矿床的成矿物质一般是多来源的，并在地表或接近地表处定位，成因以沉积和充填为主。

【层状矿床】 stratiform deposit 产于一定层位，受一定的岩性控制，矿体与地层基本是整合产出的矿床。它可以是同生的也可以是后生的。最主要的层状矿床是沉积矿床、火山喷气沉积矿床以及它们的变质矿床，如沉积铁矿、沉积变质铁矿和火山成因块状硫化物矿床等。

【内生矿床】 endogenic deposit 由内生成矿作用所形成的矿床，称内生矿床。通常包括岩浆矿床、伟晶岩矿床、接触交代矿床，热液矿床和火山 - 次火山成因矿床等。

【外生矿床】 exogenic deposit 地球外营力作用下形成的各种矿床，称外生矿床。根据成因不同，分为风化矿床和沉积矿床两大类。前者有风化壳矿床、残积砂矿和坡积砂矿等；后者有机械沉积砂矿床、胶体化学沉积矿床、生物和生物化学沉积矿床及蒸发沉积矿床。外生矿床包括右油、煤、天然气矿床和各种盐类矿床，绝大部分的锰、铝矿床及大多数铁矿床。此外，还有规模巨大的镍、钴、钒、铜、铅、锌、锡、铀、钍、锆、稀土等矿床等。

【再生矿床】 regenerated deposit 史奈德洪于1952年提出。他认为，最初世界各种成矿区从寒武纪以后都发生过一次主要的地壳运动及成矿作用，他称这类矿床为原生矿床。而在以后地壳运动中的成矿活动都是在早期已生成的原生矿床基础上，发生活化转移再沉淀集中而成，这些后期的矿床则称为再生矿床。他认为，在欧洲与阿尔卑斯造山运动有关的矿床就是在海西期的矿床基础上生成的再生矿床。

【新生矿床】 juvenile ore deposit 由地幔物质上升，带来的成矿物质所形成的岩浆热液矿床，称新生矿床。

【岩浆矿床】 magmatie deposit 由高温熔融状态的含矿硅酸盐熔浆或矿浆冷却、分异使成矿物质聚集而形成的矿床。关于岩浆的起源及其性质是地质学中争论较大的问题之一。因而对于岩浆矿床的涵义就有所不同。狭义的岩浆矿床专指岩浆条件下形成的矿床，即正岩浆矿床。广义的岩浆矿床则泛指各种成因，不同性质的高温熔融或半熔融状态的硅酸盐体系中形成的矿床。

【矿浆】 ore magma 成矿物质高度集中的熔浆称为矿浆。矿浆是由含矿岩浆经过结晶分异作用或熔离作用而形成。根据近年研究，矿浆也可以是洋壳以及附着于其上的富金属的海底沉积物，在洋壳扩张过程中俯冲于大陆板块之下，由地热增温或摩擦热使其发生部分熔融而成。

【正岩浆矿床】 orthomagmatic mineral deposit 在岩浆条件下形成的矿床。由于它们一般位于岩浆母岩体内，因此，矿体的矿物成分与母岩区别不大，只是有用矿物的差异，即矿体所含有用矿物达到了工业上能利用的程度。正岩浆矿床包括结晶分异（分凝、分结）作用的早期岩浆矿床，岩浆溶离作用的熔离矿床和残余熔融作用的晚期岩浆矿床。

【早期岩浆矿床】 early magmatic mineral deposit 岩浆作用的早期，由于结晶分异作用使成矿物质早于一般的造岩矿物或是与最早结晶的造岩矿物同时从岩浆熔融体中结晶出来，富集而成的矿床。早期结晶出来的成矿物质因比重不同，随岩浆的流动而发生重力分异或动力分异作用，因而在岩体的不同部位富集而成矿。早期岩浆矿床的矿石矿物多具自形晶结构。矿体一般呈瘤状、巢状、透镜状、或层状。主要矿产有铬铁矿、铂和铂族元素等。

【结晶分异矿床】　crystallizationdifferentiation deposit　见“早期岩浆矿床”。

【熔离矿床】　liquation deposit　岩浆熔离作用形成的矿床称熔离矿床。岩浆的熔离作用即岩浆中的成矿物质（硫化物、氧化物或磷酸盐等）熔融体，在液态状态时从硅酸盐熔浆中分离出来的作用。由熔离作用分离出来的这部分富含成矿物质的融体称矿浆。矿浆冷凝后形成熔离矿床。如与基性一超基性岩有关的铜－镍硫化物矿床多为岩浆熔离矿床。

【晚期岩浆矿床】　late magmtatic mineral deposit，hyateromagmatic mineral deposit　岩浆作用的晚期在部分矿化剂的影响下，使成矿物质富集并晚于主要造岩矿物之后析出形成的矿床称晚期岩浆矿床。矿体主要呈层状、似层状、透镜状、其次为脉状的贯入矿体等。矿石常具海绵陨铁结构及浸染状、块状构造，属于这类矿床的如钒钛磁铁矿床等。

【伟晶岩矿床】　pegmatitic mineral deposit　具有经济价值的伟晶岩。主要为花岗伟晶岩，少数为碱性伟晶岩。花岗伟晶岩矿床除开采长石、云母和石英外，常因其中富集锂、铍、铌、钯、铀、稀土等稀有元素矿物而构成各种稀有元素伟晶岩矿床。其特征是；矿物颗粒粗大或巨大，矿物分布很不均匀，有时具带状构造。花岗伟晶岩通常可分为简单伟晶岩和复杂伟晶岩两类，后者是在前者的基础上发展起来的。有工业价值的稀有元素伟晶岩常与复杂伟晶岩有关。其多阶段的交代作用常十分明显，矿体多呈不规则脉状、透镜状等，常成群出现，构成伟晶岩矿田。关于伟晶岩矿床的成因还有很多争论，有人认为是残余岩浆的产物，有人认为是重结晶和交代作用的结果。近年来，有人认为伟晶岩中除了一部分矿物可能是由富含挥发分的熔体中结晶出来的以外，大部分是在一定的物理－化学条件下（高温、高压等），由混合岩化和花岗岩化所产生的气化－热液沿围岩裂隙进行结晶和交代作用而形成的。

【火山成因矿床】　volcanogenic mineral deposit　与火山活动有关的矿床。这类矿床出现于火山活动地区，如火山口、火山颈、火山管及其周围，或产于火山碎屑岩、熔岩、火山沉积岩中，以及遭受了变质作用的古火山作用地区。根据对现代火山作用的观察，火山成因矿床可以分为三类：①大陆火山作用形成的各种矿床；②海底火山作用形成的矿床；③由次火山作用形成的矿床。

【喷气矿床】　exhalation deposit　与火山活动有关的或关系不明的流体（通常含气体和矿质），在活动过程中富集成矿物质并在适当热力学条件下沉积形成的矿床。通常是指水下环境形成的矿床。现在认为黄铁矿型铜、铅、锌矿床等属此类矿床。

【岩浆期后矿床】 post－magmatic mineral deposit 根据岩浆的演化过程，在正岩浆阶段以及处于过渡情况的伟晶作用阶段（或称残余岩浆作用阶段）之后所分泌出来的含矿气水溶液形成的矿床，称为岩浆期后矿床。岩浆期后矿床属于气化－热液矿床的一部分，过去有人将岩浆期后矿床概括所有的气化－热液矿床是不恰当的。

【气化－热液矿床】 pneumato－hydrothermal deposit 各种来源的气水溶液形成的矿床。根据成矿的温度，可分为气化－高温热液矿床，中温热液矿床和低温热液矿床（包括远温热液矿床）。气水溶液的来源大体有：岩浆作用有关的热液，变质作用有关的热液，花岗岩化有关的热液以及地下水环流热液等。这类矿床的类型很多，工业上所利用的许多金属及非金属矿产资源中，有很大一部分属于这类矿床。这类矿床的规模大小不等；矿石构造有角砾状、浸染状、块状、胶状、带状等；矿体形态变化很大，常为脉状、似层状、透镜状、囊状、细脉状等。矿体围岩因受气水溶液的影响常常发生各种蚀变，这是确定气化－热液矿床的根据之一，也是寻找这类矿床的重要标志。

【热液矿床】 hydrothermal depost 各种成因的含矿热水溶液所形成的矿床。它们的成矿温度一般是低于水的临界温度，因而成矿介质主要是热水溶液。关于热水溶液的来源，是矿床学中争论较大的问题之一。归纳起来主要有岩浆水、变质水（包括花岗岩化水和混合岩化水）和受热的地下水等。根据同位素地球化学研究，含矿热水溶液中的金属及硫的来源等也都是比较复杂的，往往有两个或两个以上的来源。

【矽卡岩矿床】 skarn mineral deposit 产生在火成岩体与碳酸盐类岩石或火山－沉积岩系接触带的接触交代矿床，因含有大量矽卡岩矿物故称矽卡岩矿床。一般距火成岩200—400米，少数可达1000米以上，基本上不超过热变质带的范围。矽卡岩矿床的形成过程很复杂，矽卡岩本身形成于400°—600℃左右，主要由钙、铁、镁、铝的硅酸盐矿物组成，一般金属矿物形成在200°—450℃。这类矿床的成矿过程常可分为矽卡岩期和石英－硫化物期两个成矿期和若干个成矿阶段。矿床一般是在中到浅成深度条件下形成的。矿化主要受接触带控制，其中一部分产在内接触带中，即火成岩体内；大多数产在外接触带中，即围岩内。矿体形态较为复杂，矿体常呈似层状或不太规则的透镜状、囊状、脉状等，规模大小变化很大。有关的矿产有铁、铜、铍、锡、钼、钨、铅、锌、硼和水晶等。

【接触交代矿床】 contact－metasomatic deposit 在侵入岩与沉积岩、火山岩的接触带中，由岩浆热变质及含矿高温气水溶液相互作用而生成的矿床称接触交代矿床。其中以中酸性岩浆岩与碳酸盐类岩接触交代所形成的矽卡岩矿床最为常见。参见“矽卡岩矿床”。

【高温热液矿床】　hypothermal deposit　由高温气水溶液形成的矿床。成矿的温度在300°—500℃附近。深度范围变化很大，一般在3—4公里，矿床常产在火成岩体的内外接触带及其附近浅变质岩内。特征性围岩蚀变，如云英石化、电气石化、黄玉化、碱性长石化、碱性角闪石化、碱性辉石化、云母化、方柱石化和绿帘石化等。有关的矿产很多，主要有钨、铍、锡、钼、铋、锂、铁、铀、稀土、铌、钽、铜和钴等。

【浅成高温热液矿床】　xenothermal deposit　这类矿床主要发育在火山岩地区，形成的温度较高而深度较浅，形成的深度约在1公里左右，开始的成矿温度300°—500℃，因而矿石物质成分比较复杂，有典型的高温热液矿物，也有中、低温的热液矿物混杂。

【中温热液矿床】　mesothermal deposit　成矿温度（200°—300℃左右）明显低于水的临界温度的含矿热水溶液，作用于围岩形成的矿床。形成的深度变化较大，一般从1.5公里到3公里左右。矿体形态有脉状、似层状，扁豆状、囊状、细脉浸染状等。特征性的围岩蚀变，如绿泥石化、绢云母化、黄铁矿化、硅化和硫酸盐化等。有关的矿产很多，主要有铜、铅、锌、金、黄铁矿、钼、钴、锡、钨、铁、铀、石棉、硼、水晶和萤石等。

【低温热液矿床】　epithermal deposit　由低温热液（一般为50°—200℃）形成的矿床。形成深度一般为近地表到2公里左右。主要矿石矿物有辰砂、辉锑矿、雄黄、方铅矿、闪锌矿和辉银矿等。脉石矿物有重晶石、泡沸石、石膏、高岭石、明矾石、石髓、蛋白石等。矿石构造以角砾状和胶状最为普遍。矿体形态变化大，主要有细脉、网脉、囊状脉以及顺层交代的似层状和透镜状等。这类矿床有的与火成岩有联系，有的则无联系。特征性的围岩蚀变有高岭土化、泡沸石化、石膏石化、冰长石化、硅化和似碧玉化。主要矿产有汞、锑、金、银、铅、锌、铜、铀、锰、砷、萤石、重晶石、天青石、明矾石、石膏、高岭土和冰洲石等。

【远成热液矿床】　telethermal deposit　距离火成岩体很远的低温热液矿床。这类矿床周围广大区域内无岩浆活动现象，围岩蚀变不明显。矿床与火成岩的联系不明确。过去认为碳酸岩类岩层中的层控铅锌矿床属于远成热液矿床，但是现在比较多数地质工作者的意见认为是与火成岩无直接联系的地下水热液矿床。

【交代矿床】　metasomatic mineral deposit　含矿溶液与围岩通过交代作用而形成的各种矿床。其中以热液交代矿床最普遍而重要。如白云岩中菱镁矿矿床等都属于交代矿床。这类矿床的形成主要受围岩性质和构造所控制。矿体与围岩的界线常不清楚，形态有似层状、透铭状、不规则脉状、囊状以及其他不规则形态；矿石构造有浸染状、块状及各种残留构造等。

【充填矿床】　mineral deposit by cavity filling　成矿溶液在围岩裂隙中由充填作用所形成的矿床称充填矿床。其特征是：矿体与围岩的界线清楚，形状多呈脉状，受构造裂隙的形态控制。矿石的构造主要有梳状、晶簇状、对称带状、角砾状、同心环状等。我国华南的黑钨矿 – 石英脉为典型的充填矿脉。

【叠生矿床】　telescoped deposit　又称套叠矿床。在同生矿床的基础上又叠加后生矿化的矿床。例如，沉积变质铁矿中叠加热液成因的铀矿化，便构成铁 – 铀建造的叠生矿床。

【二重成因矿床】　diplogenetic deposits　1963 年由 Levering 提出，认为组成矿床的物质，部分是同生成因，部分是叠加后生成因。如产于花岗岩与灰岩接触带的热液交代萤石矿床，组成萤石的阳离子的钙来自灰岩、阴离子氟、来自花岗岩。

【矿床分带】　zonal distribution of mineral deposits　矿床中的不同矿物、不同组分或不同矿石建造在空间上作有规律的带状分布。在热液矿床中矿床分带现象最为复杂。控制矿床分带因素很多，如成矿元素的地球化学性质、距火成岩体远近、围岩性质、构造裂隙发育情况、矿化阶段的不同、矿床温度的变化、矿床形成的不同深度等。根据空间上的分布特征，可分为垂直分带和水平分带，顺向分带和逆向分带根据控制分带的各种因素，则有间歇分带（或脉动分带）、沉淀分带等，以及区域地质条件控制的区域性分带等。此外，在风化矿床、沉积矿床和变质矿床中也都有分带现象。

【垂直分带】　vertical zcning　矿床中的不同矿物或有用组分，或在成因上有密切联系的不同的矿石建造，在垂直方向上作有规律的带状分布。例如硫化物矿床及风化带，在垂直方向上一般可形成不同性质的风化带。图中的 1—3 为氧化带，4—5 为还原带。氧化带的厚度主要决定于地下水面的深度，围岩的透水性及裂隙发育程度。

【水平分带】　horizontal zoning　有成因联系的不同矿石建造或矿床中不同矿物成分，不同元素，在水平方向上作有规律的带状分布。这种分带现象在某些热液矿床中表现最明显。此外，在有些沉积矿床及变质矿床中也有水平分带现象。

【沉淀分带】　precipitation zcning　在一个成矿阶段中成矿溶液由于物理化学条件的变化，致使其中不同性质的成矿物质发生顺序的沉淀，因而在空间上造成矿床的分带现象。例如，在铅锌矿床中，往往是上部方铅矿较富、中部闪锌矿较富，下部黄铁矿和黄铜矿较富。沉淀分带，主要决定于元素及其化合物（矿物或矿物种）的热化学性质以及成矿溶液的物理化学条件的变化。沉淀分带往往表现为由高温至低温的分带，因而常表现为顺向分带。

【间歇分带】　intermittent zoning　又称脉动分带，热液矿床中矿石组合的带状分布特性的一种。间歇分带是从深部或从岩浆中断续分泌出来的彼此有成因联系的成矿溶液，经多次、多阶段成矿作用造成的。成矿溶液的间歇活动与构造裂隙多次间歇性复活运动及岩浆和成矿溶液的演化阶段相联系的。一般来说，成矿溶液早阶段的温度较高，晚阶段的温度较低。如果晚阶段的矿物组合叠加于早阶段矿物组合的上部，则构成顺向分带。如果情况相反，在早阶段的高温矿物组合下面分布有晚阶段形成的温度较低的矿物组合，则构成逆向分带。

【脉动分带】　pulsative zoning 即“间歇分带”。

【顺向分带】　normal zoning　热液矿床中的矿物组合由下而上，由高温－中温－低温的顺序分带称顺向分带。参见“间歇分带”和“沉淀分带”。

【逆向分带】　reverse zoning　热液矿床中的低温或中温矿物组合在下，而高温矿物组合在上的分带现象称逆向分带。参见“间歇分带”。

【矿石建造】　ore formation　又称含矿建造，反映矿床形成条件（即构造、岩浆、岩性、成矿控制条件和矿床形成的物理化学条件）、成因类型和形成过程所特有的矿物组合或元素共生组合。矿石建造的命名，有的是按矿物的组合特征，如锡石－硫化物建造，黑钨矿－石英脉建造，有的是按元素的组合特征，如五元素建造，铁－铀建造等，有的是两者的结合，如铜－镍硫化物建造，钒－钛－磁铁矿建造等。

【围岩蚀变】　wallrock alteration　在热液矿床的形成过程中，围岩受到热液作用的影响所发生的各种蚀变作用。影响围岩蚀变的因素主要为热液的性质、成分、温度、压力、围岩的性质和成分等。围岩蚀变的种类很多，如云英岩化，钠长石化和碳酸盐化等。研究围岩蚀变可以有助于阐明热液矿床形成过程的物理化学条件及矿床的成因等，同时它们又是重要的找矿标志。

【蚀变作用】　alteration（wallrock alteration）　岩石、矿物受到热液作用，产生新的物理化学条件，使原岩的结构、构造以及成份相应地发生改变，生成新的矿物组合的过程。

【蚀变围岩】　altered wallrock　在热掖作用影响下，使矿物成分、化学成分、结构、构造发生变化的岩石。由于它们经常见于热液矿床的周围，故称为蚀变围岩。一定的热液矿床常与某些类型的蚀变围岩共生。因此，蚀变围岩是重要的找矿标志之一。某些特殊的蚀变围岩，如明矾石化的火山岩本身就具有开采利用的价值。

【褪色作用】 decolourization，discoloration 指在热液作用影响下，岩石中的大量深色矿物消失，铁镁组分淋失，使原来岩石变成浅色的蚀变作用。

【碱质交代作用】 alkaline metasomatism 内生含碱的成矿溶液对围岩进行各种交代作用。在这种作用过程中，形成由碱性长石、碱性角闪石、碱性辉石、云母、方柱石、霞石等碱性硅酸盐矿物组成的交代蚀变岩石，表现出碱质在溶液及其交代过程中的积极作用。根据碱金属的不同，可分为钾质交代和钠质交代两大类。钾质交代包括钾长石化、云母化、云英岩化、绢英岩化等，钠质交代包括钠质辉石化、钠质角闪石化、钠长石化、钠长－更长石化、霞石化、方柱石化及部分沸石化等。碱质交代作用常有明显的成矿专属性。例如，与钾质交代最密切的矿床是钨、锡、钼、铜、钽、铌、钇族稀土、铷、铯和硼等，与钠质交代最有关的是铁、钒、黄铁矿、铈族稀土、钴、铌和某些金、铀等矿床。

【钾质交代作用】 potassic metasomatism 碱质交代作用的一种。即含钾的溶液在对岩石作用过程中，使交代蚀变岩石产生含有各种钾质矿物的交代作用，其中包括钾长石化（如微斜长石化、天河石化、正长石化、冰长石化）、云母化（黑云母化、白云母化、绢云母化、金云母化和铁锂云母化等）以及云英岩化、绢英岩化等。与钾质交代作用有关的矿产有：钨、锡、钼、铜、铍、铌、钽、稀土（主要是钇族稀土）以及锂、铷和铯等。

【钠质交代作用】 sodic metasoma－tism 碱质交代作用的一种。即含钠的溶液在对岩石作用过程中，使交代蚀变的岩石产生含有各种钠质矿物的交代作用。其中包括钠质辉石化（如霓石化，霓辉石化）、钠质角闪石化（如钠闪石化、钠铁闪石化、红钠角闪石化和蓝闪石化等），钠长石化，霞石化、方柱石化及方钠石化等。与钠质交代作用有关的矿产有：铁、铌、锆、稀土（主要是铈族稀土）、金、磷灰石等。

【钾长石化】 potash feldspathization 在气化－热液作用下，形成含有钾长石蚀变岩石的交代作用或蚀变作用。它包括微斜长石化、天河石化、正长石化和冰长石化。它们都是钾质交代作用的产物，由于这些矿物不易区别，而且成分上几乎完全相同，因此，常统称为钾长石化。一般说来，微斜长石化、天河石化发生在气化－高温热液作用过程中，正长石化发生在高、中温热液作用过程中，冰长石化发生在中、低温热液作用过程中。与钾长石化有关的围岩种类很多，常见的是花岗岩类岩石。在蚀变岩石中，共生矿物有钠长石、黑云母、白云母、石英、绿帘石族矿物等。强烈的钾长石化结果，可形成钾长石岩。与钾长石化有关的矿产有钨、锡、铍、铌、钯、铜、钼等。在与花岗岩类有关的并产在这类岩石中的钨、铍、铌、钽和重稀土等矿床，在成矿作用早阶段或在岩体的深部，往往大范围发育钾长石化（然后才是钠长石化、云英岩化或浅色云母化）。在斑岩铜矿和斑岩钼矿床的中部或下部，往往发育强烈的钾长石化。

【微斜长石化】 microclinization 钾长石化的一种，是高温热液的一种蚀变作用。在含铌、钽、稀土、铍的花岗岩中，微斜长石化现象常十分发育，在产于花岗岩中的黑钨矿－石英脉的下部，微斜长石化现象也很普遍。微斜长石化作用的结果，可使石英、黑云母等完全消失，形成钾长石岩或钾长石－钠长石岩。与碱性岩有关的铌、稀土、锆等矿床中，有时也局部发育微斜长石化。

【正长石化】 orthoclasization 钾长石化的一种。这种作用在斑岩钯矿、斑岩钯矿、辉铜矿－石英脉等矿床中十分显著和普遍。强烈正长石化作用的结果可形成正长石岩，这种岩石常具他形晶粒状结构或半自形晶粒状结构。此外，在火山岩地区的铁矿床及矽卡岩型铜矿床中、正长石化现象也较普遍。

【天河石化】 amazonitization 钾长石化的一种，主要发生在花岗岩和伟晶岩中。花岗岩经天河石化可形成天河石花岗岩。这种岩石具花岗岩外貌。天河石常为浅绿色、浅蓝色或白色的变斑晶。天河石本身是一种含铷（铯）、铊的微斜长石，在天河石花岗岩中，还有铌、钽和稀土等富集。

【冰长石化】 adularization 钾长石化的一种，是一种低温热液蚀变作用。火山岩系中的某些中、低温铅、锌、铜、金、银等热液矿床中，在晚阶段有时发育冰长石化。

【钠长石化】 albitization 属于钠质交代的一种。指在气化－热液作用下，导致产生含有钠长石岩石的蚀变作用。有关的围岩主要是各种火成岩，片麻岩，页岩等。在花岗岩类岩石中，钠长石化往往发生在钾长石化之后，云英岩化之前。有关的矿产有铌、钯、锂、铍、钇族稀土等。与超基性碱性岩、碱性岩、基性岩等钠质系列火成岩有关的钠长石化作用常与碱性角闪石化、碱性辉石化等共生。有关的矿产有铌、锆、铈族稀土、铁、钛和铜等。与中性、中酸性火成岩有关的钠长石化也很普遍。有关的矿产主要是铁、铜、黄铁矿等。强烈钠长石化作用结果，可形成钠长岩。在地槽区的细碧角斑岩系形成过程中。钠长石化广泛发育，并具有重要意义。

【方柱石化】 scapolitlzatlon 含钠、氯等高温热液对围岩中各种矿物，特别是含钙、镁、铁等铝硅酸盐矿物发生交代作用，形成含有方柱石蚀变岩石的蚀变作用。方柱石化主要发育在矽卡岩矿床以及基性和中性火成岩中，常与矽卡岩化、钠长石化及阳起石化等共生。在后阶段成矿作用影响下，方柱石常为绿帘石、碳酸盐及沸石等矿物所交代。与方柱石化有关的矿产有铁、磷、铜、钛等。

【碱性辉石化】 alkaline pyroxenizatiom 钠质交代的一种。是富含钠的热液在较高温度和压力条件下对围岩所发生的一种蚀变作用，最常见的是霓石化和霓辉石化，其结果形成含有钠质辉石，如霓石、霓辉石、含霓石分子的透辉石和普通辉石等。这种蚀变作用常与碱性角闪石化、钠长石化等共生。有关的围岩主要是超基性岩、碱性岩、基性岩及碳酸岩等。碱性辉石化是寻找铈族稀土、铌、钍、钛、铁等矿床的重要标志。

【霓石化】 aegirinization 见“碱性辉石化”。

【碱性角闪石化】 alkaline amphibollzation 钠质交代作用的一种，是富含钠的热液在较高温度和压力条件下对围岩所发生的一种蚀变作用。其结果形成含有钠质角闪石（包括钠闪石、钠铁闪石、蓝闪石和红钠闪石等）的蚀变岩石。这种蚀变作用常与碱性辉石化、钠长石化等共生。碱性角闪石化是寻找铈族稀土、铌、钍、钛、铁等矿床的重要标志。

【霞石化】 nephelinization 一种强烈钠质交代作用，主要发生在超基性的碱性岩中。它常与霓石化一起，形成磷霞岩和霓霞岩等特殊的碱性岩。与霞石化有关的矿产有、稀土、铌、锆、钍、铁、钛以及霞石、磷灰石等。

【云英岩化】 greisenization 主要是花岗岩类岩石在高温热液作用下，形成由石英、云母等组成的蚀变岩石。在云英岩化过程中，二氧化硅是主要的惰性组分，而 CaO、MgO、FeO、Fe_2O_3 和 Na_2O 等有显著的淋失。斜长石、钾长石、黑云母等分解或消失，为石英、浅色云母和萤石等所交代。云英岩化所形成的各种蚀变岩石，按矿物的组合不同，可分为：①正常云英岩，最常见，其中石英占 60—75%，云母占 25—40%；②富云母云英岩，浅色云母的含量超过 40%，一般在 70—90%，在这种岩石中，三氧化二铝有明显带入，而二氧化硅显著带出；③富石英云英岩，石英含量超过 70%；④含黄玉云英岩；⑤含电气石云英岩；⑥含萤石云英岩，萤石含量达 10% 以上时，可称萤石云英岩；⑦含矿云英岩，有用的金属矿物达到工业要求，其中又可分为锡石云英、岩、黑钨矿云英岩、绿柱石云英岩等。云英岩化是寻找钨、锡、铍、铌、钯等矿床的重要标志。

【电气石化】 tourmalinization 含硼的高温热液对围岩作用形成含电气石蚀变岩石的蚀变作用。有关的围岩主要是中—酸性火成岩、泥质岩石、硬砂岩以及一部分变质岩。花岗岩类围岩经过这种蚀变除形成电气石云英岩外，还可形成由电气石和石英组成的电英岩。电气石化可以作为寻找高温钨、锡、锂、铌、钽以及金、铜、钴、铁等矿床的重要标志。

【斧石化】 axinitization 含硼的高温热液对围岩（主要是石灰岩或钙质岩）作用，形成含有斧石等蚀变围岩的一种作用。它可以作为锡、钨、硼等矿床的找矿标志。

【黑云母化】 biotitization 岩石在高、中温热液作用下使围岩产生含有黑云母、水黑云母的蚀变作用。与黑云母化有关的岩石一般是基性、超基性、中性和弱酸性火成岩、含角闪石、辉石的变质岩以及硬砂岩、页岩等。黑云母化岩石中的主要共生矿物，除黑云母、水黑云母外、有绿帘石、碳酸盐、气电石、黄玉、黄铁矿、钾长石、金云母、绿泥石、石英及白云母等。黑云母化可以作为寻找细脉浸染型铜、钯矿床、钨、锡矿床，某些金矿床和铁矿床等的标志。在细脉浸染铜矿床中，黑云母化常与钾长石化和

黄铁矿化等共生。在钨锡矿床中，黑云母化常与电气石化、铁锂云母化等共生，在铁矿床中，黑云母化与钠长石、碳酸盐化等共生。

【阳起石化】 actinolitization 岩石在高温热液作用下发生的一种蚀变作用，结果形成含有不同数量阳起石的蚀变岩石。共生矿物除阳起石外，常有绿帘石、钠长石及绿泥石等。有关的围岩主要是中－基性，中－酸性火成岩及沉积的碳酸盐类岩石。在蚀变的岩石中，如果阳起石呈细长的晶体，并具纤维状构造的，称为纤闪石化。与阳起石化有关的矿产有铁、铜等。在磁铁矿－磷灰石－阳起石建造矿床中，这种蚀变最为特征。

【纤闪石化】 uralitization 见“阳起石化”。

【绿帘石化】 epidotization 岩石在热液作用下所发生的一种蚀变作用，结果形成含有不同数量绿帘石类矿物的蚀变岩石。有关的围岩主要是中、基性火成岩、变质岩及泥质岩石。在蚀变岩石中常见的共生矿物，除绿帘石、黝帘石、斜黝帘石外，常有阳起石、钠长石、钾长石、黑云母、绿泥石、黄铁矿、石英以及碳酸盐等。这种蚀变是寻找铁、铜、铅、锌、黄铁矿等矿床的标志。

【钠黝帘石化】 saussuritization 又称糟化。一种产生含有黝帘石、钠长石等的中、低温热液蚀变作用。有关的围岩主要是中－基性火成岩和变质岩。共生的蚀变矿物除黝帘石和钠长石外，常有绿帘石、斜黝帘石、绿泥石、碳酸盐和钾长石等。这种蚀变是寻找铜、铁、黄铁矿等矿床的标志。

【糟化】 saussuritization 即“钠黝帘石化”。

【黄铁矿化】 pyritization 含硫的热液作用于围岩，使围岩产生含有黄铁矿蚀变岩石的一种作用。它在中、低温热液矿床中甚为常见。这种作用可以发生在各种围岩中。在中、酸性火成岩中，常与绢云母化和硅化共生；在中、基性火成岩中，常与绿泥石化、绿帘石化、碳酸盐化及黑云母化等共生、它还可以发生在页岩、板岩、千枚岩及片岩中，与其有关的矿产主要是铜、钼、黄铁矿、铅、锌、金等。

【绢云母化】 sericitization 一种使岩石产生绢云母的热液蚀变作用，绢云母主要是交代岩石中原生铝硅酸盐矿物（如长石等）。绢云母化是由于中－低温热液带入钾所引起的。各种含铝硅酸盐岩石，包括火成岩，变质岩和沉积岩都能发生绢云母化，在弱酸性火成岩中，绢云母化常与硅化同时发生，形成所谓绢英岩。此外，绢云母化常与黄铁矿化、绿泥石化、高岭土化等相共生。与绢云母化作用有关的矿产是铜、钼、铅、锌、金、钨、锡、赤铁矿和黄铁矿等。

【硅化】 silicificaticn 岩石在热液作用下，产生含有石英、玉髓、蛋白石等蚀变矿物的作用。从高温到低温热液条件下广泛发育，各种岩石都可发生硅化作用。花岗岩类岩石经高温热液的硅化作用，可形成富石英云英岩。高、中温热液生成的硅化岩石，主要由石英组成，这种蚀变可称为石英化。低温热液所生成的硅化岩石常由细粒石英或隐晶质的玉髓以及非晶质的蛋白石、似碧玉等组成，因此分别称为玉髓化、蛋白石化和似碧玉化。在火山岩地区硅化岩石往往分布较广。有人把火山岩的硅化岩石（含高铝矿物，如刚玉、红柱石等）称为次生石英岩。沿着断裂带常发育规模巨大的硅化带。与硅化作用有关的矿产主要有铜、钼、钨、铅、锌、铀、金、锑、汞、萤石、黄铁矿、赤铁矿、压电水晶和重晶石等。

【石英化】 quartzification 见“硅化”。

【玉髓化】 chalcedonization 硅化的一种。是一种较常见的低温热液蚀变。由于从热液中带入大量二氧化硅，在低温条件下形成隐晶质的玉髓，因此称为玉髓化。有关的围岩主要是碳酸盐类岩石，中－酸性火山岩以及各种岩石的破碎角砾岩等，共生矿物除玉髓、石英及蛋白石外，还有碳酸盐类矿物、重晶石及粘土类矿物等。有关的矿产有：铅、锑、汞、铀、砷、重晶石等。

【蛋白石化】 opalization 硅化的一种。在近地表低温条件下，热液在交代围岩过程中带入大量的二氧化硅，形成非晶质的蛋白石，因此称为蛋白石化。共生矿物除蛋白石外，有碳酸盐类矿物，重晶石、玉髓及粘土矿物等。有关的矿产如锑、汞、铅、锌及铀等。

【似碧玉化】 jasperoidization 近地表低温条件下的一种硅化作用。似碧玉是由非晶质的蛋白石或隐晶质的玉髓，并混有铁、锰等氧化物所组成的一种红色燧石状的硅质岩石。它是热液带入二氧化硅交代围岩（主要是碳酸盐类岩石）而成。在石灰岩中的低温铅锌矿床中，这种蚀变较为常见。此外，铀、铁、黄铁矿、萤石等中、低温热液矿床有时也局部发育。

【黄铁绢英岩化】 beresitization 或称黄铁细晶岩化。主要是中酸性火成岩和变质岩在中、低温热液的蚀变作用下，产生由黄铁矿、石英、绢云母等组成的蚀变岩石的作用。在蚀变过程中，长石分解为绢云母和石英，暗色矿物为黄铁矿等所交代，黄铁绢英岩化是寻找斑岩铜矿、斑岩钼矿、黄铁矿、金和多金属等矿床的标志。

【赤铁矿化】 hematitization 一种中、低温热液蚀变。在这种蚀变过程中，原来围岩的铁镁矿物中的铁组份分解、氧化为微小的赤铁矿晶体，同时也可从热液中结晶出部分赤铁矿。由于这类蚀变岩石常染成红色，因此又称为红色蚀变。与赤铁矿化同时，常发生低温硅化作用，形成红色似碧玉岩。赤铁矿化是寻找中、低温热液铀矿床的一种特殊标志。其他中、低温铜、金等矿床中也常有这种热液蚀变。

【红色蚀变】 red – colour alteration 即“赤铁矿化”。

【绿泥石化】 chloritization 导致形成含绿泥石蚀变岩石的中、低温热液蚀变作用。在围岩蚀变过程中，产生绿泥石的方式有二种：①由铁、镁硅酸盐矿物直接分解而成；②由热液带入铁、镁组分发生交代蚀变而成。与绿泥石化有关的围岩，主要是中–基性火成岩和变质岩，此外，部分酸性岩和泥质岩也可发生。绿泥石化单独出现较少，常与黄铁矿化、绢云母化、青盘岩化、绿帘石化及碳酸盐化等相伴生。与绿泥石化有关的矿产，主要是铜、铅、锌、金、银、铁、锡及黄铁矿等。

【碳酸盐化】 carbonatization 岩石遭受热液（中、低温热液为主）蚀变后，产生相当数量的碳酸盐矿物，如方解石、菱铁矿、铁白云石、白云石及菱镁矿等的作用。大多数岩石都能发生碳酸盐化，但主要可分为五类：①中–基性岩石遭受热液蚀变时，常发生碳酸盐化，共生的有绿泥石化等。有关的矿产主要是铜、铅、锌、铁及黄铁矿等；②石灰岩和白云岩遭受碳酸盐化作用时，可以生成各种碳酸盐矿物，有时主要生成白云石，这种蚀变可以称为白云石化，与此有关的矿产主要是铅、锌矿，白云岩遭受碳酸盐化时，能形成菱镁矿矿床。这种蚀变作用可称菱镁矿化；③超基性岩遭受碳酸盐化时，能形成滑石菱镁岩或菱镁岩；④在超基性的碱性岩中，常发育碳酸盐化，它主要形成于霓石化，霞石化的碳酸盐化阶段，与其有关的矿产是铌、锆、稀土、钍及铁矿等；⑤花岗岩类岩石遭受碳酸盐化时形成重稀土矿床。如果形成的碳酸盐矿物主要为方解石，则这种蚀变可称为方解石化。

【方解石化】 calcitization 见“碳酸盐化”。

【白云石化】 dolomitization 碳酸盐化的一种。有关的围岩主要是各种碳酸盐类岩石。共生矿物除白云石外，还有方解石、铁白云石及重晶石等。有关的矿产有铅、锌、锑、汞和重晶石等。

【青盘岩化】 prepvlitization 又称变安山岩化。它是由含二氧化碳、硫化氢等的中、低温热液对安山岩、英安岩、玄武岩等中–基性火山岩以及中性、弱酸性浅成侵入岩等进行交代产生由绿泥石、绿帘石、石英、方解石和黄铁矿等矿物组合的一种蚀变作用。这种蚀变在中–基性火山岩地区因受火山热液的影响常广泛发育，与青盘岩化有关的矿产有铜、铅、锌、金、银、硒、碲及黄铁矿等。

【变安山岩化】 meta – audesikization 即“青盘岩化”。

【蛇纹石化】 serpentinlzation 超基性岩中的一种后期自变质产物。或中、低温热液对含镁的岩石进行交代产生含蛇纹石的一种蚀变作用，蛇纹石化作用有二类：①由含镁高的硅酸盐矿物，如橄榄石、斜方辉石等受热液蚀变分解而成，这主要发生在超基性、基性岩中；②由热液中带入二氧化硅等，与围岩中氧化镁结合可形成蛇纹岩或蛇纹石化大理岩，这主要发生在镁质碳酸盐类岩石，如白云岩和白云质石灰岩中。与蛇纹石

化有关的矿产有石棉、滑石及菱镁矿、硼镁矿等。产在含镁碳酸盐类岩石中镁矽卡岩铁、铜等矿床中也常伴随蛇纹石化现象。

【粘土化】 clavization 一种典型的低温热液蚀变作用，在这个作用过程中，粘土类矿物大量交代围岩中各种矿物，特别是铝硅酸盐矿物。有关的围岩主要是中

酸性火成岩。粘土化作用初期，一般先形成水云母、贝得石、蒙脱石、水铝英石、珍珠陶土及多水高岭石等，以后，在早期形成的矿物基础上产生地开石和高岭石。粘土化作用常与低温硅化、明矾石化、绢云母化和碳酸盐化共生。这种蚀变常见于低温热液的金、银、铜、铅、锌、钨、萤石、重晶石、明矾石等矿床中。粘土化本身还可形成高岭土矿床。

【泥化】 argillization 一种中、低温热液蚀变作用，主要为粘土化作用和绢云母化作用，围岩主要为中、酸性火成岩。在蚀变过程中，钙铁等基性组份强烈被淋滤，产生由高岭石、蒙脱石、绢云母（有时为白云母）和石英等组成的岩石。与泥化有关的矿床如斑岩铜矿、斑岩钼矿、热液赤铁矿矿床、萤石及高岭土矿床等。

【高岭土化】 kaolinization 粘土化的一种。主要是近地表条件下的低温热液交代蚀变作用。在高岭土化过程中，产生的粘土矿物主要是高岭石族矿物，如高岭石和地开石。有关的围岩主要是中，酸性火成岩。有关的矿床，除了在火山岩地区直接由高岭土化作用形成高岭土矿床外，还有铅、锌、铜、钼、及萤石等热液矿床。

【明矾石化】 alunitization 产生含有明矾石的低温热液蚀变作用。这种作用主要是在火山岩地区近地表低温条件下发生的。由于近地表的强的氧化作用，热液中硫离子被氧化成为亚硫酸或硫酸。这种溶液与含铝硅酸盐的火山岩相互作用，就能产生明矾石。明矾石化大多数发生在中、新生代火山岩发育的地区。与其有关的火山岩主要是粗面岩、流纹岩、英安岩、安山岩及凝灰岩等。明矾石化岩石中的矿物，除明矾石外，有时还有石膏、硬石膏、萤石、玉髓、蛋白石及粘土矿物和叶蜡石等。明矾石化岩石本身就能构成明矾石矿床，还可以作为中、酸性火山岩地区寻找金、铜、黄铁矿、铅、锌及铁等矿床的找矿标志。

【石膏化】 gvpsification 含有大量硫酸根的溶液，在交代围岩过程中产生硬石膏和石膏的一种浅成低温热液蚀变作用。这种蚀变主要发生在火山岩和碳酸盐类岩石分布地区。黄铁矿型铜矿床、黄铁矿型多金属矿床及某些铁矿床中，常见这种蚀变。它是寻找铁、铜、黄铁矿及明矾石、重晶石等矿床的标志。此外，在干旱地带的金属硫化物矿床的上部，特别是块状硫化物矿床的氧化带，由地下水的氧化作用也可以生成一部分石膏化现象，应与上述低温热液的石膏化区别。

【沸石化】 zeolitization 产生含有沸石类矿物的一种近地表的低温热液蚀变作用。这种作用通常发育在基性（少数中、酸性）火山岩中。在沸石化岩石中的共生矿物，

除纤维沸石、浊沸石、方沸石、钠沸石等外，还有葡萄石、碳酸盐矿物、绿泥石、绿帘石以及石英、石髓等，沸石除交代围岩以外，还可充填在气孔中，形成杏仁状构造。这种蚀变本身可形成沸石矿床。并可作为寻找火山岩中低温热液铜、银、金、冰洲石等矿床的标志。

【风化矿床】 miueral deposit byweathering process 岩石或矿床在地表经各种风化作用而形成的矿床称风化矿床。如由化学风化作用、机械风化作用形成的风化壳矿床、淋积矿床和各种矿帽，以及残积砂矿和部分坡积砂矿。

【风化壳矿床】 weathering crust mineral deposit 又称残留矿床或残余矿床。指某些岩石在地表受长期的化学风化和物理风化作用后，有用物质聚集而形成的矿床。如含铌铁矿或细晶石的交代蚀变花岗岩经过风化作用后变得疏松，开采容易，成为铌、钽风化壳矿床；又如玄武岩经红土化作用，在风化壳上部可形成风化壳型铝土矿矿床。

【残留矿床】 residual deposit 即“风化壳矿床”。

【淋积矿床】 infiltration deposit 又称淋滤矿床。原生含矿岩石经化学风化作用后，使某些有用物质随地下水向下渗透到风化壳下部，有用物质聚集面生成的矿床。有关的矿床有铜、镍、锌、铁、锰、钒、铀、磷块岩、硼酸盐和菱镁矿等。

【硫化物矿床氧化带】 oxidized zone of sulphide deposits 硫化物矿床位于潜水面以上的部分，出露或接近地表，经过长期氧化，各种硫化矿物（包括硫砷化物、砷化物）都要不同程度地被氧化、分解和淋滤，其中部分金属元素发生迁移。在氧化带中残留下稳定的铁、锰等氧化物或碳酸盐矿物，它们呈各种不同深浅的褐、红色，因而也称为“铁帽”。氧化带部分的矿石的结构、构造也发生相应的改变。铁帽是寻找深部原生硫化物矿床的重要标志，

【硫化物矿床次生富集作用】 secondary enrichment of sulphide deposits 位于氧化带以下的硫化物矿床，由于从氧化带中渗滤下来的盐类溶液，例如铜的硫酸盐溶液，在潜水面之下将与原生硫化物发生置换反应，形成新的次生硫化物，从而使矿石品位增高的一种地质作用。关于在原生硫化物基础上形成次生硫化物的原因主要决定于原生硫化物的分解和次生硫化物沉淀的 pH 值和 Eh 值。

【硫化物矿床次生富集带】 secondary enriched zone of sulpldde deposits 又称次生硫化物富集带。从硫化物矿床氧化带淋滤下来的某些金属盐类，如铜的硫酸盐溶液，当渗透到潜水面以下时，即在缺氧的条件下，对黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿等原生硫化物中的 Fe^{+2}、Zn^{+2}、Pb^{+2} 等发生置换反应生成次生硫化物，如辉铜矿和铜蓝等，使矿石中的铜含量增高，这种作用称为次生富集作用。发生这种作用的地段，叫做次生富集带。次生富集带主要分布于潜水面以下到静止带之间的地下水上部的流动带内。

【矿帽】 capping 矿帽是矿床在地表氧化带的次生变化和残留的部分。能发育矿帽的矿床都是在氧化带中容易发生化学风化作用的，特别是各种硫化物矿床的氧化带经常发育各种类型的矿帽。沉积锰矿和菱铁矿等在地表也可发育矿帽。矿帽是寻找原生矿床的重要标志。

【铁帽】 goasan 硫化物矿床在地表氧化带的残留部分。主要是铁的氢氧化物和含水氧化物，即由褐铁矿、针铁矿、水赤铁矿等稳定的次生矿物及稳定的原生矿物（石英等）所组成。铁帽是寻找各种硫化物矿床的重要标志。另外，菱铁矿矿床暴露地表后，也可形成铁帽。

【锰帽】 manganese hat 由锰的氧化物和氢氧化物组成的矿床氧化带的残留部分。其形成过程是一些由锰的低价化合物，如菱锰矿、含锰方解石、蔷薇辉石、黑锰矿、褐锰矿等所组成的锰的原生矿床，在氧化带中发生强烈的氧化，这些低价锰矿物便转变为高价锰的氧化物和氢氧化物，如硬锰矿、软锰矿等稳定矿物，残留在氧化带中，这样就构成锰帽。锰帽本身常是锰的富矿，可构成锰帽型矿床。

【铅帽】 leadhat 铅锌矿床或多金属矿床暴露于氧化带时、形成白铅矿、铅矾、褐铁矿等稳定次生矿物组成的残留部分。铅帽是寻找铅锌矿床和多金属矿床的重要标志。

【红土化作用】 latertzation 在热带、亚热带炎热而干湿交替的气候区域，铝硅酸盐类矿物分解成为铝的氧化物或氢氧化物（如三水铝石等），含铁矿物则转变为水赤铁矿或赤铁矿，致使风化产物呈红、赭和褐色，这类风化作用称为红土化作用。许多含铝硅酸盐的火成岩，变质岩及泥灰岩等经红土化作用，可形成具有一定工业价值的红土型铝土矿矿床；超基性岩经红土化作用可形成有工业价值的红土型铁矿床和镍矿床（主要指风化壳下部的硅酸镍矿床）。

【沉积矿床】 sedimentary deposit 由地表的各种沉积作用形成的矿床，根据搬运和沉积方式和特征的不同，分为机械沉积矿床（砂矿床等），蒸发沉积矿床、胶体化学沉积矿床、生物和生物化学沉积矿床及火山－沉积矿床等。根据沉积矿床形成的环境和地点，分为河流的、沼泽的、湖泊的、泻湖的及浅海沉积矿床和深海大洋底部沉积矿床等；根据大地构造环境，分为地槽型沉积矿床；地台型沉积矿床等。沉积矿床与沉积岩层整合，有一定的层位。一定的沉积矿床与一定的岩石建造相联系。矿体为层状，或大的透镜状，矿层可由一层至几十层以上；矿层厚度从几厘米至数百米。矿床规模大小不一，巨大的可达数百平方公里以上。沉积矿床对国民经济具有很大意义。有关的矿产有燃料矿产：如煤、石油、天然气等；金属矿产：如铁、锰、铝、钒、铜、铅、锌、锡、钛等；稀有元素矿产：如铟、锗、镓、稀土等；非金属矿产：如磷、黄铁矿、石盐、钾盐及石膏、石灰岩、白云岩和耐火粘土等。

【火山沉积矿床】 volcano－sedimen－tary deposit 含有成矿物质的火山喷气和热液，经过搬运在水盆地中发生各种反应，使有用物质沉积而形成的矿床称火山沉积矿床。火山沉积矿床可分为海相火山沉积矿床和陆相火山沉积矿床。前者主要由海底火山作用的喷气和热液与海水、海洋沉积物相互作用后发生沉积而形成的矿床，常与地槽发展早期的火山作用有关；后者主要沉积在火山口湖、湖泊及洼地中，常与造山期或造山期后的火山作用有关。有关的矿产有铁、锰、铜、黄铁矿、铅和锌等。广义的火山沉积矿床可包括火山喷发沉积矿床和火山喷气沉积矿床。前者指与火山爆发碎屑及熔岩□与之同源的火山沉积矿床；后者指与火山喷气、升华及火山热泉有关的火山沉积矿床。

【化学沉积矿床】 mineral deposit by chemical sedimentation 成矿物质在河、湖、海水中通过化学作用沉积形成的矿床称化学沉积矿床。根据成矿物质在介质中携带和沉淀的方式，可分为真溶液沉积矿床（如岩盐、石膏和硼砂等）和胶体化学沉积矿床（如某些沉积的铁、铝、锰等）。广义的化学沉积矿床还包括生物化学作用形成的矿床，如磷块岩等矿床。

【砂矿床】 placer，placer deposit 含矿的岩石或矿床在地表受风化、侵蚀、分离出在地表条件下稳定的重矿物堆积而成的矿床称砂矿床。砂矿床按成因和堆积的地貌条件可分为：残积砂矿、坡积砂矿、洪积砂矿、阶地砂矿、河谷砂矿、河床砂矿、海滨砂矿、冰积砂矿和风成砂矿等；按有用矿物可分为砂锡矿床、砂金矿床、金刚石砂矿，独居石－金红石－钛铁矿砂矿等；按时代可划分为现代砂矿（第四纪）和古代砂矿（第三纪及其以前的）。有关的矿产如金、铬、锡、钨、钛、铌、钽、稀土及金刚石、宝石、刚玉、水晶、石英砂和砾石等。

【机械沉积矿床】 minoral deposit by mechanical sedimentation 成矿物质在风．水或冰川中由机械的方式被搬运和沉积形成的矿床称机械沉积矿床。其主要内容是各类型机械沉积的砂矿床。详见“砂矿床”。

【残积砂矿】 eluvial placer 露出地表的含矿的岩石或矿床，经受长期风化作用，使重矿物和含重矿物的岩石碎块在原地富集而形成的砂矿称残积砂矿。其特征是分选性差，大小碎块呈疏松堆积，不具层理，重矿物富集程度一般不很高，有时为浮土所覆盖。残积砂矿一般在比较平缓的地貌条件形成。产在易风化岩石中的一些矿床，如金伯利岩中的金刚石矿床，石灰岩中锡石矿床等，经风化作用后可形成重要的残积砂矿。

【坡积砂矿】　deluvial placer　地表稳定的重矿物沿坡积层集中而形成的矿床称坡积砂矿。坡积砂矿多与残积砂矿密切相关，其特征是，矿体延长不远，一般为数十米到百米左右，分选性很差，有用矿物分布很不均匀。与此有关的矿产，有锡、钨、铌、钽、锆、稀土、金、钴、钛及金刚石等。

【冲积砂矿】　alluvial placer　河流的冲积作用形成的现代机械沉积矿床。许多不易风化，硬度高和比重大的重矿物，在河流的搬运和分选过程中，逐渐富集，形成有工业价值的砂矿床。冲积砂矿按其形成的地貌条件，分成阶地砂矿、河谷砂矿和河床砂矿（见图）。这类砂矿的特征是：重矿物富集程度高，沉积物的分选性较好，矿体延伸的范围较大，重矿物常富集在基岩上面的砾石层下部或冲积层的砂砾质夹层中。有关的矿产，有金、锡、铂、钛、钨、锆、稀土及金刚石、水晶、宝石类等。它是一种重要的砂矿类型，有时还可以根据冲积砂矿的分布，寻找原生矿床。



冲积砂矿发育演化图
1. 向河谷砂矿演变的河床砂矿；
2. 向阶地砂矿演变的河谷砂矿；
3. 在二个水平面上的阶地砂矿

【洪积砂矿】　proluvial placer，　由于短时期和周期性暴雨发生的泥石流、洪水，从残积物和坡积物中携带大量疏松物质，堆积在山麓、山沟、盆地以及喀斯特洞穴中而形成的砂矿床称洪积矿床。其特征是分选性差，有用矿物分布不均匀，有时在疏松沉积层之间，构成透镜状或薄层状矿体。这类矿床在大的原生矿床附近，可构成有较大工业意义的砂矿床。它是属于残坡积砂矿和冲积砂矿间的过渡类型。

【河谷砂矿】　valley placer　分布于河谷底部或谷道附近的砂矿，由河流侧向侵蚀堆积而成。河谷砂矿的特点是埋藏深度和矿层厚度变化都较大，沿着河流长条形分布。矿层分布较广，规模较河床砂矿大，常有较重要的工业意义。

【河床砂矿】　riverbed placer　分布在近代河流的河床中，是正在形成中的砂矿。其特征是沉积物厚度较小，碎屑物质颗粒较粗，细砂及粘土较少。产在河流砂嘴、砂岛和浅滩中的河滩砂矿，也属于河床砂矿。

【阶地砂矿】　bench placer　由新构造运动引起的地壳上升，使早期形成的冲积砂矿层高出现代的河床之上，而成为河床两岸的阶地砂矿。阶地砂矿一般有1—3级，多的可达5级。此外，海滨砂矿也可因海蚀作用，形成海滨阶地砂矿。

【海滨砂矿】　sea－beach placer　海滨地带堆积而成的砂矿床。为海水的波浪和岸流作用下使重砂矿物在滨海地带聚集而成。其特征是：矿物分选较好，重矿物很集中（个别可占砂矿总量80%），砂粒圆度高，颗粒较小（直径很少超过三毫米），含矿砂粒层和不含矿砂粒层常相互交错成层，大而富的海滨砂矿主要分布在河口附近的海滨，呈狭长带状，沿着现代海滩延伸可达几十公里至数百公里。由于地貌的变化，可形成海

滨阶地砂矿和埋藏砂矿等。与海滨砂矿有关的矿产有：锡石、钛铁矿、铬铁矿、金红石、锆石、独居石及石英砂，有时还有自然金、自然铂等。

【蒸发沉积矿床】 evaporite depotit 易溶于水的盐类物质，如钾、钠、钙、镁的卤化物、硫酸盐、硼酸盐及碳酸盐类等，在与海洋基本隔绝的或仅有狭窄通道与海洋相通的海湾、泻湖，残余海以及内陆的封闭湖泊环境中，在干燥气候条件下，经过长期蒸发作用，使盐分不断聚集，达到饱和程度时，盐类分别沉积而形成的沉积矿床。这类矿床有、石膏、硬石膏、岩盐、光卤石、钾石盐、钾盐镁矾、泻利盐，芒硝、无水芒硝、自然碱、钠硼解石和硼砂等盐类矿床。

【盐湖矿床】 saline lake deposlt 含盐度超过3%的具有工业意义的盐湖，盐湖主要分布在干旱地区。盐湖主要有两类：①沿海地区，由于海岸线变迁，造成封闭的或半封闭状态的海湾或泻湖，但海水仍作周期性的或不定期的补给；②内陆沙漠或半沙漠地区的封闭湖泊，它们必须由地表水或地下水不断供应盐分，才能形成规模大的矿床。根据主要盐分，可分为：①碱湖，以碳酸钠占优势；②芒硝湖，以芒硝占优势，也有部分碳酸钠和氯化物；③钾盐湖；④硼酸盐湖等。

【卤水矿】 brine deposit 可供开采的天然卤水矿床，包括盐湖卤水，地下卤水及油田卤水等。利用卤水不仅可以制造食盐，而且可以提取钾、镁、锂、铷、铯、碘、溴、硼和锶等。

【生物化学沉积矿床】 mineral deposit by biogenic and biochemical sedimentation 由生物活动及其影响所形成的矿床。它包括直接由生物遗体堆积而成的矿床（如硅藻土、煤等）和由生物活动过程中直接或间接通过生物化学沉积而成的矿床（如磷块岩，石灰岩及石油等矿床）。这是一大类极为重要的矿床。有关的矿产种类很多，如煤、石油、天然气、石灰岩、磷块岩、硅藻土、自然硫以及某些沉积铁、锰、铜、铀、钒等金属矿床，锗、镓、碘等分散元素矿床等。

【胶体化学沉积矿床】 mineral deposit by colloidal agglutination 成矿物质以胶体溶液的形式在地表的水盆地中凝聚和沉积而成的矿床称胶体化学沉积矿床。成矿物质的来源和胶体的形成主要是：①陆地的风化作用和搬运作用；②火山作用；③水盆地中的化学作用等。有关的矿产有铁、铝、锰等。

【变质矿床】 metamorphic deposit 岩石或早期形成的矿床，受到变质作用，改变了它们原来的形状，结构，构造和物质成分，使原来的物质成分发生强烈的改造或活化转移而富集成为矿床，称变质矿床。变质矿床可分为：①变质生成矿床（又称变成矿床），如石墨矿床；②受变质矿床，如沉积变质铁矿床。

【受变质矿床】　metamorphoseddeposit　内生或外生矿床，由于受到高温、高压、岩浆活动，构造运动等多种因素的影响，使原来的矿物成分，化学成分、物理性质及结构、构造等发生显著变化，但还没有根本改变原有矿床的性质，称受变质矿床。有关的矿产有铁、锰、黄铁矿、钒、铀、铅、锌和金等。我国鞍山式铁矿就是由沉积矿床受变质而成。

【变质生成矿床】　metamorphogenic deposlt　简称“变成矿床”。岩石或矿体经变质作用生成具有新的工业价值的矿床称变质生成矿床。如煤或含碳质岩石受变质作用而形成的石墨矿床等。此外，还有红柱石、蓝晶石和刚玉等矿床也属于变质生成矿床。

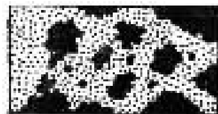
【沉积变质矿床】　sedimento－metamorphic deposit　由沉积作用或火山沉积作用形成的铁、锰、磷、黄铁矿等矿床，经受区域变质作用而发生变质的矿床有人称为沉积变质矿床。在区域变质作用中，沉积矿床受温度、压力、岩浆作用，热液作用以及构造作用的影响，发生脱水作用，重结晶作用，还原作用，交代作用及活化转移等作用，使其矿物成分，矿石的结构、构造以及矿体形态和产状都发生不同程度的变化。

【多因复成矿床】　polygenetic and compound ore deposit　简称复成矿床，经受过多次成矿作用并具有多成因特征的矿床。它既不同于内生矿床，也不同于外生矿床，具有多成矿阶段、多物质来源、多成因类型的特点。

【矿石构造】　structure of ores　矿石内不同成分和不同结构的矿物集合体的形态、大小和相互关系的特征。研究矿石构造可以帮助阐明成矿过程、成矿方式以及成矿的物理化学条件，因而对找矿和勘探以及采矿和选矿等方面都有实际意义。由于矿石构造的形态单位是矿物集合体，通常比较粗大，因此，除了用显微镜观察显微构造外，一般可用肉眼对露头、岩心、手标本或磨光的手标本等进行观察研究。

【浸染状构造】　disseminated structure　矿石矿物在矿石内呈星散状分布。这种星散状的矿石矿物可以是自形程度不同的结晶集合体，也可以是细小的粒状矿物集合体，其粒径通常小于0.2厘米。例如，在斑岩铜矿中，黄铜矿呈浸染状分布在蚀变围岩中。一些含铌铁矿、细晶石等的交代蚀变花岗岩也具浸染状构造。按浸染状矿物的数量多少，可分为稀疏浸染、中等浸染和稠密浸染状构造等。

【斑点状构造】　spotted structure　与浸染状构造相似，唯一区别在于呈星散状分布的矿石矿物集合体的粒径较大，构成斑点，其大小通常在0.5—1厘米左右。例如，铬铁矿自形晶集合体呈斑点状分布在蛇纹石化橄榄岩中。


斑点状构造

【块状构造】　massive structure　一种重要的矿石构造。其特征是：一种或几种矿石矿物粒径较大□且大致相等，彼此均匀地紧密地连生，形成致密的块体。矿石矿物含量常在 80% 以上。富矿石常由块状矿石构成。

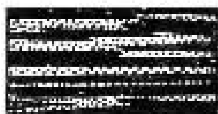
【准块状构造】　para－massive strruCture　矿石矿物的含量在 50—80%，介于稠密浔染至块状构造之间的矿石构造。

【脉状构造】　vein structure　沿着裂隙形成的脉状矿物集合体。如果沿着几组裂隙发育，则生成网脉状构造，充填于张开裂隙中的称“充填脉”，通过交代作用而形成的脉状集合体称“交代脉”。在热液矿床的矿石中，这种构造很常见。在变质矿床和风化矿床的矿石中也有脉状构造。


细脉状构造

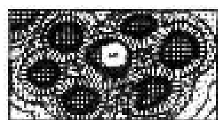
【对称带状构造】　symmetrical banded structure　矿物沿裂隙的两壁向中心发生周期性的不连续沉淀，形成彼此对称□平行于两壁的一种带状构造。这种构造常在由充填作用形成的矿脉中见到。如果两壁不对称，则称为不对称带状构造，这种不对称带状构造多半由多次成矿作用形成。

【条带状构造】　banded structure，ribbon structure　不同成分，不同粒径或不同含量的矿物集合体呈带状交替、重复出现的一种矿石构造。这种构造的成因不一，例如，岩浆成因的铬矿床中，条带构造由结晶分异作用和岩浆流动作用造成，而在热液矿床中，条带构造或是由含矿热液对沉积岩的微层理进行选择性交代形成，或是沿着早期矿石的平行裂隙充填、交代而成。在含铍的矽卡岩矿床中，条带构造尤为显著，故常称为含铍的条纹岩。在沉积变质矿床中，条带构造常由变质作用或变质分异作用造成，在鞍山式铁矿中，这种构造十分普遍。


条带状构造

【马尾丝状构造】　horsetail structure　含矿溶液沿围岩的微层理面或叠层石构造密集的细微裂隙交代或充填形成类似马尾丝状的一种矿石构造。

【环状构造】　concentric structure　又称帽徽状构造，是一种或数种矿物集合体围绕围岩或矿石的碎块发生一次或多次沉淀而形成的构造。这种构造常见于热液充填作用形成的矿床中。

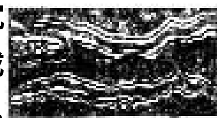

环状构造

【梳状构造】 comb structure 由柱状矿物晶体沿裂隙两壁垂直脉壁向中心生长而形成类似两排梳子状的矿物集合体。在浅成的热液充填矿脉中，这种构造较为常见。在其中心部分有时发育晶簇或晶洞构造。


梳状构造

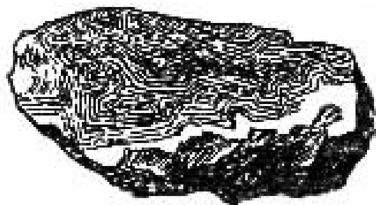
【晶簇构造】 drusy structure 在矿石或岩石的张开裂隙或空洞内生长着晶形完好的矿物集合体。这种构造常见于热液充填矿床和伟晶岩矿床中。在某些风化矿床中也可见到。大型晶簇构造也称晶洞构造。

【胶状构造】 colloform structure，gel structure 胶体沉淀的特征构造，形态一般比较复杂。由于在成矿过程中，常发生不同成份的胶体物质的周期性沉淀，生成平行的同心条带，以后又由于凝胶的脱水，发生收缩，形成弯曲，皱纹和裂缝，使表面呈肾状，葡萄状，球状及结核状等形态，而内部依旧保持同心条带状。在热液矿床中，特别是中低温热液矿床中，以及风化矿床和沉积矿床中，胶状构造的矿石较为常见。

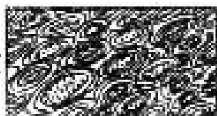

胶状构造

【变胶状构造】 metacolloidal structure 胶体成因的矿石在一定的物理化学条件下经初步重结晶作用所形成的矿石构造。它在外形上还保持着胶状构造的特征，而内部常重结晶成纤维状或放射状的变晶晶体。

【皮壳状构造】 crusty structure 胶体或细小晶体的矿物集合体形成很薄的壳层。有时因周期性的沉淀常形成多层皮壳。如果两壁对称则称为对称皮壳状构造。这种构造通常是由中、低温热液在近地表条件下充填裂隙形成。风化矿床中，也常发育这种构造。


皮壳状构造

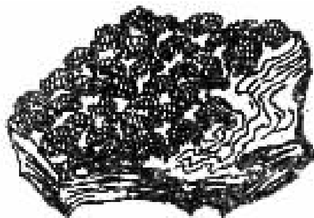
【鲕状构造】 oolitic structure 反映在浅水动荡的环境下，在胶体溶液中，成矿物质以凝胶的方式围绕砂粒或其它碎屑为核心沉淀而成的鲕粒。它是由许多鲕粒所构成的，鲕粒的外形呈球形或椭球形，内心具同心圆及放射状构造。鲕粒表面光滑，粒径通常小于2毫米。我国宜龙式和宁乡式铁矿的矿石中常见鲕状构造。由于鲕粒的粒径小，因此在沉积岩岩石学和某些矿相学教科书中，把它列入矿石结构中。


鲕状构造

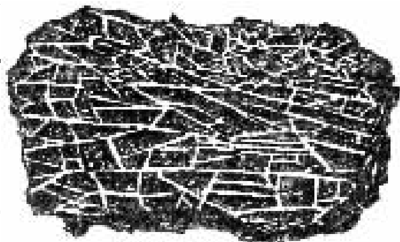
【豆状构造】 pisolitic structure 为胶状构造的一种，由外形似豆粒的矿物集合体所组成。其粒径通常大于 2 毫米。豆状构造在铁、铝等胶体沉积矿床和风化壳矿床中较为常见。如我国山东等地的铝土矿矿石中常具豆状构造。此外，在岩浆矿床中，某些铬铁矿矿石中亦具豆状构造，有人认为是岩浆熔离作用产生，也有人认为是在重熔作用中，一些难熔的残余物，经部分融蚀后堆积形成。

【肾状构造】 reniform structure，Kidney－shaped structure 胶体构造之一种，其特征是外表呈较大的圆形或椭圆形的凸面，形似肾状，光滑发亮，其内部常具层状或条带状构造，粒径几厘米。当由一个肾状体过渡到另一个肾状体时，其层或带的交替顺序仍可保持不变。胶体沉积的铁、锰和铝等矿床，常见有肾状构造的矿石。最近的研究结果认为宜龙式铁矿中的肾状构造系铁质交代叠层石构造而成。一般铁帽中的褐铁矿和针铁矿以及锰帽中的硬锰矿和软锰矿等，也可形成肾状构造的矿石。

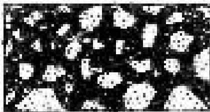
【葡萄状构造】 botryoidat structure 胶体构造的—种。许多外表具球面或半球面突起组成类似葡萄串的一种构造，粒径 1—2 厘米。每个葡萄体具有凸起的表面，有时还具有皱纹。后者是因胶体物质不均匀的干缩所致。其断面常具同心状环带和纤维放射状结构。每个环带层的颜色或宽度往往彼此有差异。当一个葡萄体过渡到另一个葡萄体时，各带交替的顺序保持不变。葡萄状构造广泛发育在铁帽中，孔雀石、硅孔雀石、褐铁矿、针铁矿、硬锰矿、菱锌矿、水锌矿等次生矿物的胶体矿石中常具此种构造。在沉积矿床和低温热液矿床中有时也见到具有这种构造的矿石。


葡萄状褐铁矿石

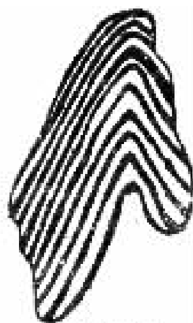
【蜂窝状构造】 honeycomb structure 又称细胞状构造或骨架状构造。有些矿床的矿石（主要是硫化物矿石）在风化作用下，其中一部分矿物发生氧化分解和淋滤流失，形成空洞，而另一些难风化或难溶解的矿物（如石英、石髓和褐铁矿等）被残留下来形成骨架，而呈蜂窝状构造。铁帽中这种构造常很发育，由于具有不同晶形的金属矿物生成不同形状的蜂窝状构造，故具有一定的找矿意义。


蜂窝状褐铁矿石

【角砾状构造】 brecciated structure 根据成因，可分两种情况，一种是成矿物质胶结构造角砾岩、火山角砾岩或其他成因的角砾岩而形成的角砾状构造，另一种是早期形成的矿石受构造作用破碎成为角砾，又为后期成矿物质所胶结而形成的角砾状构造。这种矿石构造在热液矿床中很常见，有时在岩浆矿床和风化矿床中也能见到。

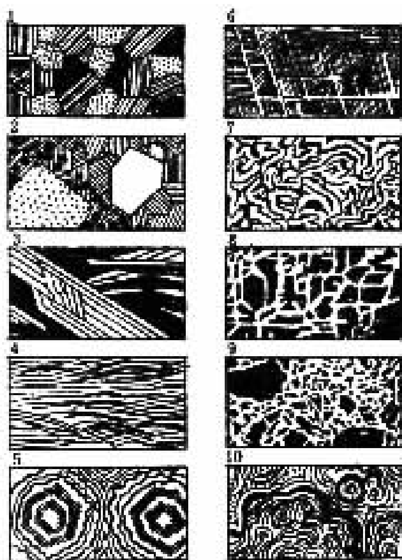

角砾状构造

【残余构造】 relict structure 早期形成的岩石和矿石在后期或新的成矿条件下，被新的矿物集合体所交代□保留部分原岩或原矿石的结构、构造特征和部分矿物的一种构造。它可以在热液交代作用、变质作用和风化作用过程中形成。

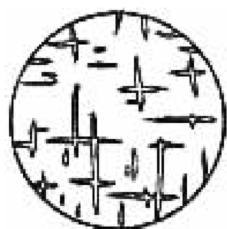

皱纹构造

【皱纹构造】 plicated structure，puckered structure 一些具有片理、叶理，层理的矿石，受动力变质或区域变质时发生揉皱而形成的矿石构造。这种矿石构造在沉积变质矿床，例如鞍山式铁矿中甚为常见。

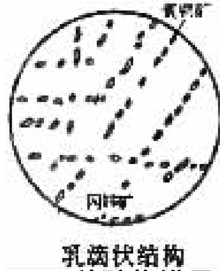
【矿石结构】 texture of ores 组成矿石的矿物结晶程度，颗粒的形状、大小和相互关系以及矿物晶粒与矿物集合体之间的相互关系的特征。研究结构通常需利用光片或薄片在显微镜下进行。通过对矿石结构的研究，可以帮助查明和解决矿物共生关系，矿床生成的物理化学条件和矿床成因等问题，以及合理地选择矿石的加工技术和选矿方法。主要的矿石结构如图。


矿石结构
1. 等粒结构；2. 不等粒结构；3. 片状结构；4. 纤维结构；5. 带状结构；6. 结晶定向结构；7. 紧密连晶结构；8. 交代结构；9. 破碎结构；10. 胶状结构

【固溶体分解结构】 exsolution texture 又称出溶结构。某些晶体化学性质相近的矿物，在高温时可以均匀地混溶在一起，形成固溶体。当温度下降到分解点时，固溶体发生不混溶而分解，形成两种或两种以上矿物连晶，这种连晶结构，称为固溶体分解结构。若干不透明矿物，当温度下降较快时，常分解成排列不规则的乳浊状分散物，称乳浊状结构，当温度缓慢下降时，乳浊物则沿主矿物较薄弱的部位（解理，裂隙，双晶等）聚集成定向的排列，使乳浊体逐渐联结成格状（格状结构），叶片状（叶片状结构）等。温度以极慢的速度下降时，分解物可能分泌到主矿物颗粒的边缘，形成结状结构，粒状结构等。确定固溶体分解结构的主要标志是：两种矿物接触边界平直，无溶蚀现象，如果是格状结构，则在格子的交叉处无膨大现象，而有收缩现象。通过固溶体分解结构可以研究冷却的速率。

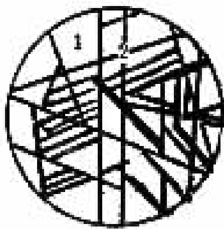

固溶体分解结构

【乳滴状结构】 emulsion texture 又称乳浊状结构。某种矿物在另一种较大的主体矿物颗粒中呈较细小的乳滴状颗粒分布的结构。这种结构可由固溶体分解生成，也可由交代作用生成。它们的区别是固溶体分解形成的乳滴状结构：①乳滴状颗粒和主体矿物的接触边界平滑，无溶蚀现象；②乳滴状颗粒在主体矿物晶粒中心比较密集；③乳滴状颗粒常呈规律的定向分布。交代作用形成的乳滴状结构：①接触边界弯曲，有港湾状溶蚀现象；②乳滴状颗粒在主体矿物的边缘比较密集；③乳滴状颗粒的分布常无一定的方向性。

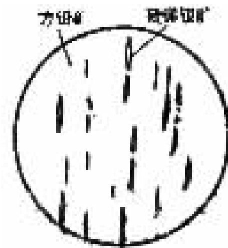


乳滴状结构

【格子状结构】 grating texture 一种矿物沿另一种矿物颗粒的几组解理方向分布而形成的结构。由于几组解理方向相交性质的不同而有矩形，三角形，菱形等格状结构。这种结构可由固溶体分解作用形成，也可由交代作用形成。固溶体分解成因的格状结构的特征是：呈格子状分布的矿物严格地受主体矿物的解理控制，它们之间接触边界平直，无溶蚀现象，格子相交处不膨大，且常有缩小现象；交代成因的格状结构常与前一种情况相反。



格子状结构
1. 磁铁矿，2. 钛铁矿

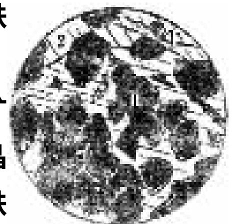


叶片状结构

矿中呈叶片状结构。

【叶片状结构】 leaf－like texture，lamellar texture 是由叶片状矿物集合体形成或是由固溶体分解出来的叶片状矿物形成的一种矿石结构。后者如钛铁矿在磁铁矿中；硫锑银矿在方铅矿中呈叶片状结构。

【自形晶粒状结构】 idiomorphic granular texture 矿石中矿石矿物颗粒具有较完好的结晶外形的结构。具此种结构的矿物一般是结晶较早的或具有较强结晶生长能力的矿物。如矿石中的铬铁矿、黄铁矿、毒砂、磁铁矿和锡石等常具此种结构。



自形晶粒状结构

【半自形晶粒状结构】 hypidiomorphic granular texture　**矿石中矿石矿物颗粒的结晶外形发育不完全或只有部分晶面发育的一种结构。某些铬铁矿矿石和黄铁矿矿石具此种结构。**

【他形晶粒状结构】 allotriomorphic granular texture　**矿石中的矿石矿物颗粒不具自己的结晶外形，而呈被充填的孔洞的外形或不规则形状的一种矿石结构。硫化物矿石中的黄铜矿常具此种结构。**

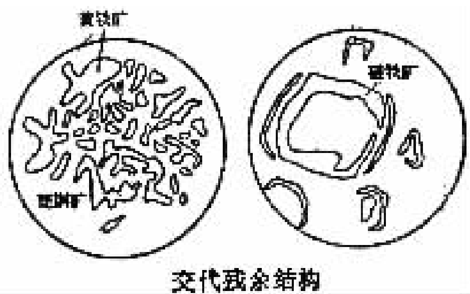
【海绵陨铁结构】 sideronitic rexture　**晚期岩浆矿床特征性的一种矿石结构。其特点是岩浆晚期结晶的矿石矿物呈他形晶充填在早期自形程度较高的硅酸盐矿物颗粒间，在外貌上，矿石矿物好像是硅酸盐矿物的胶结物，许多钒钛磁铁矿矿石常具有这种结构。有的文献将海绵陨铁结构称为海绵晶铁结构或陨铁结构。**

【包含结构】 poikilitic texture　**又称嵌晶结构，大的矿物颗粒中包含有其他矿物小颗粒。例如，许多铬尖晶石颗粒包含在大的辉石晶体中及磁铁矿包含在大的黄铁矿中。这些被包裹的矿物一般是呈不规则状分布。**



包含结构

【交代残余结构】 metasomatic relict texture　**早期形成的矿物颗粒被晚期形成的矿物交代熔蚀后，呈不规则形状残留于晚期矿物中的一种结构。交代残余结构在热液矿床中非常普遍。按交代残留矿物的不同特征，可分为：①蠕虫状残余结构：被交代的早期矿物呈蠕虫状残余物包含在晚期矿物中；②边缘交代结构：交代作用是沿着早期矿物颗粒的边缘进行的；③骸晶结构：当交代作用从矿物晶体的核心向边缘进行时，被交代矿物仍保留有较清楚的结晶外形，一般被交代矿物显示浑圆状外形，有时呈残余的孤岛状，交代矿物则常呈尖角状外形沿裂隙分布。**



交代残余结构

【蠕虫状结构】 myrmekitic texture　**见“交代残余结构”。**

【骸晶结构】 skeleton texture　**见“交代残余结构”。**

【斑状变晶结构】 porphyroblastic texture　**变晶结构的一种。矿石在变质作用和热液作用下发生重结晶或交代作用时，形成晶粒大小悬殊的一种变晶结构。**

【花岗变晶结构】 granoblastic texture 变晶结构的一种。矿石在动力和区域变质作用下发生重结晶或交代作用时，形成晶粒粒径大致相等的一种变晶结构。晶粒形状为自形或他形，颗粒间一般没有熔蚀现象。

【交代晶体结构】 metacrystal rexture 又称代晶结构，是在固态介质中由交代作用形成，具有完好自形晶体的一种特殊交代结构。自形程度很高的晶体反而较周围矿物更晚形成。其标志为：①比周围矿物具较完好的结晶形态；②往往沿裂隙分布，具链状展布的特征；③“代晶”中常有周围矿物的残余物。

【压碎结构】 crushtextue 矿物形成后受机械破碎而形成的一种结构。

【揉皱结构】 crumpled tex ture 矿石中的矿物受力后发生塑性变形，形成弯曲皱纹的一种结构。如方铅矿，辉锑矿等塑性矿物受构造变动后，往往生成揉皱结构。

各　　论

【铁矿床】 iron deposit 含有的铁质在当时工业技术条件下，能经济地提取出来作为金属铁应用且有一定储量的地质体。按成因铁矿床约可分为五大类：一是直接与岩浆作用有关的铁矿床，有两个亚类：①分异型晚期岩浆铁矿床；②贯入型晚期岩浆铁矿床。二是接触交代－气液型铁矿床，有三个亚类：①接触交代－高温热液型铁矿床（矽卡岩型）；②高温气液交代，充填型铁矿床；③中低温气液交代，充填型铁矿床。三是与沉积作用有关的铁矿床，有四个亚类：①海相化学沉积型铁矿床；②海相火山－沉积型铁矿床；③海陆交替相及内陆湖泊相沉积型铁矿床；④沼泽沉积型铁矿床。四是与地表风化作用有关的铁矿床，有三个亚类：①铁帽型铁矿床；②红土化型铁矿床；③残积坡积型铁矿床。五是与区域变质作用有关的铁矿床可分为：①变质海相火山－沉积型铁矿床；②变质海相化学沉积型铁矿床。由于铁在地壳和地幔中有高的丰度，在不同地质时期、不同环境和不同成矿作用中都可形成铁矿，故类型繁多，还有一些成因类型不明的铁矿床。在中国具重要工业价值的铁矿床类型为：①受区域变质海相火山－沉积型铁矿床，如鞍山式、镜铁山式铁矿床；②分异型晚期岩浆铁矿床。如攀枝花式钒钛磁铁矿床；③接触交代－高温热液型铁矿床（广义的矽卡岩型），如大冶式铁矿床；④白云鄂博式铁矿床；⑤石碌式铁矿床；⑥海相化学沉积型铁矿床，如宣龙式、宁乡式铁矿床。以及玢岩铁矿，如梅山式铁矿。铁矿床中能为工业利用来冶炼钢铁的主要含铁矿物为铁的氧化物，磁铁矿和赤铁矿（假象赤铁矿、针铁矿等）、褐铁矿和菱铁矿。

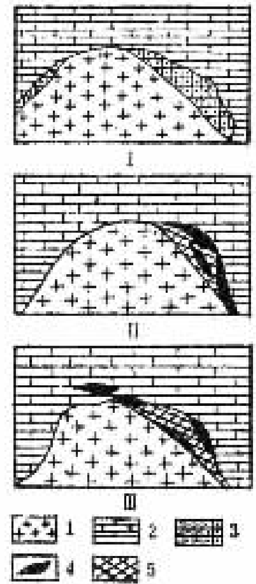
【钒钛磁铁矿矿床】 vanadic titanomagnetite deposit 由岩浆结晶晚期分异形成的富含铁、钒、钛元素的残余岩浆冷凝形成的铁矿床。矿床储量一般规模巨大。根据其成矿

条件的不同，又可分为岩浆晚期分异型铁矿床（攀枝花式）和岩浆晚期分异贯入型铁矿床（大庙式）两种。

【攀枝花式铁矿床】 Panzhihuatype vanadie titanomagnetite deposit 岩浆晚期分异型铁矿床。因首先在我国攀枝花发现而得名。攀枝花式矿床产于辉长岩-橄辉岩等基性、超基性火成岩体中。含矿岩体延长几公里至几十公里，宽一至几公里，分异好，相带明显，韵律清楚。铁矿体在岩体中多呈较规则的似层状，分布手岩体中、下部，与岩体的韵律层呈平行互层产出。矿床由几层至几十层平行矿体组成。矿体总厚几十米到二、三百米不等，延深达千米以上。矿石构造呈致密块状、条带状及浸染状，具陨铁嵌晶结构、固溶体分解结构等。矿石金属矿物主要是含钒、钛磁铁矿（由钛铁矿、镁铝尖晶石、钛铁晶石、磁铁矿组成的复合矿物），粒状钛铁矿及少量磁黄铁矿和少量钴、镍、铜等硫化物；脉石矿物主要为辉石、基性斜长石、橄榄石、磷灰石等。矿石成分含全铁（TFe）20—45%，$TiO_2$3—16%，$V_2O_5$0.15—0.5%，$Cr_2O_3$0.1—0.38%，伴生有微量铜、钴、镍、镓、锰、磷、硒、碲、钪及铂族元素。此类矿床除铁外，为钒、钛金属的重要来源，其他多种组分也可综合回收利用。在目前的技术条件下，矿石必须经选矿才可炼铁。

【大庙式铁矿床】 Damiao-typeiron deposit 属晚期岩浆贯入型矿床，典型矿床位于河北省北部的大庙而得名。铁矿体产于辉长岩、斜长岩中，沿岩体裂隙或辉长岩与斜长岩接触带贯入形成钒钛磁铁矿床。矿体成扁豆状、脉状，雁行式成群产出，与围岩界线清楚，向下延伸呈分支或合并现象，并多有盲矿体。单个矿体长数米到几百米。矿石呈致密块状、浸染状。主要矿物为磁铁矿、钛铁矿、赤铁矿、金红石、绿泥石等。铁矿围岩常有绿泥石和绿帘石化现象，部分浸染状矿石中含有少量斜长石、辉石、阳起石、纤闪石和磷灰石。为中-贫矿。

【基鲁纳铁矿床】 Kiruna iron deposit 典型的晚期岩浆矿床。矿床位于瑞典北部的诺尔博登区。为三十个同类矿床中最主要的一个，以规模巨大闻名于世。铁矿体呈巨大脉状，赋有于太古代砾岩等变质沉积岩、火山岩之上的石英斑岩与正长斑岩间，近南北向延长达5000多米，延深达1000米以上，厚34—152米，平均达90米，变化较大。矿石以致密块状为主，偶有角砾状，由磁铁矿和少量赤铁矿、辉石、角闪石、电气石、黑云母、锆石、方解石和石英组成。矿石中不均匀地富含氟磷灰石（含量有时可达12—15%），向深部磷灰石减少。矿石品位含铁58—70%，磷0.01—0.5%，硫低于0.05%，锰0.7%，二氧化钛0.3%，钒0.13—0.18%。在富含磷灰石的铁矿体周围围岩中有绢云母化、硅化和碳酸盐化，其它地段围岩中有的发育阳起石—方柱石矽卡岩。



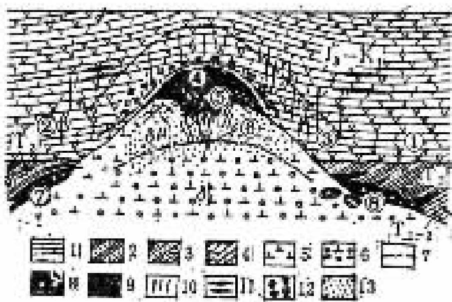
矽卡岩矿床类型
Ⅰ. 矿体与矽卡岩同时形成的；Ⅱ. 矿体晚于矽卡岩；Ⅲ. 矿体叠加在矽卡岩上
1. 花岗闪长岩；2. 石灰岩；3. 含矿矽卡岩；4. 矿石；5. 无矿矽卡岩

【矽卡岩型铁矿床】 skarn iron deposit 接触变质–高温热液交代成因形成的铁矿床，矿石主要为含铁矿物的矽卡岩，故名。我国这类矿床主要赋存于燕山期，少数为华力西期或其它时期的中–弱酸性岩株、岩瘤状小侵入体与碳酸盐岩或含钙质较多的沉积岩或火山岩的接触带，由接触变质，双交代作用形成的矽卡岩中。有的矿体外延到非矽卡岩围岩中。矿体常大小成群产出，形态复杂，呈透镜状、囊状、不规则状或脉状等。铁矿石以块状为主，次为浸染状、斑点团块状、角砾状等。矿物成分比较复杂，金属矿物以磁铁矿为主，次为假象赤铁矿和赤铁矿，常共生黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、辉钼矿、白铁矿，方铅矿、闪锌矿等。非金属矿物主要有以钙铁榴石、透辉石、钙铁辉石、钙铝榴石、绿帘石、阳起石、柱石、符山石等为特征的矽卡岩矿物，其次为白云石、方解石、黑云母、绿泥石、角闪石、黑色绿云母、石英、蛇纹石、磷灰石等。有些矽卡岩型铁矿及矽卡岩中含大量细粒锡石和胶态锡；有的则含较多的硼镁石或硼镁铁矿。矽卡岩型铁矿常为单铁、铜–铁、铁–铜–钼、铁–锡或铁–硼等具工业价值的矿床。矽卡岩铜–铁矿体中常伴生有可综合利用的钴，有时还有金、银、钨、镍、铅、锌以及硫等。铁矿石中含铁30—70%，磷低，但硫一般较高，贫矿含二氧化硅高。矿床规模：铁从小型到大型（亿吨以上），铜从小型到百万吨，锡也可到大型。这类矿床在我国分布广泛，是富铁、富铜矿的重要类型。

【大冶式铁矿床】 Day–type irondeposit 位于湖北大冶县西北，为赋存于复背斜一翼，燕山期闪长岩体与三叠纪大冶灰岩接触带上的接触变质–高温热液交代成因铁矿床和铁铜矿床。一组含铁铜矿体沿岩体与围岩接触带断续分布，延长达几公里，呈不规则似层状、囊状、团块状和脉状，单个矿体长几百米到千米，厚30—120米。矿石为致密状，以磁铁矿为主，浅部有赤铁矿。伴生黄铜矿和黄铁矿，氧化带有假象赤铁矿。非金属矿物除矽卡岩矿物外还有方解石、石英等。矿石含铁品位中—高，含硫高、含磷低。

【邯邢式铁矿床】　Han－Xing－type iron deposit　一种矽卡岩型矿床，以产于邯郸一邢台一带而得名。为赋存于由燕山期二长岩、正长闪长岩、闪长岩等与中奥陶世马家沟灰岩接触带上的铁矿床。矿体呈似层状、透镜状。矿石呈块状、浸染状、条带状、团块状、角砾状，主要由磁铁矿、假象赤铁矿和矽卡岩矿物组成，伴生少量黄铁矿、黄铜矿。围岩有矽卡岩化，钠长石化、金云母化等。铁矿体两侧有蚀变分带现象。

【玢岩铁矿床】　porphyritic iron deposit　产于富钠质的辉石玄武安山玢岩－辉长闪长玢岩中的铁矿床。典型矿床产于南京－芜湖地区的中生代陆相火山岩断陷盆地中，同偏硷性的玄武安山质岩浆的火山－侵入活动有密切成因关系。玢岩铁矿的类型主要有晚期岩浆到高温气液交代（陶村式）、伟晶高温气液交代－充填（凹山式）、矿浆充填和气化－热液复合成因（梅山式、姑山式）、高中温热液交代（凤凰山式）、中温热液交代铁硫矿（向山式）、中低温热液交代－充填（龙虎山式）以及火山岩中火山喷发沉积（龙旗山式、竹园山式）等，它们的时空分布关系密切与同一个火山－侵入活动中心地带有关。深部较大岩体或岩带的向上突出部分（岩钟、岩穹、岩瘤、岩舌、岩枝等）的不同部位形成不同形态的辉长闪长玢岩－辉长闪长次火山小岩体。于是，同－岩浆火山－侵入活动在不同地质条件和控矿条件下便形成矿化特征相异，但具内在联系的一个铁矿系列，矿体形态除火山沉积成因的层状、似层状外，还有透镜状、囊状、柱状、巢状和脉状等，规模大小不一。铁矿的重要构造特征为角砾状矿石和钟状矿体。脉状矿体多数赋存于小岩体顶部，也有远离岩体的。矿石主要为透辉石（阳起石）－磷灰石－磁铁矿。磷灰石局部可达单独开采品位。磁铁矿以富含钛、钒为特征。在铁矿化带外围常有黄铁矿化、铜－多金属矿化、硬石膏化和明矾石化。含矿岩体及接触带岩石均遭受强烈蚀变，特别在矿体下部，常有强烈的钠长石化。



玢岩铁矿模式图

①龙旗山式，②竹园山式，③龙虎山式，④梅山式；⑤凹山式；⑥陶村式；⑦向山式，⑧姑山式，凤凰山式

1.石灰岩，2.砂页岩，3.砂岩，4.火山岩，5.辉长闪长玢岩，6.辉长闪长岩，7.蚀变分带界线，8.角砾状矿石，9.块状矿石，10.铁矿脉，11.层状铁矿，12.黄铁矿化，13.浸染状铁矿化

【凹山式铁矿床】　Aoshan－type iron deposit　玢岩铁矿系列中的气成伟晶铁矿床，典型矿床因产于安徽当涂凹山而得名。矿体呈不规则脉状、网脉状产于闪长玢岩岩体顶部及边部，部分伸入到围岩安山质凝灰岩中。矿石由磁铁矿（赤铁矿）、磷灰石、透辉石（阳起石）组成，常呈粗晶及伟晶产出。阳起石已变成绿高岭石。磁铁矿、阳起石、磷灰石常呈文象结构；有时阳起石呈脉状穿插于磁铁矿、磷灰石矿石中。磷灰石呈良好的自形晶。矿石含铁品位为25—55%以上，含磷品位从千分之几到百分之几，含硫很

低，二氧化硅7—10%。这类矿床曾定为后期岩浆或伟晶期生成的磁铁矿，经中温热液作用而生成赤铁矿和贯入型气成–高温热液矿床。七十年代中期进一步研究定为气成伟晶矿床。

【梅山式铁矿床】　Meishan – type iron deposit　属玢岩铁矿系列。矿体产于江宁梅山的辉长闪长玢岩与黑云母辉石安山岩的接触带上，为一大型透镜状矿体。矿石主要为块状、浸染状和角砾状构造。顶部为角砾状矿石，中下部为块状和浸染状矿石。矿石矿物以磁铁矿及假象赤铁矿为主，菱铁矿和少量黄铁矿、黄铜矿次之；脉石矿物为石榴石、透辉石、方柱石、磷灰石、碳酸盐矿物等。矿石含铁品位高，并伴生钒，含硫较高。近矿围岩蚀变有石榴石化、透辉石化、硅化、高岭土化、黄铁矿化、碳酸盐化等，自上而下垂直分带明显，属接触交代–充填矿床，部分可能为矿浆贯入成矿。

【凤凰山式铁矿床】　Fenghuangshantype iron deposit　为玢岩铁矿系列中的中–高温气液交代–充填矿床。此类铁矿产于辉长闪长岩、辉长闪长玢岩与前火山岩系三叠纪砂页岩和灰岩等沉积岩接触带上。矿体主要赋存于沉积岩一侧，呈透镜状、似层状。矿石呈块状、浸染状，由磁铁矿、磷灰石、金云母以及透辉石、阳起石或由磁铁矿转变成的假象赤铁矿组成。围岩有角砾化、强烈碳酸盐化和高岭土化以及钠长石化、金云母化、阳起石化、绢云母化、硅化等。

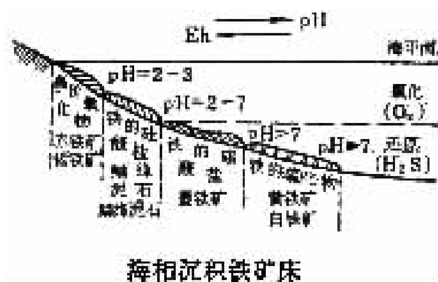
【南山式铁矿床】　Nanshan – type iron deposit　中温热液矿床，属玢岩铁矿系列，产于安徽马鞍山市南山，赋存于中生代闪长玢岩和凝灰岩、凝灰角砾岩以及砂页岩为主的接触带中。矿体呈不规则鞍状，沿走向倾向都有尖灭再现现象。单个矿体长240—600米。矿石呈浸染状、网脉状。以磁铁矿为主，含赤铁矿、镜铁矿、钛铁矿、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿。脉石矿物有钠长石、更长石、阳起石、绿泥石、绿帘石、辉石、石膏，磷灰石、榍石、电气石、黑云母、蛭石、金云母、高岭石、绢、云母、石英和碳酸盐矿物。地表则以假象赤铁矿为主。矿石主要为中–贫矿，硫、磷含量较高，伴生有钒。

【铁矿山式铁矿床】　Tiekuangshan type irpn deposit　中温热液菱铁矿床。矿床位于贵州水城，赋存于泥盆系上统蚀变白云岩或白云石化灰岩中，多层状。矿化带一般呈透镜状、扁豆状，向南东方向侧伏排列。矿体变化大，膨缩、分支复合明显，与围岩渐变过渡。矿石矿物以菱铁矿为主，伴生矿物有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿、辉铜矿、辉锑矿等；呈细脉或浸染状产于铁矿石中；脉石矿物有少量白云石、石英、铁白云石和方解石、重晶石。钙镁氧化物与硅铝氧化物之比达2.14，为碱性矿石，硫高磷低。近矿围岩有黄铁矿化、铁白云石化、硅化、白云石化、方解石化和重晶石化等。

【黑鹰山式铁矿床】　Heiyingshan type iron deposit　火山沉积－热液矿床。矿体赋存于石炭二叠系上部火山岩组流纹岩段凝灰岩和强硅化凝灰岩中。含矿火山岩上下主要为凝灰岩、赤铁碧玉岩。大小矿体二百多个，成群或零星产出。矿体形态较复杂，呈扁豆状、透镜状、囊状、鸡窝状等，大致呈雁行状排列。矿石呈致密块状或浸染状、细脉状，以假象赤铁矿、磁铁矿为主，褐铁矿、黄铁矿、黄铜矿和脉石矿物石英、绿泥石、磷灰石、方解石、萤石等次之。矿石贫富各半，约有25％为平炉富矿。围岩具绿泥石化、硅化、黄铁矿化、碳酸盐化、绢云母化和蛇纹石化。矿床位于内蒙古黑鹰山而得名。

【朱崖式铁矿床】　Zhuya－type－iron deposit　可能属于热液充填交代型铁矿。有人认为是喀斯特型风化淋滤矿床，产于山东淄博朱崖，故名。矿体呈似层状和脉状、囊状，赋存于中奥陶统马家沟组第一段上部厚层灰岩、第二段中部含燧石厚层灰岩和上寒武统灰岩中。顶板常为铁矿化灰岩。矿体呈似层状成群产出，大小不一，分布受淄河断裂及次级层间裂隙和围岩岩性控制。矿体中夹有矿化泥质灰岩、矿化灰岩等包体和夹层。在两个方向构造断裂交叉部位，矿体富集。脉状矿体主要赋存于含燧石结核厚层灰岩内。矿石有褐铁矿矿石、赤铁矿石、赤铁－褐铁矿和镜铁－褐铁矿矿石等。

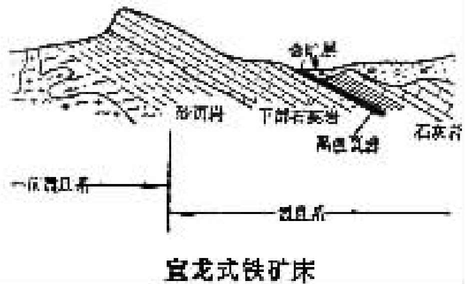
【沉积型铁矿床】　sedimentary iron deposit　与沉积作用有主要成因关系的铁矿。按沉积环境可分为浅海相化学沉积型铁矿，海相火山－沉积型铁矿，海陆交替相及内陆湖泊相沉积型铁矿，沼泽沉积型铁矿。浅海相沉积铁矿占沉积铁矿总量约87％，而陆相沉积矿床约占总量的13％。海相沉积铁矿矿体呈单层或多层层状，延长及宽度较大，但厚度一般较薄。矿石矿物为赤铁矿或菱铁矿或两者都有，常呈鲕状、豆状、肾状、并有鲕绿泥石。矿石含铁品位中等，也有富矿。一般含磷较高，有的含锰较高，有的为自熔性矿石。矿床规模中、小型到大型。内陆湖泊相和沼泽相铁矿呈似层状、扁豆状或凸镜状，长、宽、厚都较小，矿石矿物以褐铁矿和菱铁矿为主，无鲕绿泥石和鲕状结构出现。矿石含铁以中、低品位为主，也有富矿。总的储量规模不大。



海相沉积铁矿床

【宣龙式铁矿床】　Xuanlong－type iron deposit　产于河北宣化、龙关一带，赋存于长城系串岭沟组底部的海相化学沉积铁矿，有3—7层矿与砂页岩互层，构成厚几十米的含矿带。其上为大红峪组灰岩及钙质砂岩，其下为长城组石英岩，矿层底板和砂岩夹层都有交错层及波痕。铁矿体呈层状及扁豆状。单层厚0.7—2米，变化小。矿石主要为赤铁矿，最上一层矿顶部有菱铁矿。矿石中还有镜铁矿、石英、方解石和黄铁矿、鲕绿泥石、绿泥石、磷灰石等。具鲕状、豆状及肾状构造。鲕粒中心大多为半圆形棱角状石英粒，粒径几毫米。鲕粒间为土状赤铁矿和石英碎屑胶结。矿石一般含铁30—50%，硫、磷含量较低，二氧化硅含量高。矿床储量规模小到大型。

【四海式铁矿床】　Sihai－type iron depoait　海相沉积含锰赤铁矿、菱铁矿矿床，产于蓟县系上部铁岭灰岩与页岩互层的上部层位中。铁矿呈层状或囊状，厚1—2米。矿石由粒状赤铁矿、角砾状赤铁矿、褐铁矿及锰菱铁矿组成。有些地区渐变为铁锰矿或含锰质铁矿，甚至相变为燧石层。铁矿层矿石品位中等。规模大、中型，主要分布于河北省北部地区。


宣龙式铁矿床

【宁南式铁矿床】　Ningnan－type iron deposit　矿床产于四川宁南县而得名，为海相沉积赤铁矿床，产于中奥陶统下部巧家层中，含矿带长达几十公里，宽1—2公里。矿层顶板为灰色、深灰色，厚层状虎皮纹状微晶质灰岩和砂质泥灰岩，底板为厚层状不规则泥质条带微晶石灰岩。有两层矿，上层矿厚几米为赤红色鲕状赤铁矿，由铁质和碳酸盐胶结，含铁较富；下层矿厚仅几十公分，为紫红色、暗紫色鲕状赤铁矿和鲕绿泥石，由碳酸盐和泥质物胶结而成，含铁贫，下层矿底部，间有致密赤铁矿层，含铁品位较高，但不稳定。

【江油式铁矿床】　Jiangyou－type iron deposit　海相沉积赤铁矿。矿层产于志留系上部的新滩页岩中，有矿3—6层，多者达10层，呈似层状、透镜状。矿石为鲕状赤铁矿，含铁品位30—50%，二氧化硅百分之十几，硫、磷很低。因产于四川江油而得名，主要分布于四川龙门山一带。

【宁乡式铁矿床】　Nigxiang－type iron deposit　一种海相化学沉积型铁矿，赋存于中上泥盆统砂页岩中。因首先发现于湖南宁乡而得名。矿体呈层状，主要矿层1—4层，层间夹绿泥石页岩或细砂岩。矿层延伸几百米至几千米，常递变为绿泥石质砂岩或粉砂岩。矿层厚度从0.5—2米。矿石矿物为磁铁矿、赤铁矿、石英、绿泥石、碳酸盐。具鲕状构造，鲕粒为石英碎屑、绿泥石，磁铁矿、胶状赤铁矿、海绿石等，由白云石、方解石、菱铁矿所胶结。矿石含铁25—50%，一般含二氧化硅和磷高，含硫低。宁乡式

铁矿在长江以南各地分布较广。

【和靖式铁矿床】 Hejing－type iron deposit 海相沉积赤铁矿，赋存于下石炭统中，矿体呈层状，长几百米，厚10—20米。矿石呈条带状和鲕状，以赤铁矿为主，褐铁矿、磁铁矿、镜铁矿次之。非金属矿物有石英、方解石、碧玉、重晶石、云母等。矿石品位中等，规模也不大。已知产地为新疆和靖故名。

【山西式铁矿床】 Shanxi－type irondeposit 赋存于奥陶系侵蚀面上、中上石炭系底部粘土岩中的铁矿。呈豆荚状、囊状、团块状及灰岩中的细脉，形状不规则。单个矿体大小从土豆状到长宽几米、几十米，最大到百余米。矿石为致密块状或带空洞的赤铁矿、褐铁矿。矿石含铁品位中至高，含硫较低，二氧化硅百分之几到二十几，磷百分之几到千分之几。山西式铁矿分布于河北、山西等地，分布面积较大，但储量规模都很小。矿床的成因有认为是浅海相沉积，有认为是古风化成因，也有认为是沉积黄铁矿氧化而成。

【涪陵式铁矿床】 Fuling－type iron deposit 海相沉积矿床。矿体赋存于下二叠统铜矿溪层页岩、砂页岩中。矿层厚几十公分至2米，可渐变为豆状硬页岩或含锰铁矿层。矿石为鲕状、豆状或块状赤铁矿，有时含黄铁矿及菱铁矿。矿石含铁品位贫富都有，硫、磷较高，矿床规模小。以产于四川涪陵而得名，分布于四川、贵州。

【寿阳式铁矿床】 Shouyang－type iron deposit 湖相沉积铁矿床。矿体赋存于二叠系石盒子组中部黄绿色砂页岩内或底部紫色页岩中。矿层呈透镜状、板状、扁豆状，1—4层，单层厚一般0.5—0.7米。极不稳定，常迅速变薄或趋于尖灭。浅部氧化矿石由致密块状硬锰矿、软锰矿、褐铁矿及稀散结核状或片状硬锰矿、褐铁矿组成。深部则为含锰菱铁矿，共生有绿泥石和磷灰石。矿石含铁低于40%，含锰百分之几至十几，硫0—0.01%，磷低于百分之几。矿床规模不大。因产于山西寿阳而得名。

【綦江式铁矿床】 Qijiang－type iron deposit 湖相沉积矿床。矿体赋存于侏罗纪煤系砂页岩中，呈层状或似层状。透镜体长达几十至几百米，厚度小于2米。矿石为鲕状或块状赤铁矿、菱铁矿，有时为褐铁矿、少量黄铜矿、黄铁矿。有的可相变为含铁砂岩。铁矿大部分含铁达富矿品位，硫、磷不高。矿床具中小型规模，主要分布于四川綦江一带和贵州北部。

【华亭式铁矿床】 Huating－type iron deposit 湖相沉积铁矿床。矿体赋存于白垩纪粘土或砂质页岩中，呈层状。矿层延展大，厚度小于1米。矿石为含较多粘土杂质的赤铁矿，品位很低。分布于甘肃六盘山以东华亭一带。

【右江式铁矿床】 Youjiang – type iron deposit 湖相沉积矿床赋存于第三纪渐新统煤系中，为豆荚状、结核状菱铁矿。矿石含铁品位 38%，二氧化硅 6—8%。主要分布于广西右江流域而得名。

【洛林式铁矿床】 Lorraine – type iron deposit 沉积铁矿床。位于法国与德意志联邦共和国交界附近的洛林区。矿区分布面积达 1100 平方公里，东部深入卢森堡国境内，为仅次于利尔湖相沉积铁矿床的大型铁矿，是鲕褐铁矿型铁矿床。多层矿体赋存于下阿阿林砂岩和上阿阿林泥灰岩间，矿层与厚度相近的非矿层呈互层。在主要矿区奥坦日兰德尔区，含矿地层自上而下分为红色矿层 1—4 层，黄色矿层 1—2 层，灰色、棕色、黑色矿层 1—2 层和绿色矿层 1—2 层，总厚达 60 米，单层厚 1—6 米。其中灰色矿层比较稳定，厚 4—9 米。矿石呈鲕状，鲕粒细小，由针铁矿和磷褐铁矿和凝胶状含水氧化铁组成，并含有含铁绿泥石、菱铁矿。胶结物的成分与鲕粒相同。矿石含铁 30—50%，硫 0. 01—0. 14%，钒 0. 1%。总储量达 150 亿吨。洛林是著名的欧洲煤钢联营的铁矿基地。

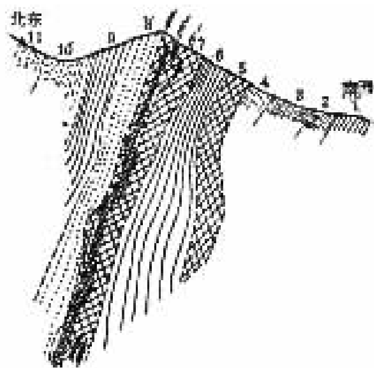
【刻赤式铁矿床】 Kerch iron deposit 浅水泻湖沉积铁矿。位于里海刻赤半岛东北缘。矿层赋存于三叠纪地层构成的向斜中。顶板为夹含铁砂岩的粘土，底板为铁质砂岩及含鲕状粘土和介壳灰岩夹层。矿层厚几米，由褶曲而增厚到 25 至 30 米。矿体产状平缓。矿石为鲕状铁矿被铁、锰的氧化物和碳酸盐以及重晶石、含水铁硅酸铝和磷酸盐胶结而成。矿石呈棕色的水针铁矿和黄褐色的水针铁矿、鳞绿泥石和绿高岭石等。含铁 20—25%，锰 0. 1—11%，磷 0. 4—4. 5%，硫 0. 01—0. 6% 以及少量钒和砷。储量达几十亿吨，为苏联有名的铁矿床。

【温都尔庙铁矿床】 Wendurmiao type iron depcsit 可能属于与火山作用有关的铁矿。矿体赋存于绿泥石 – 绢云母片岩中。片岩认为是由一套火山喷发沉积物经区域变质作用而成。矿体呈多层层状、扁豆状，产状与围岩一致。单个矿体长 200 多米到 1000 米以上，一般厚 5—10 米，最厚达百米以上。矿石为假象 – 半假象赤铁矿、赤铁矿、褐铁矿、石英、绢云母以及少量黄铁矿、磷灰石、锰的氧化物等。矿石矿物粒度细小，含铁 30—40%，含钛、锰、硫、磷均较高。矿区位于内蒙古自治区集二铁路线的温都尔庙地区故名。

【受变质沉积铁矿床】 metamorphosed sedimentary iron depcsit 前寒武纪（特别是太古代）沉积铁矿经受不同程度的区域变质作用而形成的铁矿床。这类铁矿床主要分布在后来的地台地盾区，时空分布相当广泛。矿床时代最老的已知在 30 亿年以上，以 26—18 亿年最多。分布于加拿大、美国、巴西、委内瑞拉、澳大利亚、中国、苏联、西非、南非、印度等地。矿石总储量估计达 2300 亿吨，占世界铁矿总储量约 65%，其中富矿约 1000 多亿吨，是世界上最重要的铁矿石来源。矿床规模巨大，呈层状，长几

百至千公里以上，宽几十到百公里以上，厚达几十至几百米，有大量富矿石寓于贫矿中。这类铁矿床世界著名的有北美苏必利尔湖型（也称上湖型），苏联克里沃罗格和库尔斯克磁异常区，南美巴西米拉斯－吉拉斯，卡拉贾斯，澳大利亚哈默斯利和我国鞍山、本溪铁矿等。

【鞍山式铁矿床】　Anshan－type iron deposit　海相火山－沉积变质型铁矿床，产于辽宁鞍山、本溪一带。铁矿赋存于太古界鞍山群下混合岩层中。下混合岩层由角闪岩层、含铁层、硅质岩层组成，其上为混合岩层。含铁层分上下两个含铁带，由角闪岩、云母片岩、钠长石片岩、绿泥石片岩和多层含铁石英岩组成。以弓长岭为例，其剖面自下而上为混合岩、角闪岩→绿泥石－角闪片岩和云母片岩→第一层铁矿层→角闪岩→第二铁矿层→石英云母片岩和钠长片岩→第三铁矿层→石英－云母钠长片岩→第四铁矿层→角闪岩→第五铁矿层→角闪岩→第六铁矿层→绿泥石片岩、混合岩。矿体呈层状、似层状，主要为含铁石英岩，个别地段也有含铁角闪岩。矿石致密块状和黑白条带状。条带宽1—20—30毫米。由磁铁矿、赤铁矿、假象赤铁矿、石英、角闪石及少量菱铁矿、白云母等组成。矿石可分为角闪石－磁铁矿－石英，磁铁矿－石英，赤铁矿－石英等组合。富铁矿石以致密块状赤铁矿、磁铁矿为主，还有疏松状磁铁矿。鞍山式铁矿在中国绝大部分是贫矿，在鞍山本溪矿区却有混合热液交代型和少量风化壳型富铁矿，呈似层状、脉状、柱状、团块状、鞍状、不规则脉状等，长几十到千余米，厚度由小于1米到几十米，延深从几十米到千米。矿石主要为块状，由磁铁矿、假象亦铁矿、穆磁铁矿、赤铁矿及石英组成，有时有角闪石类和绿泥石。矿石含硫、磷很低。富矿周围有绿泥石化、镁铁闪石化、阻起石化、铁铝榴石化和白云母化等蚀变现象。



鞍山式铁矿床剖面图
1—9.鞍山式铁矿床下混合岩层；4.角闪岩层；5.下含铁矿带；6.钠长变粒岩、片岩带；7.上含铁矿带；8.石英岩；9—11.上混合岩层

【库尔斯克铁矿床】　Kursk－type iron deposit　受变质沉积铁矿床，位于苏联欧洲

部分中部，赋存于太古代—早元古代库尔斯克变质岩群中。矿带延长600公里，面积达15万平方公里，由许多铁矿区组成。已查明铁矿石储量数百亿吨，富铁矿占一半以上，是世界上已知最大的铁矿。这个矿是根据磁异常发现的隐伏矿，故又称库尔斯克磁力异常区铁矿。铁矿赋存于火山沉积岩的变质岩中，工业富矿分布于复向斜轴部的含铁石英岩的古风化壳中，是古代红土化风化壳的残积产物，呈面型和线型分布。面型富矿分布广，呈层状、钟状，产在含铁石英岩顶部，沿走向呈带状，储量规模大。线型富矿分布有限，呈陡倾层状和楔形矿体，规模较小。表生富铁矿主要由假象赤铁矿、镜铁矿、水赤铁矿和菱铁矿、石英组成，含铁56—62%。矿石孔隙度大，大多较疏松。此外，还有再沉积和沉积变质型和热液交代富铁矿。再沉积型的砾状、角砾状矿石为坡积、洪积产物。通常分布于含矿层最上部或地形低洼处。沉积变质富矿具碳酸盐和磁铁矿成分，分布于含铁石英岩和下伏片岩接触带中。热液交代富矿，通常产于个别矿床中的含铁石英岩角砾岩化带中。

【白云鄂博铁矿床】 Baiyun eboype iron deposit 赋存于前寒武纪变质白云岩（有人认为白云岩为岩浆成因）或白云岩与硅质板岩接触处的富含稀有、稀土元素的巨大铁矿床。矿体中有白云岩夹层，在底板白云岩中有平行小矿。铁矿石矿物成分复杂，主要为磁铁矿、赤铁矿、假象赤铁矿。脉石矿物有萤石、钠辉石、钠闪石、黑云母、金云母、重晶石、铌铁矿、黄绿石、易解石、钛易解石、铌易解石、铌钙矿、钛铁金红石、包头矿、黄河矿、独居石、氟碳铈矿、磷钙铈铈矿、褐帘石、硅钛铈钇矿、镧石、磷镧铈矿等及少量金属矿物，黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、辉钼矿、硬锰矿等。矿石含铁27—55%，硫0.2—2%，磷0.3—1%，氟2—10%，$TR_2O_3$2—8%。矿石可分为萤石型、稀土型、白云岩型及钠辉石–钠闪石型。呈致密块状、条带状、层纹状、斑纹状及浸染状构造。围岩有钾、稀土、氟和钡的蚀变交代。白云鄂博铁矿曾划为特种高温热液矿床、沉积变质矿床和沉积–再造矿床等。

【大栗子式铁矿床】 Dalizi–type iron deposit 赋存于元古界辽河群千枚岩中和碳酸盐类岩层中的受变质沉积铁矿。矿体多层平行产出，单个矿体长100—300米，厚1—5米以上，延深大于长度。矿石可分为赤铁矿、磁铁矿、菱铁矿及混合矿矿石。赤铁矿、磁铁矿矿石围岩为千枚岩；而菱铁矿则赋存于大理岩中。赤铁；磁铁矿型矿石含铁富，硫、磷低，含锰富，为平炉、高炉富矿、菱铁矿含铁30—40%，含锰、硫均较高。矿床规模不大。以产于吉林大栗子而得名。

【临江式铁矿床】 Linjiang–type iron deposit 海相沉积铁矿。单层矿成层状赋存于震旦系石英砂岩层中。含矿层断续分布长达40公里以上，但工业矿体不大，矿体厚仅1—2米多。矿石为鲕绿泥石–菱铁矿–赤铁矿–磁铁矿。矿石矿物粒度细，含铁品位中等而含锰较高，硫、磷低，伴生有镍、铬、钴等许多种元素。储量规模小，产于吉林。

【新余式铁矿床】 Xinyu - type iron deposit 元古界上部浅变质岩中的受变质沉积铁矿。底板为绿泥石片岩，顶板为含磁铁矿绢云母片岩。矿体总的呈单层层状，断续分布长达几十公里，裙边状褶皱发育，单个矿体长几千米，厚2—5米。矿石为条带状磁铁矿石英岩和条纹状绿泥石磁铁矿石英岩。由磁铁矿、假象赤铁矿、石英、绿泥石等组成，含铁25%左右。有些矿段含少量镜铁矿或白云母、方解石、石榴石，有时还含少量黄铁矿、磁黄铁矿、黑云母等。

【克里沃罗格式铁矿床】 Krivoy Rog - type iron deposit 沉积变质铁矿床。位于苏联乌克兰南部的结晶地块盆地中，赋存于元古界克里沃罗格系中统铁矿组中。铁矿盆地北东 - 南西向延展长达100公里。铁矿组由六个中间夹有含铁角岩和含铁石英岩的地层组成，总厚约400米。含铁角岩和含铁石英岩约各占一半，以第二层矿最重要。铁英岩由几毫米到3厘米厚的黑白条带组成。黑条带为磁铁矿、石英、铁云母、黑云母、角闪石、绿泥石，白条带主要为石英。矿体呈柱状、瘤状、似层状和巢状，单个矿体长100—000米，厚几十至100米，最大延深几百米。而层状矿延长达几公里，厚几米至十多米。富铁矿石平均含铁57.6%，铁英岩平均含铁35.7%。硫、磷含量很低，锰含量达0.45%。已探明铁矿石储量191亿吨，其中富矿约25亿吨。

【苏必利尔湖型铁矿床】 Lake Superior - type iron deposit 又称上湖型铁矿床、受区域变质沉积铁矿床。分布于美国与加拿大之间苏必利尔湖地区，在美国明尼苏达、密执安和威斯康星各州分布断续长1000多公里，宽几十至100多公里，面积约46万平方公里。主要铁矿产于18—22亿年前的元古代中上部休伦统中。由石英岩、铁质层、片岩组成。铁质层为角岩及碧玉铁质岩。矿层总厚300—400米。矿体呈凸镜状和柱状。厚几十米至100米，延深从几十米到1000米以上。矿石呈黑白条带状，条带厚一般0.5—3厘米，由毫米级纹层组成。成分以石英、赤铁矿为主，磁铁矿、假象赤铁矿和针铁矿少量，非金属矿物有硬绿泥石、硅铁石、铁闪石、海绿石等。铁质岩（或铁英岩）含铁略高于20%；富矿含铁50—62%，磷低于百分之几。总储量162亿吨。

【米纳斯吉拉斯型铁矿床】 MinasGerais - type iron delposit 沉积变质铁矿床。位于巴西米纳斯吉拉斯州中部，产于“铁四边形地区”，赋存于伊塔比腊群中。铁矿分布面积7000平方公里，有大小矿体40个，矿层铁英岩视厚度最大达1400米，具有复杂的细皱纹。由铁英岩风化改造成的富铁矿成群产出，形状不规则，但多呈板状与母体铁英岩构造相一致。矿体长，厚度变化大，最长可达2000—3000米，最厚达250米以上。矿石矿物由呈镜片状、板状和部分粒状的赤铁矿组成。磁铁矿呈细脉状、浸染状，分布于亦铁矿中，占1—3%。其他矿物，仅为少量滑石和蛇纹石。未风化铁英岩的矿石品位，平均含铁36%，富矿68%。单个矿床规模最大4亿吨，总远景储量298亿吨。

【卡腊贾斯型铁矿床】 Calacas－type iron deposit 沉积变质铁矿床。位于巴西西北部巴拉州，与米纳斯吉拉斯同类型。铁矿分布面积140平方公里，总储量达160亿吨。有50多个矿体，原生铁英岩为厚0.05—10毫米的铁的氧化物和石英薄层互层，呈层纹状或条带状。贫矿含铁17—41%，富矿疏松易碎，平均含铁66—67%，硅、铝、硫、磷均很低。

【哈默斯利型铁矿床】 Hamersley－type iron deposit 世界上最大的富铁矿床之一。它位于西澳大利亚洲北部的皮尔巴拉地区。铁矿分布面积达18万平方公里，已发现不同规模的铁矿床100多个，单个铁矿床储量规模不少在10亿吨以上。主要铁矿呈层状产于下元古界哈默斯利群（20—22亿年）碧玉铁质建造中，为元古代苏必利尔湖型铁矿床。哈默斯利含铁建造包括碧玉铁质岩、燧石和白云岩，夹页岩和粉砂岩等。自下而上分为三个铁矿组（或碧玉铁质岩组），即下组（巴拉曼巴组）厚20—600英尺，中组（布罗克曼组）厚1500—2000英尺，上组（布尔吉达组）厚700英尺。以中组铁矿最多、最大、最富。铁矿石由假象赤铁矿和石英相间，呈条带状或层纹状组成，有时含少量的碳酸盐矿物和黑硬绿泥石，矿石常呈现由构造作用而形成的复杂的小褶曲。已知有三种主要优质富矿石，即苏必利尔湖型赤铁矿－针铁矿矿石、赤铁矿砾石或铁质角砾岩和豆状褐铁矿－针铁矿矿石。三类铁矿都是由碧玉铁质岩石在原地或在碎屑沉积中主要由次生脱硅作用使铁质相对富集形成。

【阿尔戈马型含铁建造】 Algomatype iron formation 为同火山岩和优地槽杂砂岩有关的一类硅铁建造。加拿大这类含铁建造主要分布在太古代变质的火山－沉积岩系中，由细条带状或鳞片状的角岩、赤铁矿、磁铁矿组成。厚层菱铁矿、碳酸盐岩层和硫化铁层在建造中常相互伴生。含铁建造的厚度1米至几百米，沿走向长几公里。阿尔戈马型含铁建造与火山活动中心直接联系，流纹岩、英安岩等火山岩厚度一般都很大。阿尔戈马型含铁建造常不整合地覆盖在酸性火山岩之上，并被安山岩及杂砂岩型沉积物所覆盖。

【镜铁山式铁矿床】 Jing tieshan type iron deposit 受变质海相沉积铁矿床。产于甘肃祁连山加里东地槽中的下古生界中。因矿石中含镜铁矿多，故名镜铁山。含铁岩系为杂色千枚岩、石英岩夹泥质大理岩。铁矿层呈层状、扁豆状在灰绿、黑灰色千枚岩间呈整合互层产出。矿体分布长2000多米，厚10—150米。矿石主要为黄灰、灰红和黑褐色条带状，由菱铁矿、镜铁矿、碧玉、重晶石呈细小粒状、鳞片状与较粗粒的铁白云石夹层构成黑白条带，条带宽从小于2毫米到100毫米以上。矿石也有呈块状、浸染状者。矿石还含有方解石、黑锰矿、褐锰矿和少量黄铁矿、黄铜矿等。矿石可分为菱铁矿矿石，镜铁矿矿石和混合矿石。铁品位中等，硫含量较高。铁矿床规模中等，以其含大量镜铁矿和重晶石而与国内其他受变质海相沉积铁矿相区别。

【石碌式铁矿床】 Shilu – type iron deposit 产于海南岛石碌。矿区主要为一套浅海泻湖相砂页岩、泥质白云岩、白云岩和白云质灰岩，经轻度区域变质和局部接触变质，呈一向东倾没的复式向斜，向斜西端及两侧均为中生代花岗岩。一组铁矿体赋存于白云岩和白云质结晶灰岩中的透辉石、透闪石岩内。主矿体长 2570 米，宽 460 米，最大垂直厚 430 米。矿石以鳞片状赤铁矿为主，并有少量磁铁矿及半假象赤铁矿、铁碧玉等，非金属矿物主要为石英，以块状矿为主，含铁富，磷低，部分矿石含硫较高。矿石储量很大，其中平炉富矿占 20%，石碌铁矿是我国重要的富铁矿来源。其成因至今尚未有统一认识。有高温热液交代、沉积热液富集和火山 – 沉积变质矿床等看法。

【大红山式铁矿床】 Dahongshan – type iron deposit 赋存于下元古界会理群富钠质含火山岩的变质岩系中的大型铁（铜）矿床。因产于云南大红山而得名。共有五个矿带，以Ⅰ、Ⅱ矿带为主。Ⅰ矿带由三层含磁铁矿铜矿和五层菱铁矿相间产出，赋存于 Pt_{1-4} 中上部石榴石、黑云母、白云石大理岩及石榴石黑云母片岩中。矿体与围岩大致整合，菱铁矿呈规模不大的透镜体。Ⅱ矿带为主要铁矿带，矿体为似层状、透镜状，围岩为变钠长岩，部分为大理岩。矿体与围岩界线渐变过渡。块状富铁矿向外渐变为含磁铁矿钠长岩。铁矿石呈致密块状、角砾状以及浸染状。以磁铁矿、赤铁矿为主并有钛铁矿，黄铜矿、黄铁矿、斑铜矿，脉石矿物为石英、钠长石和绢云母、黑云母、绿泥石、白云石、磷灰石、电气石。铜铁矿石呈条纹条带状、细脉浸染状和块状，以磁铁矿、黄铜矿、菱铁矿为主，钛铁矿、赤铁矿、斑铜矿、磁黄铁矿等次之。脉石矿物为钠长石、白云石、黑云母、绿泥石、石英及石榴石、角闪石、磷灰石、电气石。铁矿石为高硅低硫、富磷铁矿、部分矿石含钒较高。矿体和围岩蚀变、变质作用复杂而强烈。

【赵案庄式铁矿床】 Zhaoanzhuang – type iron deposit 位于河南舞阳赵案庄，产于太古界太华群下部，超基性侵入岩体中。含矿超基性岩盘状顺层侵入于赵案庄组片麻岩中。呈巨大似层状、透镜状，断续分布。铁矿体呈大小不一的多层似层状、透镜状，形态与岩体形态基本一致，且与围岩渐变过渡。矿厚与岩体厚度大致成正变关系。矿石主要为块状、浸染状、局部条带状。矿石矿物以磁铁矿为主，次为钛铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿及微量黑钨矿、铬铁矿、硬铬尖晶石、赤铁矿、褐铁矿、沥青铀矿、方钍石、黄铜矿、镍黄铁矿、自然铜、白铁矿、锐钛矿等。条带状矿石由磁铁矿与磷灰石、蛇纹石、角闪石等构成条带。矿石具典型的海棉晶铁结构和钛铁矿与磁铁矿的固溶体分离结构。矿石为高磷、高硫、高镁含钒、钛铁矿石晶位中等，钒、磷、铀、钍等均可综合利用。矿床规模中等。

【红土化型铁矿床】 Laterized iron deposit 由含铁高的而易于风化的岩石如超基性岩和含铁多的碳酸盐类岩石等在湿热的热带、亚热带易风化条件下，含铁矿物分解而形成针铁矿、水针铁矿、水赤铁矿，并进一步形成褐铁矿和赤铁矿构成的铁矿床。矿体呈似层状或斗蓬状。有时斗蓬状矿体面积可达几十平方公里，厚从几公分到几十米。矿石除褐铁矿、赤铁矿外，常有粘土和残留的铬钛矿、铬铁矿和含镍、钴、锰的矿物。矿石含铁 30—50% 或更高，共生有锰、镍、钴等杂质。矿床储量从很小到几十亿吨。

【铁帽型铁矿床】 gossan－type iron deposit 由富含黄铁矿、黄铜矿、方铅矿和闪锌矿等硫化物多金属矿或黄铁矿，经风化淋滤作用，原矿中的硫、铜、铅、锌等淋失而在原地或附近形成以褐铁矿为主的铁矿床。矿层成似层状或被状覆盖在地表浅部或在原生矿顶部。矿石长、宽随原生矿规模大小和地形情况而定，其厚度可达几十米。原生矿出露长、宽大时，一般铁帽规模也大；地形合适或氧化作用大于侵蚀作用的地区厚度也大些。矿石铁品位可达富矿。有时硫或某种金属和铜等含量稍高于高炉富矿要求。我国广东大宝山铁矿即为位于铜、铅、锌多金属矿上部的铁帽型铁矿。



铁帽型铁矿床
1.氧化矿石；2.混合矿石；
3.原生矿石

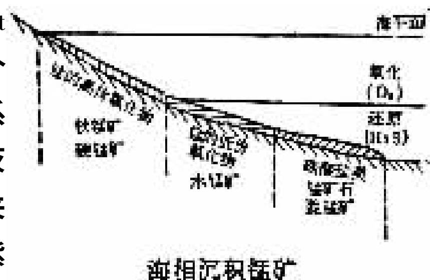
【坡积铁矿床】 slope－wash iron deposit 位于出露铁矿体附近地形低凹处或山坡上，由以物理风化作用为主而造成的铁矿碎块堆积体。矿块大小不一，一般距铁矿原生露头近的矿块相对较大，矿层厚度也大，远的则较小，矿层厚度也薄，但在低凹处也有比近处块体大的。矿块堆积体有的很纯，很少石块，但有的则夹杂许多石块，离原生矿远的常混有泥砂及细碎石，再向外铁矿石逐渐消失。坡积铁矿有时与残积铁矿连在一起。矿石质量决定于原生铁矿质量好坏及混杂的石块多少。矿块直径从少数的直径几米到大量的为几公分到十几公分。坡积矿储量规模一般为中小型，但易开采。

【云浮式铁矿床】 Yunhl－type iron deposit 第四纪湖沼中铁质沉积而成的以褐铁矿为主的铁矿。矿体呈似层状、扁豆状，赋存于第四系更新统（Qp_2）地层中，底板为石英云母片岩、结晶灰岩及含炭质粉砂岩。矿石以褐铁矿为主，夹有泥、岩屑和已石化的植物残体。矿石全部为高炉富矿。附近为一由黄铁矿风化而成的中型铁帽型褐铁矿矿床，铁帽下为黄铁矿，故推断云浮湖沼铁矿是由附近黄铁矿风化淋滤所溶解的铁质流入低凹处再沉积而成。矿床规模仅 53 万吨，但品位富，易采，现已采完。

【锰矿床】　manganese deposit　锰矿床主要工业类型为：①海相沉积和火山 - 沉积锰矿床；②风化壳型锰矿床；③锰帽及锰的淋积矿床；④现代大洋底部的锰质结核。锰的矿石矿物主要为软锰矿、硬锰矿、菱锰矿、褐锰矿和黑锰矿等。在锰矿石中常伴生有许多有用元素：如钴、银、钼、锌、铜、铀、镍、钒等、因此，要注意锰矿石的综合利用。

【海相沉积锰矿床】　marine sedi - mentary manganese deposit　为锰矿床中的最重要工业类型。矿床有相变的特征，在近岸的浅海相沉积中以原生氧化锰矿石为主，磷、硫的含量很低，较深处则为水锰矿，再往深处，由于氧的不足，二氧化碳、硫化氢过多，则形成锰的碳酸盐矿石甚至硫锰矿。与这类矿床有关的沉积岩系，主要为近岸砂质、泥质或硅质岩（蛋白石，碧玉），部分为碳酸盐类岩层。矿层延长可从几公里到几十公里，层位一般稳定。矿层可以有一层至数层；厚度从不到一米到 10—15 米。近年来的研究发现不少海相沉积锰矿床与火山 - 沉积作用有一定联系。我国锰矿成矿时代以震旦纪、泥盆纪和二叠纪为主，部分属中生代。国外第三纪锰矿较重要。

【瓦房子锰矿床】　Wafangzi manganese deposit　海相沉积矿床。位于辽宁西部。矿区中部有一个巨大的正断层，将矿区分为南、北两部。含锰岩系属蓟县系，自下而上为：含燧石石灰岩及白云质灰岩；黑色薄层粉砂质粘土岩；灰白色白云岩，间夹薄层粘土岩；含锰岩系，通常呈黑色、暗褐色、紫



海相沉积锰矿

红色及红色，以粘土岩为主，岩性复杂。锰矿层由断续的、重叠的透镜体组成，称为“矿饼群”，单个矿饼一般长 5 米左右，厚半米。共有三个锰矿层，以下、中两层矿工业意义较大。矿石类型有氧化锰矿石和碳酸锰矿石两种。前者以水锰矿为主，呈块状、鲕状构造，后者以菱锰矿和锰方解石为主，含锰较低，呈竹叶状等构造。矿床规模属大型。

【尼科波尔锰矿床】　Nikopol mamganese deposit　苏联著名沉积锰矿，位于第聂泊河右岸尼科波尔城北。矿体呈平缓至近于水平层状，赋存于前寒武纪花岗岩和片麻岩波状冲刷面上，渐新世砂层和粘土层之下，为渐新世浅海相沉积锰矿。矿层由厚几厘米到 0. 3 米矿层和砂泥质夹层组成，总厚度从 0—3 至 4 米以上，随底板起伏而变化。在隆起部分矿层变薄或尖灭，而在凹处则增厚。矿石以软锰矿和水锰矿为主。在矿层顶部原盆地深部有时有锰方解石和菱锰矿。原生氧化矿石可分为直径几毫米至 200 多毫米不等的大小结核状矿；坚硬多孔，形状不规则的多孔结核和由富集的烟灰状软锰矿和含氢氧化锰的粘土组成的“烟灰”状等三种矿石。结核状矿石为水锰矿，单结核含锰可达 50% 以上。多孔状矿石主要为硬锰矿和水锰矿、软锰矿混合而成，原矿品位含锰 20%

以上，经选矿后可得含锰40—42%的精矿。烟灰状锰矿杂质多，含锰仅10—15%。

【奇阿图拉锰矿床】 Chiatura manganese deposit 又译恰图拉锰矿，苏联著名的重要海相沉积锰矿床，位于格鲁吉亚西部黑海波蒂港东北，由一套单层矿厚几厘米至80厘米的有3—15层与薄层疏松硅质层互层组成含矿岩系，位于第三纪厚达150米的海绵硅质岩和砂泥质沉积物夹层底部，上白垩统灰岩之上。含矿层下部为原生氧化矿，上部为碳酸盐矿石（部分为氧化矿）。原生氧化矿石可分为鲕状浸染矿石和黑色或褐色泥矿以及细粒或鲕状的块状矿石三种。鲕状浸染矿石为松散的硅质岩石中的软锰矿、硬锰矿或水锰矿鲕粒组成，鲕粒直径达1—8毫米，少量达15—20毫米，易选，精矿含锰可达52—58%，磷0.15%。“泥矿”为烟灰状锰质或蛋白石－砂粒物质胶结的细鲕粒组成。黑色泥矿主要为软锰矿，褐色则以水锰矿为主。褐色矿氧化后则成黑色矿。泥矿含锰42—50%，磷0.15—0.22%。黑色矿石中含MhO_2达80—90%，故可作化工用矿石。块状矿石含锰50—58%，磷0.1—0.18%。此外还有锰方解石和菱锰矿组成的碳酸盐矿石，含锰6—30%，磷0.4—0.5%。

【大新锰矿床】 Daxin manganese deposit 赋存于上泥盆统榴江组下部、中泥盆统东岗岭组硅质灰岩、灰岩、泥灰岩和钙质泥岩中。自下而上一矿层厚1—2米，最厚近3米；二矿层厚2—5米；三矿层厚1—2米。矿层产状与围岩一致。矿石分为原生碳酸锰矿和次生氧化锰矿，并有少量硅酸锰－碳酸锰或碳酸锰－硅酸锰分布于原生碳酸锰矿中。碳酸锰矿石矿物有钙菱锰矿、菱锰矿、锰方解石、蔷薇辉石、锰铁叶蛇纹石、锰帘石、褐锰矿及赤铁矿、磁铁矿和石英、绿泥石、黑云母、阳起石、黄铁矿等。氧化锰矿石有硬锰矿、软锰矿、偏锰酸矿、赤铁矿、褐铁矿及石英、高岭石、水云母等。矿石呈块状，部分具鲕豆粒结构。鲕粒往往无碎屑核心，同心环也不发育。碳酸锰矿含锰20%左右，含铁5—7%，含二氧化硅高，属酸性矿石。而氧化矿含锰30%以上，含铁8—11%，含二氧化硅21—28%。氧化锰矿成条带状分布于矿区边缘矿层露头及浅部。

【遵义锰矿床】 Zunyi manganese deposit 产于二叠纪龙潭煤系底部粘土页岩中。矿层下部为层纹状、块状，中部鲕豆状、颗粒状，粘土增加；上部为页片状，粘土更多。矿层呈层状、似层状，透镜状厚2米左右，长几百到二千多米。矿体在矿区中心为层状，向外为透镜体、不连续矿体→含锰结核的粘土岩→含锰粘土岩。矿石分为碳酸锰和氧化锰矿。前者由钙菱锰矿、菱锰矿、锰方解石、锰白云石及少量硫锰矿、水锰矿和水云母、高岭石等粘土矿物、黄铁矿、炭泥质、菱铁矿，少量白云石、玉髓、石英等组成，含锰20%左右，含铁高，磷低，硫高。氧化锰一般分布在潜水面以上的近地表露头部分，为原生矿氧化而成。矿石呈粒状、粉末状、块状、片状、结核状、皮壳状等，矿石矿物以硬锰矿为主，次为软锰矿、黝锰矿、偏锰酸矿等，伴生褐铁矿、粘土和石膏，矿石含锰20—30%，含锰高，含磷、硫低。矿体夹于煤系中，走向上锰矿层尖灭

则煤层增厚为工业煤层。故可能属于浅海盆地沉积成因。

【莫托沙拉锰矿床】 Mutusala manganese deposit 属锰、铁共生矿床。矿层赋存于下石炭统阿克沙依组含矿亚组中，由灰岩、长石砂岩、粉砂岩、泥质砂岩等组成的含矿层中，铁矿层在下，锰矿层在上。三层锰矿，下矿层呈层状，长 1 公里，最厚 11 米；中层矿呈似层状，不稳定，最厚 18 米；上层矿呈断续透镜状，厚 0. 2—2 米。矿层底板为含铁锰砂岩，顶板为粉砂岩、细砂岩。矿体与围岩呈过渡变化，当含锰富时则成锰矿层，反之则为含锰砂岩或含铁锰砂岩。上层矿为氧化富矿，中、下层为菱铁矿型碳酸盐矿石，呈块状、条带状，似结核状等构造。原生矿石为菱锰矿、赤铁矿，脉石矿物为石英、重晶石、石膏、方解石等，经变质后形成了锰辉石、红帘石、黝帘石、含锰金云母、含锰绿泥石，并见黑锰矿、褐锰矿交代菱锰矿。微量方铅矿、闪锌矿、黄铁矿等呈硫化物石英脉、硫化物重晶石 - 方解石脉产出。锰矿与碧玉及泥砂质岩互成条带。矿石含锰 19%，铁、硫高，磷低。属于火山沉积成因。

【沉积变质锰矿床】 sedimento - metamorphic manganese deposit 经过变质的沉积锰矿床。其工业意义取决于原生矿床规模及受变质的程度。大型沉积锰矿床，受到轻微变质作用，使原生锰矿物脱水和重结晶，变成褐锰矿和黑锰矿，从而使矿石品位提高。但当变质程度过深时，则使原生氧化锰及碳酸锰转变为锰的硅酸盐（蔷薇辉石、钙蔷薇辉石、锰石榴石等），反而使矿石质量下降，甚至失去工业价值。这类矿床经过风化作用可以形成重要的风化壳型锰矿床。

【卡拉哈里锰矿床】 Karahari manganese deposit 属南非，为产于前寒武纪条带状含铁建造中的锰矿。矿层呈层纹状一条带状，赋存于含铁建造下部，断续延长 35 公里。上矿层厚 25 米，下矿层厚 6 米。原生矿为细粒含碳酸锰的钙质岩石，经区域变质后，矿石含锰矿物主要变为褐锰矿，次为方铁锰矿、黑锰矿、菱铁矿及锰尖晶石。经风化作用后进一步形成以软锰矿和硬锰矿为主的氧化富矿。原生矿含锰仅 27%，但氧化矿含锰达 40% 以上，含铁 10—20%。全部储量达 45 亿吨以上。本类型锰矿是世界上的主要锰矿，风化淋滤后的氧化矿是锰矿主要开采对象。

【阿塔苏锰矿床】 Ata - Su manganese deposit 属苏联，为地槽型火山沉积矿床。锰矿体呈透镜状赋存于上泥盆统 - 下石炭统的碧玉 - 碳酸盐岩中，与泥岩、粉砂岩、砂岩和碧玉构成含矿层，共生有多金属硫化物矿床。矿层以锰的氧化物共生于碳酸盐岩中，走向上常渐变为锰铁互层式铁矿层。矿石含锰 21—27%，含铁 5—6%，硫、磷低。锰矿石储量 1. 5 亿吨，铁锰矿石储量达 2. 5 亿吨以上。

【波斯特马斯堡锰矿床】 Postmas - burg manganese deposit 属南非，为古岩溶堆积锰矿。矿体以极不规则状产于前寒武纪白云岩溶洞中，也有产于逆掩断层形成的角砾岩中。古岩溶中的矿体主要为软锰矿、硬锰矿、水锰矿、褐锰矿、方铁锰矿和黑锰矿，共生重晶石、一水硬铝石、蛋白石和高岭土等。

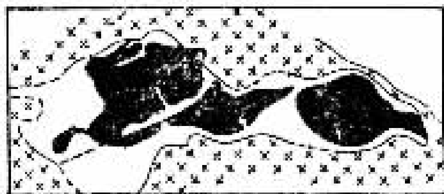
【风化壳型锰矿床】 manganese deposit in weathering crust 由各种含锰岩石或矿床，经风化作用在地表富集形成。矿体呈斗蓬状或透镜状。矿石矿物主要为软锰矿、硬锰矿及部分水锰矿。矿石品位一般较高，开采也较易，除个别矿床外（如印度风化壳锰矿床）规模一般较小。矿体从上到下，往往从锰的风化壳过渡到含锰岩石或原生碳酸锰矿床。

【木圭锰矿床】 Mugui manganese deposit 为锰帽和堆积锰矿。赋存于上泥盆统榴江组中部及底部，均由原生含锰灰岩经次生氧化、破碎堆积而成。可分为锰帽型松软锰矿床、烟灰状锰矿床、夹层锰矿及堆积锰矿床四种。矿床位于广西桂平县。

【锰帽型锰矿床】 manganese - hattype manganese deposit 含锰岩石经风化作用氧化淋失在地表残留下来的锰矿物堆积体。产于氧化带上部，由软锰矿、硬锰矿为主构成厚几十米到几厘米不规则而疏松的锰矿体。矿石品位富，易开采。但形态不规则，规模大小都有。由于其分布于地表某些含锰岩石的顶部故称锰帽型锰矿。锰帽型锰矿的下延受地下水面所限制。

【洋底锰结核】 manganese nodules on the ocean tloor 一种广泛分布于大洋底部富含铁、铜、镍、钴的近代堆积物，呈土褐色或黑色，球形或略扁长，直径 1 毫米以上，平均约 8 厘米。核心为各种岩屑或贝壳等，铁锰氧化物与粘土等相间成同心环带。矿物主要有托锰矿（todorok - ite）、水钠锰矿（birnessite）以及硬锰矿、软锰矿、针铁矿、蒙脱石、高岭石等。主要分布在大洋的海山、海台、洋中脊及大陆边缘 2000—6000 米的深海底部。在红粘土和硅质软泥沉积区比较集中，钙质软泥沉积区较少，火山质粉砂半深海和浊流沉积分布区则几乎没有。锰结核的成矿物质一般认为主要源于大陆，但与海底火山也可能有关。洋底锰结核由于分布范围广，矿石中金属含量高等特点，是一种极为重要的未来矿产资源。仅就已知太平洋底表层一米内锰结核中含所锰、铜、镍、钴等的储量，即相当于陆地储量的几十至几千倍。

【铬矿床】 chromium deposit 铬的工业矿物主要为铬尖晶石系列，其中以镁铬尖晶石质量最好。原生的铬铁矿床几乎无例外地都是与超基性岩有关。根据铬铁矿矿床的地质构造特征，原生铬铁矿矿床主要有：①地台区层状基性–超基性杂岩体中的铬铁矿矿床。这类矿床的矿体呈相当规则的层状，具火成层理，属火成堆积的产物，因而往往呈多层状并具明显的韵律构造。单个矿层厚度不大，几十厘米至一米左右，但水平延展可达几公里，典型实例为南非布什维尔德矿床。②地槽褶皱带中的非层状超基性杂岩体中的铬铁矿矿床。这类矿床的矿体往往呈不规则的透镜状，单个矿体规模一般较小，但矿石品位高，质量好，铬铁比值高，因而是重要的冶金级铬铁矿的来源。铬铁矿在地表条件下比较稳定，而且比重较大可形成各种类型砂矿床，其中以冲积砂矿和海滨砂矿具有较大的工业意义。钒钛磁铁矿中也可以类质同像混入一部分铬，形成综合矿床。





新疆铬铁矿

1.致密块状铬铁矿；2.斜方辉橄岩；3.辉长岩

【布什维尔德铬矿床】 Bushveld ore deposit 布什维尔德矿床是世界已知最大的岩浆矿床。铬、铂、钒、钛、铁等均产于布什维尔德火成杂岩体中，杂岩体面积 67000 平方公里，位于南非德兰斯瓦尔地区。杂岩体由层状超基性岩–基性岩–中酸性岩组成。岩体内部火成堆积构造十分明显，并有清晰的韵律结构。铬铁矿层大小十余层，产于杂岩体靠下部的矿带中；铂、钯产于杂岩体中下部的麦连矿层中；钒钛磁铁矿多达 25 层，产于杂岩体靠上部的主岩带顶部至上岩带的中下部；磷灰石基本上与钒钛磁铁矿共生，但在层位上更靠上一些。含钒甚富的钛磁铁矿，产于超基性的似伟晶岩中；似伟晶岩呈管状，直立于层状杂岩体中，从下到上均有分布。但其含钒量与同层位的钒钛磁铁矿矿层中的含钒量有关，愈靠下部含钒量愈高。铬铁矿含 $Cr_2O_3$42—44%，铬铁比值 1.58—1.66，储量至少有 5 亿吨。钒钛磁铁矿含 F_e55.8—57.5%，$TiO_2$12.2—13.9%，$V_2O_5$1.4—1.66%。岩管中钒钛磁铁矿含 $V_2O_5$2.35%。布什维尔德火成杂岩体中还有与花岗岩有关的锡、伟晶岩矿床和云英岩型矿床以及含萤石、铅、锌的热液型矿床等。

【肯皮尔赛铬矿床】 Kempirsay chromium deposit 位于苏联乌拉尔山的南端，为优质铬铁矿。肯皮尔赛超基性杂岩体在地表出露面积达 1000 平方公里。岩体整合地侵入于前寒武系和奥陶系平缓褶皱的岩系之间。补给通道位于岩体的东南部。出露于地表的岩石主要为斜辉橄岩。在岩体的东南部，有三个穹窿状隆起。不同岩带的副矿物铬铁矿和造矿铬铁矿，其化学成分不同。在上部的斜辉橄岩中发现少数小矿体，其铬铁矿 Al_2O_3 含量高而 Cr_2O_3 含量低。在下伏的含纯橄岩异离体的斜珲橄岩及条带状纯橄岩–斜辉橄岩中，矿体规模大，但铬铁矿中 Al_2O。含量仍高。铬含量高而 Al_2O_3 含量低的

大铬铁矿矿体产于岩体东南部。这些矿体组成两个矿带延伸23公里，相隔1.5—2.5公里。两矿带均向外倾斜，倾角20°—50°。矿体多为扁平透镜体状和异离体状，往往排成雁行状。含商品级铬铁矿的第二期超基性岩是沿深断裂的再次张开侵入的，比第一期超基性岩更为基性，含Cr_2O_3也较高。

【钛矿床】 titanium deposit 钛矿床的主要工业类型有：①与基性岩有关的岩浆型钒钛磁铁矿矿床和钛铁矿－赤铁矿矿床。前者TiO_2的含量一般在7—15%之间，后者TiO_2可达35%（参见钒钛磁铁矿矿床）；②原生金红石砂矿床；③砂矿床；包括残积、坡积、冲识和海滨砂矿，其中以冲积和海滨砂矿分布较广。砂矿床中又可分金红石砂矿和钛铁矿砂矿，但多数为综合性沙矿，重砂中有工业意义的矿物有钛铁矿、金红石、独居石、锆英石及钍石等。还有与基性或碱性岩有关的钛铁矿－金红石－磷灰石脉等。铝土矿中常有可综合利用的钛元素。

【钙钛矿－钛磁铁矿矿床】 perovsk－ite－titanomagnetite deposit 赋存于超基性－碱性杂岩系及基性斜长正长岩－流霞正长岩－磷霞岩杂岩系岩体中的钛、铌、钽、稀土、铀、钍等元素的综合矿床。矿体呈不规则浸染体和透镜体产出。含钛矿物主要是钙钛矿、铈钙钛矿、钛磁铁矿。伴生稀有及钽、铌，稀土及锆、铀、钍等。钛为副产品。

【钒矿床】 vanadium deposit 钒矿床的主要工业类型有：①与辉长岩类有关的岩浆型钒钛磁铁矿矿床，钒赋存于磁铁矿中。矿石中V_2O_5含量一般为0.n—1%（参见钒钛磁铁矿矿床）；②铁橄榄石似伟晶岩岩管中的钒钛铁矿矿床；这类矿石中V_2O_5含量可达2%以上；③红色砂岩系中的钒钾铀矿矿床，属沉积－淋积矿床，是铀钒综合矿床，V_2O_5含量一般为1.5—2%；④绿硫钒矿－地沥青矿床，是钒的独立矿床，不少地沥青中发现含有钒的富集，V_2O_5一般为0.2—1%；⑤钒铅锌矿矿床，产于某些多金属矿床的氧化带中，在破碎带中，这类矿床的矿化深度可达200米。富矿中V_2O_5平均可达2—3%；⑥黑色页岩中的钒、钼、铀矿床，主要与生物有机质有关；⑦沉积型铁、铝、煤、石油等矿床中，常含有钒，可综合利用。

【绿硫钒脉状矿床】 patronite lode deposit 主要钒矿床类型之一。矿体呈脉状或透镜状赋存于砂、页岩裂隙中。矿石为黑色非晶质绿硫钒矿，含钒富，有时伴生镍、铜等。这类矿床储量规模可达几万吨。其成因被认为是钒、镍、铜等元素从围岩被地下水淋出后再沉淀形成。如秘鲁明纳斯拉格拉钒矿床。

【镍矿床】 nickel deposit 主要镍矿床工业类型有：①岩浆型铜镍硫化物矿床；②风化壳型硅酸镍矿床。前者在成因上与含镁高的基性、超基性岩有关，主要分布在地台区，后者主要分布在褶皱带岛弧地区。此外，黑色页岩中磷、钼、钒、镍等可综合利用。近年来在大洋底部的锰结核中，发现镍的含量较高，平均约为1%，仅太平洋底的镍的储量估计就达164亿吨°镍的主要矿石矿物有：镍黄铁矿、针硫镍矿、红砷镍矿、

暗镍蛇纹石和含镍高岭石等。

【铜镍硫化物矿床】 copper and nickel sulphide doposit 这类矿床在成因上与苏长岩、橄榄苏长岩、橄榄岩等富镁基性岩及富铁超基性岩有关。岩体常顺层侵入，呈岩盆、岩床和岩瘤等产出，分异作用一般比较良好。铜镍硫化物矿床以底部矿体最为重要，规模最大，常呈似层状，其次还有产于岩体上部或附近（特别是接触带）的围岩中的脉状贯入矿体和靠近底部岩体内的上悬矿体。矿石构造以块状、浸染状为主。主要共生矿物为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿以及砷铂矿、钯铂矿、硫钌矿等。矿石中 Cu∶ Ni 为 1∶ 2 到 5∶ 1，一般为 1∶ 1。镍的平均含量一般为 0. n% 到 1—2%。这类矿床的矿石的综合利用价值很高，除镍、铜以外，还可提取铂族元素及金，银、钴、硒、碲等。

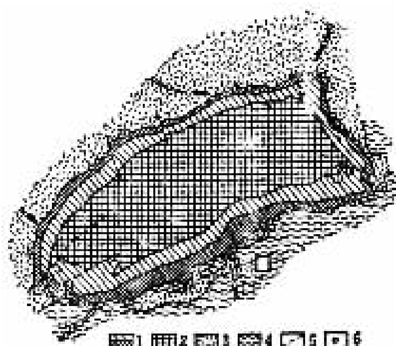
【金川铜镍矿床】 Jinchuan coppcrnickel deposit 矿区位于甘肃省古隆起边缘深断裂的次级断裂中。含矿岩体呈北西向不整合侵入于前震旦系变质岩中，长约 6 公里，宽 200—300 米，倾向西南，倾角大于 70°，呈岩墙状。岩体有明显的膨缩和分支现象，凹槽部分有一定的控矿作用。岩体属纯橄榄岩—二辉橄榄岩—斜长橄榄岩型，具有对称分异特征，岩相沿走向呈带状分布，横剖面呈同心壳状。岩体普遍遭受蛇纹石化、绿泥石化、透闪石化，局部有碳酸盐化。岩体 Mg/Fe =2. 7—5. 9，属铁质超基性岩。工业矿体约数百个，按成矿作用分为熔离矿体；深部熔离 - 贯入矿体；贯入矿体及围岩中的接触交代型矿体。矿体多呈似层状、透镜状、脉状、筒状等。矿石中金属硫化物以磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铁矿、紫硫镍铁矿、黄铜矿为主，次为方黄铜矿、四方硫铁矿、墨铜矿、白铁矿、针镍矿等。矿石构造有浸染状、致密块状，网脉状。结构以海绵陨铁状为主。伴生有益组分有铂、钯、锇、铱、钌、铑、钴、硒、碲、金、银、硫等。其成因为熔离、深部熔离—贯入作用及接触交代作用等。

金川矿区剖面图

1.大理岩；2.黑云母片麻岩；3.混合岩；4.含二辉橄榄岩；5.二辉橄榄岩；6.海绵状矿体；7.星点状矿体；8.接触交代矿体；9.熔离矿体；10.氧化带界线

【红旗岭铜镍矿床】 Hongqiling copper – nickel deposit 矿区位于吉林省。含矿的基性、超基性岩产于华北台块与吉林褶皱带之间的大断裂附近。弧形褶皱带南、北两翼的压扭性断裂控制了矿带的分布。海西早期侵入的岩体群含矿性最好。按岩相组合岩石化学特征，可分为辉长岩 – 辉石岩型、辉长岩 – 辉石岩—橄榄岩型、斜方辉石岩型、角闪橄榄岩型。岩体形态多呈岩墙状、似盆状。不同类型岩体中各种超基性岩的 Mg/Fe 比值在 4—6 之间，属于铁质超基性岩，是深部同源分异的岩浆侵入体。矿床往往赋存在一定类型的岩体的特定岩相内，以顽火辉石岩、橄榄辉石岩含矿性最好。它们的矿物组合、岩石化学特征有许多相似之处。在主要含矿岩体内，矿体形态以似层状、上悬透镜体状、脉状为主，其次为囊状及纯硫化物矿脉。矿石结构以海绵陨铁状、斑点状、浸染状为主，亦有为致密块状。金属矿物主要为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿，及少量紫硫镍矿、磁铁矿、黄铁矿、墨铜矿、钛铁矿等。伴生有益元素主要有铜、钴、硒、碲、银。矿床成因类型有岩浆深部熔离矿床，晚期岩浆熔离贯入式矿床。

【萨德伯里铜镍矿床】 Sudbury copper – nickel deposit 萨德伯里是世界上知名的大型铜镍矿床。萨德伯里杂岩体也呈层状，长轴 66 公里，短轴 27 公里，含镍岩体呈环形出露，宽 1.6—6.4 公里。岩体年龄约 19 亿年。主要的含矿岩石为一含硫化物及包体的苏长岩。这层含矿苏长岩位于主苏长岩之下，断续分布，称“下亚层”。已知有三类“下亚层”：北山型，南山型及支脉型。北山型“下亚层”是中粒至细粒富含包体的基性苏长岩。它的特征是轻微矿化，并含有圆型外来的橄榄岩，辉石岩，辉长岩及下盘岩石的包体。南山型与北山型类似，但含硫化物数量不同，从基本上不含硫化物的至块状



萨德伯里岩盆地质图

1. 含镍侵入体；2. 白水系；3. 片麻岩、花岗岩；4. 火山岩、沉积岩、基性侵入体；5. 断层；6. 铜镍产地

硫化物，并且与主苏长岩呈明显的截然的接触关系。支脉型是陡倾斜的含矿石英闪长岩脉，它从苏长岩底部插入下盘岩石中。矿石矿物主要为磁黄铁矿，黄铜矿及镍黄铁矿，少量方黄铜矿、磁铁矿、钛铁矿及黄铁矿。矿床过去认为属于岩浆成因，也有人主张属于高温热液成因。近年来一些学者提出了大陨石撞击成矿的学说，而把萨德伯里矿床作

为宇宙源成矿的代表。

【卡姆巴尔达镍矿床】　Kambalda nickel deposit　1960 年末发现的一个与太古代绿岩带有关的新型硫化镍矿床。卡姆巴尔达位于澳大利亚的西南部，矿床产于太古代的超基性火山岩系中，包括纯橄岩、橄榄岩、辉石岩及玄武岩。这些岩石可能是含悬浮状橄榄石晶体达 30% 的超基性晶粥，在海底环境中喷发形成的。喷发时岩流中密度较大的橄榄石及硫化镍沉降到岩流的下部富集，而上部的液体则急剧冷却而发育成一种具有特征性的鼠刺结构。按矿化的特征，可分为三个主要类型：①岩流底部的高品位矿带；②巨大的纯橄榄岩体中的低品位浸染状矿床；③巨大纯橄榄岩体附近的高品位矿带。矿石品位 0. 6—3. 5%，总储量几亿吨。

【风化壳型硅酸镍矿床】　nickelife – rons silicate deposit in weathering crust　又称红土型镍矿床。矿床是由超基性岩（纯橄榄岩、橄榄岩、蛇纹岩）在热带或亚热带气候条件下，经风化作用，使镍从含镍的硅酸盐矿物（橄榄石、顽火辉石等）中分解出来，随地表水往下渗透到风化壳的下部，形成由富含镍的次生矿物如暗镍蛇纹石和含镍绿高岭石等而形成的。其主要特征是有的呈大范围“面”型分布；有的沿着断裂带发育，呈“线”型分布，延深可达 200 米左右；有的在石灰岩的接触带形成为“喀斯特”型。但最重要的还是“面”型镍矿床。在热带湿润地区，风化壳可分两层，上部是铁质红土，下部为暗镍蛇纹石和含镍绿高岭石带，此带含镍可达 1. 5—4%，而且较稳定。

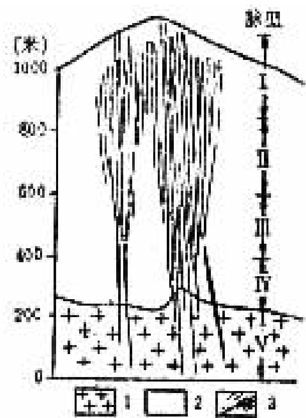
【五元素建造矿床】　ore deposit of penta – element formation　又称镍 – 钴 – 银 – 铋 – 铀建造矿床。是一种中温热液矿床。主要产于前寒武纪沉积岩和喷出岩，特别是绿岩中。围岩蚀变有硅化、绿泥石化、绢云母化和赤铁矿化等。矿体产状多呈脉状及细脉状，受断裂构造控制。矿石矿物有：红镍矿、斜方砷镍矿、砷镍矿、砷钴矿、斜方砷钴矿、自然铋、辉银矿、自然银、非晶质铀矿等。脉石矿物有：石英、碳酸盐类和重晶石等。这是一类重要的铀矿床，除铀外，还有银、镍、钴、铋、铜等，可综合利用。

【钴矿床】　cobalt deposit　钴很少形成独立矿床，绝大部分都以伴生组份产在其他矿床中。钴矿床的重要类型有：含钴的层状铜矿床、中低温热液钴银矿床、含钴矽卡岩铁铜矿床、含钴的铜镍硫化物矿床、风化壳型钴土矿矿床等。含钴的层状铜矿床，呈层状产于砂岩、页岩、砾岩及碳酸盐类岩石中，矿石矿物有硫钴矿、硫铜钴矿及黄铜矿等。在氧化带中有次生的铜和钴矿物，如孔雀石、赤铜矿、水钴矿、钴土等。中低温热液钴银矿床：包括硫钴矿 – 黄铜矿矿床、砷钴矿 – 砷镍矿 – 自然银矿床及五元素建造等。这类矿床，一般规模较小，但矿石品位高，并可综合利用镍、钴、铜和铋等。含钴矽卡岩铁铜矿床，钴主要呈类质同象赋存于黄铁矿等矿物中。含钴的铜镍硫化物矿床，钴主要以类质同象形式赋存于镍黄铁矿和黄铁矿中，此外，还有钴的独立矿物如方钴矿、辉钴矿等。风化壳型钴土矿床，钴主要以钴土形式产出，钴土多集中分布在基性或

超基性岩风化壳的较上部位。有时在白云岩古风化壳上，也有钴土富集，层位稳定，但明显地受古岩溶地形控制。在风化壳硅酸镍矿床的上部，往往也有钴土。钴的主要矿石矿物为：硫钴矿、辉砷钴矿、砷钴矿、硫镍钴矿、含钴黄铁矿及钴土等。

【钨矿床】　tungsten deposit　钨矿床的主要类型有：高温热液型黑钨矿—石英脉矿床；矽卡岩型白钨矿矿床；中、低温热液型钨锰矿－钨铁矿（或黑钨矿）－石英脉矿床；白钨矿－辉锑矿－石英脉矿和钨的砂矿床。火山热泉沉淀的铁锰氧化物中钨可以呈吸附状态存在，偶尔也具有工业意义。具有热泉作用地区的盐湖卤水中，有时呈可溶性钨酸盐，并可以综合利用。原生脉状钨矿风化后，可以在距原生矿床不远的地方形成砂钨矿床。黑钨矿－石英脉矿床和矽卡岩型白钨矿床的钨矿产量约占世界钨矿总产量85%以上，钨的主要矿石矿物为黑钨矿（钨锰铁矿）、白钨矿及钨铁矿，钨锰矿。黑钨矿－石英脉矿床中常含有锡、铍、铌、钽、钼、铋；矽卡岩型白钨矿床中可含有钼、锡、铋、铅、锌等，都可综合利用。钨矿床主要产于中、新生代和古生代的褶皱带中，与多旋□，多阶段花岗岩有成因上的联系。

【黑钨矿－石英脉矿床】　wolframitequartz vein　钨矿床的重要类型，主要属于高温热液矿床。我国这类矿床常与地槽褶皱带中多期、多阶段的晚期阶段的花岗岩有密切的成因联系，矿床主要产于花岗岩上部的内外接触带中。围岩除花岗岩外，还有砂岩、硬砂岩及页岩等，泥质围岩带有角岩化现象。围岩蚀变种类在花岗岩中为钾长石化和云英岩化，在角岩化泥质围岩中为黑云母化，电气石化和浅色云母化等。矿脉常呈陡倾斜平行矿脉，一个矿床中常有几条、几十条、多者可达几百条矿脉，密集成带，主要沿剪切裂隙生成。共生矿物达30多种，但以石英为主，黑钨矿次之，浅色云母、钾长石、绿柱石、锡石、黄铁矿、白钨矿、辉钼矿、辉铋矿又次之。部分黑钨矿－石英脉矿床从上部沉积－变质岩到下部花岗岩，可划分五个带，称“五层楼”成矿规律：①微脉（矿化标志）带，由一系列大致平行、几毫米宽的蚀变带组成，上部是硅质薄膜，下部为3毫米以下的云母线和云母石英线。含矿率小于5%，含脉密度2—10条/米。此带不具工业价值；②密集细脉带，微脉合并成细脉，脉幅一般为1—5厘米，含矿率10%以上，含脉密度4—8条/米，开始有工业价值，构成工业矿体上部；③密集中脉带，细脉再合并，脉幅增大，一般为5—10厘米，含矿率增高达20%以上，矿脉条数减少，具重要工业价值；④大脉带，矿脉更进一步合并成宽10厘米以上的矿脉，常出现1米以上的巨脉，脉旁偶有少许平行的中小矿脉，含矿率15—



钨矿"五层楼"脉状示意图
1.花岗岩；2.变质砂岩及板岩；3.矿脉

60%，向下直至花岗岩接触面，构成矿床的主体；⑤稀疏大脉带，发育在花岗岩体内，由稀疏的单脉或复脉组成。矿脉深度一般为 100—150 米，个别深达 450 米，向下延深即缩小尖灭。这一带矿脉也有较重要的工业价值。

【西华山钨矿床】 Xihuashan tung－sten deposit　位于江西南部，矿床产于花岗岩体的南端。围岩为震旦—寒武纪浅变质岩系，主要岩性为千枚岩、板岩、硬砂岩等。构造以断裂为主，变质岩中发育许多正断层，花岗岩中节理发育。矿体呈脉状分布于黑云母花岗岩岩株内的近东西向横节理张性裂隙中。有数百条矿脉，集中成三组平行密集排列：南组矿脉较长，纵横变化较复杂，分布密集，中组矿脉短小；北组矿脉规模最大，变化小，分布稀疏。多数矿脉从花岗岩延伸到变质岩中时变小或尖灭，而主体产于变质岩中的矿脉厚度较大。矿脉中金属矿物以黑钨矿为主，其次为辉钼矿、辉铋矿、锡石、黄铁矿、毒砂等。非金属矿物以石英、白云母为主，次为正长石、萤石、绿柱石、日光榴石等。矿石结构有自形、半自形等。构造有块状、浸染状、条带状等。成矿具有多阶段性。围岩蚀变以钾长石化、云英岩化为主。矿床成因为高温热液矿床。



西华山黑钨矿地质图
1.含钨石英脉；2.黑云母花岗岩；
3.砂岩、千枚岩；4.砂砾

【矽卡岩白钨矿矿床】 scheelite skarn deposit　钨矿床的重要类型。矿床形成于花岗岩类与碳酸盐类岩石的接触带及其附近，一般距接触带不超过 700—1000 米左右。当页岩中有不纯灰岩夹层或两者互层时，对成矿最为有利。矿体一般产在矽卡岩体中。矿体形态有似层状、扁豆状、囊状、脉状和短柱状等，其中以似层状最有工业意义。矿体的大小差别极大，长自几米至 1800 米，厚度由不到 1 米至 80 多米，倾斜深度由几米至 1500 米。共生矿物除石榴子石、符山石、透辉石和白钨矿外，还有绿帘石、石英、长石、萤石和硫化物等。有些矿床常含有锡石、辉钼矿、方铅矿、闪锌矿及含铍矿物等，可以综合利用。

【瑶岗仙白钨矿床】 Yaogangxian tangsten deposit 位于湘赣上古生代边缘拗陷次级背斜倾没处。矿区内主要构造为北东向穹窿状背斜，轴部由中、下泥盆统砂页岩及上泥盆统灰岩组成，□有花岗岩侵入，为矽卡岩白钨矿，矿体呈层状，产于中、下泥盆统砂页岩和上泥盆纪灰岩的层间，矿床规模大，组成矽卡岩的主要矿物为石榴石、透辉石、透闪石、金云母，次为萤石、符山石，正长石、绿帘石、方解石、石英。主要金属矿物为白钨矿及黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、辉钼矿、毒砂，锡石等。在含矿矽卡岩中，普遍含有白钨矿石英细脉，矿化明显受构造控制。背斜轴部及北西向平推断层、层间破碎带、节理等对矿体形态、产状起一定作用。矿床类型属气成热液接触交代矿床。

【钨锑金石英脉矿床】 tungsten – antimony – gold – quartz vein 属中 – 低温热液矿床。矿床形态主要受构造裂隙和围岩性质控制，以脉状、网脉状及复脉状为常见。矿物组合较简单，除石英、白钨矿、辉锑矿、自然金外，还有碳酸盐、重晶石等。矿脉中钨、锑、金矿物常为不同阶段的产物，一般白钨矿生成较早。围岩蚀变有绢云母化、黄铁矿化、硅化、高岭土化等。矿化深度一般不大。大多数不超过 150—250 米。矿床中 WO。的含量以及矿体的形态的变化，一般都较大。

【钼矿床】 molybdenum deposit 钼矿床主要类型有：细脉浸染型钼矿床（斑岩钼矿），含钼的斑岩铜矿；矽卡岩型钼矿床；辉钼矿 – 石英脉等。钼矿床常与花岗岩类岩石有成因上的联系。此外，某些沉积成因的黑色页岩及磷块岩中，钼也可综合利用。铜矿床主要矿石矿物是辉钼矿（含钼 60%）。钼矿床中常伴生有：钨、铜、铅、锌、铼、锡、铍、铀、铋等。

【细脉浸染型钼矿床】 stockwork and disseminated molybdenum de – posit 又称斑岩钼矿，是钼矿床的最重要工业类型，属中温热液矿床。它的成因与酸性 – 弱酸性的火成岩有关，后者一般为中浅成和超浅成次火山岩相的中小型侵入体。成矿围岩大多是侵入岩体本身及其附近的各种围岩。围岩蚀变表现为强烈的硅化、泥化、青盘岩化、绢英岩化、黄铁矿化、黑云母化、钾长石化、云英岩化等，其中钾长石化是这类矿床特征性的蚀变作用。矿石主要由微细的网脉和浸染体组成。矿化范围往往较大，能形成中型和大型钼矿床。主要矿石矿物是辉钼矿，其次是黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿等。脉石矿物为石英、其次为钾长石、云母及碳酸盐等。在斑岩铜矿中，普遍含有钼，一般为 0. 005—0. 05%，这类矿床规模大，选矿容易，也是钼矿的重要类型之一。

【斑岩钼矿床】 porphyry molybdenum deposit 即“细脉浸染型钼矿床”。

【金堆城钼矿床】 Jinduicheng molybdenum deposit 矿区位于秦岭北缘，出露地层为前震旦系片麻岩，震旦系浅变质岩系及寒武系地层。组成白花岭 – 巡检司向斜，其北翼为黄龙铺倾伏背斜，矿体位于背斜轴部。区内断裂发育，W 向逆断层及高角度正断层、平推断层控制了矿化。含矿裂隙以 NNW 向为主，次为 NNE 向，为热液所充填形成

网状、脉状矿体。岩浆岩有燕山期花岗岩，其边缘为花岗斑岩、伟晶岩、细晶岩等。含碱质较高的花岗斑岩与矿化关系密切。钼矿床规模巨大，品位较富。矿体产于花岗斑岩及其外接触带的黑云母角岩中，沿 NW—SE 向延伸，品位沿走向变化不大，而沿倾向变化大，中部富，下部较贫。金属矿物有辉钼矿、黄铁矿、黄铜矿，及磁铁矿、磁黄铁矿、辉铋矿、方铅矿、闪锌矿、锡石；非金属矿物以石英、长石、绢云母为主，萤石、云母、绿泥石次之。按矿物共生组合有长石－石英脉型、辉钼矿－石英脉型，硫化物－石英脉型。辉钼矿在矿脉中呈细脉浸染状。围岩蚀变以钾长石化、黄铁矿化、绢云母化、硅化、黄铁绢英岩化、绢英岩－方英岩化及黑云母化为主。金堆城钼矿成因为气成热液充填交代型。

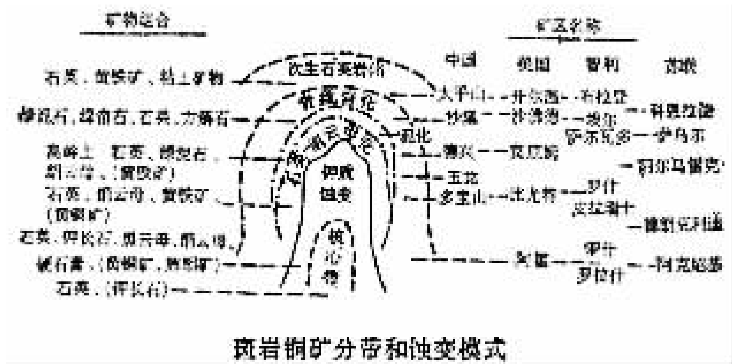
【矽卡岩型钼矿床】 skarn molybdenum deposit 钼矿床的重要工业类型。这类矿床发育在花岗岩，石英二长岩等中酸性侵入体与碳酸盐类岩石的接触带中。矿石构造常见的有两种：一种是辉钼矿呈浸染状交代石榴子石和透辉石等矽卡岩矿物；另一种是辉钼矿呈薄膜状或细脉状充填在矽卡岩的破碎裂隙中。矽卡岩矿物以石榴子石和透辉石为主。矿石矿物主要是辉钼矿，其次是黄铜矿，黄铁矿及少量闪锌矿，方铅矿；脉石矿物除矽卡岩矿物外，还有石英、碳酸盐等。此外，还有矽卡岩铜－钼矿床、含钼的矽卡岩型钨矿床。

【杨家杖子钼矿床】 Yangjiazhangzi molybdenum deposit 气成－热液接触交代钼矿床。位于华北地台辽冀台向斜，区内寒武系地层呈 NE—SW 走向。矿区内侵入岩以红色花岗岩为主，与矿化关系密切的还有黑云母花岗岩及细粒花岗岩、花岗斑岩脉等，为燕山期产物。接触带从内向外为：透辉石矽卡岩带；石榴石－透辉石矽卡岩带；石榴石矽卡岩带。其中一个矿区有矿体十余个，赋存于矽卡岩中或强烈破碎的灰岩中，□沿层理分布，一般呈似层状或透镜状。矿石矿物有：磁铁矿、辉钼矿、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、钼华等，脉石矿物为矽卡岩矿物。矿物在空间上分布有以下特点：在水平方向上与上述矽卡岩分带一致：垂直方向上，上部透辉石多，下部石榴石多。方铅矿、闪锌矿、黄铜矿由上往下逐渐减少。围岩蚀变有黄铁矿化、硅化、蛇纹石化、滑石化。在透辉石矽卡岩中有磁铁矿体，在矽卡岩及顶盖有铅锌矿脉。

【辉钼矿石英脉】 molybdenite－quartz vein 属高－中温热液矿床。与花岗岩类有成因联系。矿体主要产于火成岩体的内外接触带。围岩蚀变为钾长石化、云英岩化、黄铁绢英岩化、硅化等。矿体以脉状为主，有的为网脉和细脉，矿脉中矿物成分一般比较简单，除辉钼矿、石英外，常有黄铁矿等。按矿物组合不同，可分为辉钼矿－石英脉和辉钼矿－黑钨矿－石英脉。在辉钼矿－黑钨矿－石英脉中，辉钼矿－般是作为副产品被综合利用。

【铜矿床】　copper deposit　铜矿床的主要工业类型有：斑岩铜矿、层状铜矿（含铜砂岩、页岩及含铜碳酸盐类岩石矿床）、块状硫化物型铜矿床及矽卡岩型铜矿床等四类，次要类型有铜–镍硫化物矿床，脉状铜矿床和玄武岩中自然铜矿床等。斑岩铜矿属于品位较低而储量大的矿床类型，其产量目前占世界铜产量50%以上；而层状铜矿、黄铁矿型铜矿及矽卡岩型铜矿也很重要，共占世界铜产量50%弱。铜的主要矿石矿物有黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿、铜蓝、黝铜矿、孔雀石和自然铜等。一般工业要求：硫化铜矿石的工业品位要求含铜在0.4%以上，富矿的工业品位含铜在1%以上。铜矿床中常伴生有锌、铅、钼、镍、钴、金、银和黄铁矿，并含有硒和碲等元素，可综合利用。

【斑岩铜矿床】　porphyry copper deposit　又称细脉浸染型铜矿床。是目前世界铜矿中最重要的矿床类型。这类矿床主要分布于板块碰撞带或挤压断裂带。时代较新的斑岩铜矿主要分布环太平洋的大陆边缘构造带和岛弧区以及阿尔卑斯–喜马拉雅火山–地震带。与成矿作用有关的主要是陆相火山作用和侵入作用；有关的侵入岩主要属钙–碱性系列的中–酸性浅成和超浅成相岩石，如石英二长斑岩、石英闪长斑岩等。围岩蚀变带具分带性，由外向内为青盘岩化带，泥化带、绢英岩化带（有人称千枚化带）、中心为钾长石化带。铜矿化主要产在绢英岩化带和钾长石化带。矿体主要产于侵入体的内外接触带中，矿体常受侵入体的形态和产状以及环状裂隙等所控制。铜矿化以细脉和浸染状矿石为特征。原生矿物主要为黄铜矿、黄铁矿、斑铜矿和辉钼矿等。矿石品位较低，一般为0.4—0.8%，高者达1%以上，但次生富集带中可达1—2%。伴生元素有金和钼等，这类矿床已成为钼的主要来源之一。



斑岩铜矿分带和蚀变模式

【细脉浸染型铜矿床】 veinlet－dis－seminated copper deposit 即“斑岩铜矿”。

【斑岩铜矿模式】 porphyry copper model 综合已知斑岩铜矿的地质及物理化学条件、岩浆岩的结构、构造和成分、围岩蚀变类型、微量元素的分布和铜、钼等矿化特性所提出的理想成矿模式。由于地质工作的进展，以及对斑岩铜矿床的深入研究，形成斑岩铜矿的模式有：石英—二长岩模式、闪长岩模式和正长岩模式等。

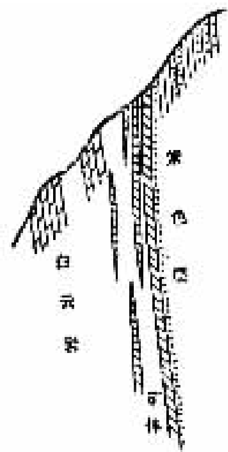
【中条山铜矿峪铜矿床】 Tong－kuangyu copper deposit of Zhong－tiaoshan 位于山西西南部。区内地层主要由元古界变质岩系组成。主要岩石为绿泥石片岩、绢云母石英片岩、绢云母石英岩。花岗闪长斑岩及花岗闪长岩呈舌状，侵入于绢云母石英片岩内。矿化主要在花岗闪长斑岩上部及其附近顶盖围岩中，呈浸染分散细脉沿片理或斜交片理呈网状，与岩舌倾斜一致，偶尔也有较大矿脉及扁豆状矿体。矿石矿物以黄铜矿为主，伴生有黄铁矿、辉铜矿及少量镜铁矿、磁铁矿。脉石矿物为石英、绢云母、绿泥石等。原生矿石含铜量达到工业要求，次生富集带不发育，含铜较贫但规模较大。我国类似中条山铜矿峪类型的铜矿还有江西铜厂、西藏玉龙等。矿床成因其中一部分被认为是受变质的中温热液细脉浸染型铜矿床（或称斑岩铜矿）。

【层状铜矿床】 stratiform copper deposit 含铜砂岩，含铜页岩和含铜碳酸盐岩矿床。含铜砂岩常与红色岩系伴生，故也称为红层铜矿，含铜页岩则与黑色页岩有关。层状铜矿的重要性目前在世界上仅次于斑岩铜矿。层状铜矿按其地质和矿床特征，可分为以下三个亚类：①前寒武纪（大多为元古代）地槽相沉积岩系中的层状铜矿；②寒武纪后海相岩层中的层状铜矿；③陆相红色岩层中的铜矿。这三类的共同特点是；含铜岩系主要是在潮湿与干燥气候转换的情况下形成，往往产于红色岩系中的浅色岩层中；含矿岩层多半在还原环境下形成，颜色为暗灰、灰黑、绿灰等色，其中常含有不少碳质、有机质，以及星散状的黄铁矿、绿泥石和碳酸盐的胶结物质。矿体呈层状，似层状或扁豆状。矿层厚自十几厘米至几米以上，含铜层位常有一层至数层，个别达十几层至几十层。矿物成分比较简单，常见的矿石矿物是辉铜矿、斑铜矿，其次是黄铜矿及自然铜等，次生矿物有孔雀石、蓝铜矿等。矿石中交代现象比较明显。矿石矿物常呈带状分布。矿石一般品位较富，含铜可达1—3%。一部分层状铜矿的铜质来源可能为与火山作用有关的上升溶液。矿石中有时含有硒、碲、银等，可综合利用。

【含铜砂岩】 cupreous sandstone 层状铜矿的一个主要类型。参见“层状铜矿床”。

【东川铜矿床】 Dongchuan copper deposit 位于云南北部康滇台背斜（地轴）的东部。矿田内元古界，自下而上为：姑庄系砂泥质、钙质及白云质岩层；因民组紫色岩层，下部为紫色钙质千枚岩，中部板岩夹灰岩凸镜体，上部为砂岩央薄层灰岩，过渡到落雪组白云质硅化灰岩，桃园组板岩。矿田规模大，可分落雪，因民、汤丹矿区。铜矿

主要产于落雪灰岩与因民层间破碎带内，呈层状及扁豆状，可分为 1—3 个层。矿带延长 20 公里，延深超过 1000 米，厚 5—15 米。矿石具马尾丝构造及密集细点状、斑点状，矿物组合为辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿的连晶，具文象状及格状结构。矿石品位为中等至贫矿，储量较大。矿床成因过去曾认为是中温热液矿床，现较普遍认为为沉积–变质成因的层控矿床。



东川铜矿床剖面

【六苴含铜砂岩矿床】 Liuju cupreous sandstone deposit 位于滇中中生代红色盆地北部，滇中含铜砂岩带的中段。含矿层位位于白垩系上统马头山组下部砂砾岩段的六苴下亚段中。含矿岩石以紫红色、浅灰色中—细粒长石石英砂岩为主，其次为含砾砂岩、砾岩、粉砂岩和泥岩。已知有八个矿体。主矿体呈层状，长达 1700 米以上，宽数百米，最厚 38 米。矿体中部厚度大，沿长轴方向厚度较稳定，短轴方向变化大，矿体厚度与含矿段厚度呈正比增减关系。矿体多沿六苴下亚段的紫色层（紫红色砂岩）、与浅色层（灰色、灰绿色砂岩）的交错过渡部位，靠近浅色层的一侧分布。表明铜矿是在氧化还原交替情况下形成的。矿石矿物以辉铜矿为主，次为斑铜矿、黄铜矿等，均呈细粒均匀浸染于砂岩的胶结物中。金属矿物具原生水平和垂直分带现象。从紫色层到浅色层分为：赤铁矿–自然铜矿物带，辉铜矿–赤铁矿带，斑铜矿–黄铜矿带，黄铁矿带。铜矿品位相应地从 1.5% 以上递减到小于 0.5%。矿石中伴生元素主要为银，赋存于硫化物中。矿床成因为陆相沉积铜矿床。

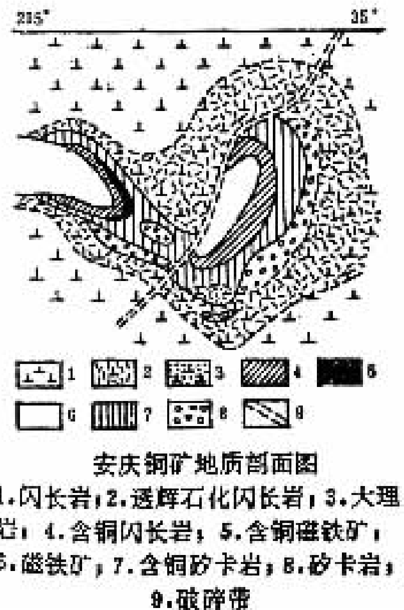
【哲兹卡兹甘铜矿床】 Dzhezkaz–gan copper deposit 位于苏联中哈萨克斯坦西南部。铜矿产于中晚石炭世的哲兹卡兹甘组中。地层由 51 层灰色和红色砂岩和粉砂岩组成，具韵律构造，厚 700 米。矿化砂岩因含大量硫化物而呈深灰色，□显金属光泽，平行层理，共有 26 个矿化层，其中有工业意义的有 19 层。矿床的矿体呈层状，与围岩层理一致，在平面上有时呈等轴状，但最常见的是狭长状，长几公里，宽 50—100 米。矿石是综合性的，主要组分是铜、铅、锌、银和微量元素中的铼也有很大工业价值。还有少量砷、镉、铋、钴、汞、金、镍和钼。最常见的矿石矿物为黄铜矿、斑铜矿和辉铜矿，□呈明显的垂直分带现象。辉铜矿在下，向上斑铜矿增加，最上部以黄铜矿为主。下部层位中铅、锌含量也很高。主要矿石呈浸染状，金属矿物交代砂岩和砾岩中的胶结物，但偶尔也交代长石和石英颗粒。

【中非铜矿床】 Central - African copper belt 位于非洲中部扎伊尔至赞比亚之间的一条宽几十公里，长500公里以上的铜（钴、铀）矿带，是世界著名的铜、钴、铀矿产区之一。矿床产于晚前寒武纪的“矿山组”和“下罗安组”的石英砂岩及砂质白云岩中。按矿体赋存特征分层状矿床及脉状矿床两类。而层状矿床储量占绝大部分。层状矿床的矿层厚4米以上，原生矿物辉铜矿、斑铜矿和黄铜矿为主，平均含铜4.5%以上，氧化带含铜6—7%，含钴0.4%左右。还含铅、锌、银、铀、镉、锗、镓、硒、钼、铼等。

【火山岩黄铁矿型铜矿床】 pyriti - terous copper deposit in volcanic rocks 这类矿床在矿石建造或成因上都具有多样性。矿石矿物以黄铁矿为主，其次为黄铜矿，含有少量方铅矿和闪锌矿。矿石构造以块状为主，因而也称为块状硫化物型铜矿床。在日本，这类矿床亦称为“黑矿”型矿床。我国以白银厂铜矿为代表，称白银厂式铜矿床。这类矿床与火山热液和火山沉积作用密切，主要产生在优地槽发展的早期的火山-沉积岩系中。有关的火山岩系列为：①细碧-角斑岩系；②角斑岩系；③安山-流纹岩的钙碱性系列；④蛇绿岩套的铁镁质岩石系列。由于受热液蚀变和区域变质作用，围岩常发生多种变化，矿体多为层状，似层状，透镜状。矿体规模一般较大。矿石构造除块状外、还有浸染状及网脉状条带状等。近年来，发现在上叠拗陷盆地中，也有黄铁矿型矿床的发育。矿石的主要成分为黄铁矿（含量可占70—90%），其次为黄铜矿，再次为闪锌矿，方铅矿等。脉石矿物有石英、方解石、绿泥石、重晶石、石膏等。铜的品位一般较富。可综合利用的矿产，除铜和黄铁矿外，还有金、银、锌、镉、铅、硒、碲、钴和镍等。这类矿床的成矿时代自太古代至第三纪都有。

【白银厂铜矿床】 Baiyinchang cop - per deposit 位于甘肃兰州市东北。矿区地层为中寒武统变质火山岩，总厚约9000米，下部为凝灰质千枚岩；中部为钙质灰岩夹富含钠质的变质火山岩系。后者为受过区域变质及热液蚀变的细碧角斑岩系，铜矿即产于其中，上部为绿色硬砂岩夹千枚岩。区内酸性火山岩发育，其中变质流纹英安凝灰岩为主要含矿围岩。扁豆形块状含铜黄铁矿体的周围有散漫状矿体，若围岩夹有绿泥石化显著的钙质千枚岩时，常出现细脉状矿体。金属矿物中黄铁矿常占90%，其次为黄铜矿及少量闪锌矿、磁铁矿等；非金属矿物有石英、绿泥石、绢云母等。矿石含铜0.5—0.9%。矿床围岩蚀变有绿泥石化、绢云母化、硅化、白云石化及次生的明矾石化、黄钾铁矾化、高岭土化等，矿床次生分带也很明显。矿床成因为与海底火山喷发含矿热液有关的层控、海相火山-沉积矿床。

【矽卡岩型铜矿床】 skarn copper deposit **这类矿床主要产于中酸性的中小型侵入杂岩体与碳酸盐类岩石的接触带中。侵入体主要属中—浅成相，且常有“超覆”围岩的现象。矿体分布受断裂构造，地层和侵入体产状及接触带的控制。矿体形态比较复杂，呈似层状、扁豆状，囊状和不规则脉状等。矽卡岩主要由钙铁－钙铝榴石、透辉石、阳起石、透闪石、方柱石、绿帘石等组成。铜矿化主要发生在矽卡岩矿物生成以后，在石英－硫化物期由热液交代矽卡岩、磁铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿及其附近石灰岩而成，伴生有金云母、绿泥石、石英和方解石等。岩体内部钾质交代比较明显。矿石矿物主要为磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿、赤铁矿和少量锌铅、钼等硫化物。矽卡岩型铜矿床的矿石类型可以有致密块状硫化物矿石、浸染状或网脉状矿石及含铜的磁铁矿矿石等。矿床规模以中小型居多，部分可达大型。**



安庆铜矿地质剖面图
1.闪长岩；2.透辉石化闪长岩；3.大理岩；4.含铜闪长岩；5.含铜磁铁矿；6.磁铁矿；7.含铜矽卡岩；8.矽卡岩；9.破碎带

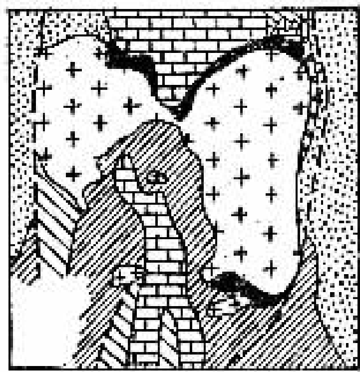
【脉状铜矿床】 vein－type copper deposit **主要为中温或中－低温热液成因的脉状铜矿床；产于各种围岩中，特别是中性和弱酸性火山岩或浅成侵入体中。围岩蚀变有青盘岩化、硅化、绢云母化、黄铁矿化、明矾石化和高岭土化等。矿脉常受断裂构造或火山作用的环状裂隙或放射状裂隙所控制，有的沿断裂破碎带形成延长较远的网脉带，并有浸染状矿石。矿石类型较多，主要为铜－石英－碳酸盐－重晶石脉，铜－菱锰矿－黄铁矿－石英脉，金－铜－碳酸盐－石英脉、其次为砷－铜－石英脉等；有部分锡石－硫化物矿脉、钨和锡－石英脉以及金－石英脉中，也可含有工业价值的铜。**

【多金属矿床】 polymetallic deposit **①苏联首先采用的名称，一般是指铅、锌伴有铜以及金银的矿床，主要是指以铅为主的矿床。如苏联乌拉尔的黄铁矿型铜锌矿床就不称为多金属矿床。②含有三种或三种以上的有经济价值的金属的矿床。**

【铅锌矿床】 lead－zinc deposit **铅锌矿床主要在中、低温热液作用过程中形成，一部分由火山成矿作用和外生成矿作用形成。重要的矿床类型有：碳酸盐类岩石中的层控铅锌矿床、矽卡岩型铅锌矿床及火山岩系中块状硫化物多金属矿床等。主要矿石矿物为方铅矿和闪锌矿，还有白铅矿、铅矾、菱锌矿和水锌矿等次生矿物，常含有铜、银、镉、铟、镓、锗、硒、碲及金等，可综合利用。**

【矽卡岩型铅锌矿床】 lead - zinc deposit in skarn 这类矿床一般产于中酸性侵入体与碳酸盐类岩石的接触带或其附近。成矿过程较复杂，铅 - 锌硫化物是成矿作用的晚期晚阶段的产物，矿体往往离开矽卡岩，而产于石灰岩和白云岩中。矿体形状复杂，一般呈不规则囊状、柱状、脉状、透镜状，有些情况下也呈似层状。非金属矿物有石榴石、角闪石、辉石、绿帘石、绿泥石及石英、绢云母等。金属矿物除方铅矿、闪锌矿外，还有黄铜矿、黄铁矿和磁黄铁矿，有时还含白钨矿、锡石、辉钼矿和辉铋矿。铅 - 锌矿床中常含有银、铟、锗、镓、铊、硒等，可综合利用。

【水口山铅锌矿床】 Shuikoushan lead - zinc deposit 位于湖南常宁县东北。矿区内出露下二叠统栖霞灰岩，茅口灰岩，上二叠统乐平煤系、下第三系衡阳红色岩层和燕山期的花岗闪长岩岩体。矿体赋存于花岗闪长岩与栖霞灰岩接触带的外接触破碎带中。已知矿化带长 1000 米，延伸大于 500 米，包括 10 几个矿体。矿体形状极为复杂，以筒状、柱状及囊状为主。矿石多呈角砾状、致密块状。矿物成分也较复杂，金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、砷黝铜矿等。非金属矿物有石英、方解石、萤石等。围岩蚀变有矽卡岩化、大理岩化、硅化等。矿石品位高，可同时开采铅、锌、硫及综合回收银、铜等组分。矿床规模属大型。矿床成因有的认为是矽卡岩型矿床，有的认为是中高温、中深热液交代矿床或产于接触破碎带附近的中温热液交代矿床。



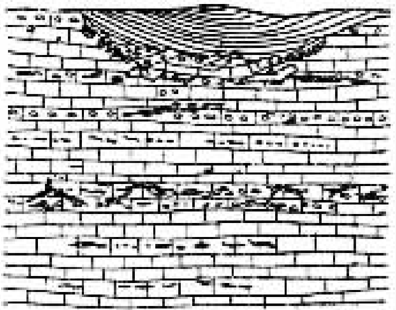
水口山铅锌矿床平面图
1.红色砂岩；2.煤系；3.茅口灰岩；4.栖霞灰岩；5.底部岩；6.花岗闪长岩；7.矿化带；8.断层

【碳酸盐岩层控铅锌矿床】 strata - bound lead - zinc deposit in carbon - ate rocks 矿床层位在一定碳酸盐地层中的铅锌矿床。其典型代表为美国密西西比河谷式，波兰西里西亚式，是铅锌矿床的重要类型。对于矿床的成因，尚有争论，大致有三种意见：①远温热液交代矿床；②海相沉积矿床；③深部环流的地下水热液矿床等。近来因对矿床

地质和同位素地质的研究，以第三种意见占主要地位。在矿床分布的广大范围内，常不见火成岩体出露。矿床特征是：工业矿体形态比较简单，大多呈层状或似层状产于石灰岩、白云质石灰岩或白云岩层中，岩层产状平缓，矿体产出层位稳定，有的矿体延长可达百公里以上。但矿化特点比较复杂，有脉状、角砾状以及溶洞充填构造。围岩蚀变现象不明显，有些地方可见到弱的白云石化和硅化。矿石矿物主要是方铅矿和闪锌矿，也常有一些胶状黄铁矿和白铁矿、重晶石等。脉石矿物有方解石、石英及少量萤石、重晶石。矿石品位变化较大，多为复矿，矿床规模巨大。

【密西西比河谷式铅锌矿床】 Mississippi – valley – type lead – zinc deposit 位于美国中部密西西比河中、上流域，由于它分布于密苏里、克何马和堪萨斯的接壤地区，称“三州式”，是美国最大的铅锌矿区。矿床局限在一个或少数几个特定的地层层位中，主要的含矿岩石是石灰岩及白云岩。矿区附近无明显与之有关的火成岩分布。矿体呈巨厚层状，单个矿体长 1—2 公里，厚 30—60 米。一般呈平卧状产出，但也有呈脉状充填矿体产出。主要金属矿物有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、白铁矿等。有时有黄铜矿以及其他铜、钴、镍的硫化物，还有微量镉、银、铟、锗等可综合利用。非金属矿物除方解石、白云石、玉髓等矿物外，常含有重晶石和萤石，有时重晶石和萤石成为重要的矿石矿物。矿石含 Pb3—8%，Zn 0.5—1%，Cu 0.1%，这类矿床的形成晚于含矿围岩，属后生层控矿床。硫同位素组成在生物硫、同生卤水以及正常的沉积型硫化物的成分范围之内。成矿温度 70°—150℃，含矿溶液是中等盐度的 Na – Ca – Cu 型富含金属组分的卤水，大约比海水浓缩 5—10 倍，与附近沉积盆地中的油田水成分近似，

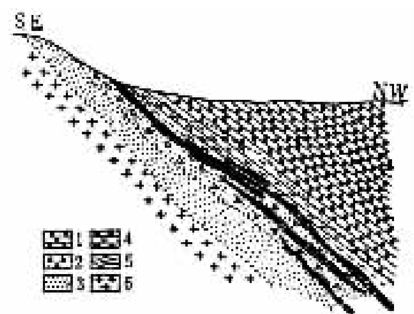
【西里西亚式铅锌矿床】 Silesiantype lead – zinc deposit 见“碳酸盐岩层控铅锌矿床”。


密西西比河谷铅锌矿床

【锡铁山铅锌矿床】 Xitieshan lead – zinc deposit 位于青海柴达木盆地北沿复背斜带中，含矿层主要为前震旦系（也有认为奥陶系）绿色片岩系中的大理岩组。矿体主要产于背斜轴部之大理岩与半石墨石英片岩互层部分。矿体呈似层状、透镜状或巢状，与围岩的界限一般清楚。主要控矿因素为层间破碎带，其次为岩性。金属矿物以方铅矿、闪锌矿、黄铁矿为主；非金属矿物为石英、石膏、方解石等，矿石呈块状、角砾状和浸染状构造。矿床蚀变不显著，但氧化带极为发育，表生矿物种类较多，铅与银在氧化带品位较高，向下逐渐降低，而锌却相反。为伴有银、硫的大型有色金属矿床。

【芒特艾萨多金属矿床】 Mount Ia polymetallic deposit 位于澳大利亚昆士兰的西北部前寒武系分布区，是世界上巨型层状多金属矿床。含矿地层属早元古界，由变质流纹岩，玄武岩，石英岩，长石砂岩，页岩和片岩，片麻岩等组成。具有经济意义的矿化都产在乌尔特页岩层中，未氧化的乌尔特页岩由浅灰和深灰色白云质和火山质页岩，细粒层状白云岩和含黄铁矿页岩构成。铅、锌、银矿体产于未蚀变的页岩中；铜矿体则产于强烈角砾岩化及重结晶的页岩带内。石墨与硫化物密切共生，在硫化物颗粒周围呈同心环产出，在粒间则为晶群。矿石含 Cu3.5—3.8%，Pb5.5—7.8%，Zn6.0%，Ag 177 克/吨。

【桃林铅锌矿床】 Taolin lead - zinc deposit 位于湖南临 84 湘县。矿床产于燕山期花岗岩与前震旦纪板溪群千枚岩、板岩接触带的破裂带中，呈北东东方向断续出露。矿化带呈大的“板状”延长，矿脉呈扁豆状、囊状、脉状，常有分支复合及尖灭再现现象。矿石矿物主要有方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、萤石、黄铁矿等，脉石矿物有石英、重晶石。矿石呈带状、角砾状、块状及晶簇状构造。矿石品位一般较低，且锌多铅少，萤石也可附带开采。铜、银、镓等可供综合利用。围岩蚀变主要是绿泥石化、硅化、绢云母化等。矿床成因为中温热液裂隙充填矿床。

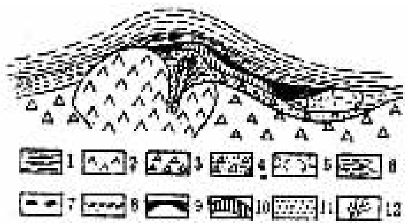


桃林铅锌矿床剖面图
1.砂砾岩；2.含矿角砾岩带；3.蚀变带；4.千枚岩、板岩；5.铅锌矿脉；6.花岗岩

【碳酸盐岩铅锌交代矿床】 metaso - matic lead - zinc deposit in carbon - ate rocks 中-低温热液交代石灰岩或白云岩而形成，矿区内一般没有火成岩出露。围岩蚀变主要是白云石化、硅化、黄铁矿化、重晶石化、似碧玉化等。矿体形态大多为似层状、扁豆状、囊状以及脉状、网脉状等。矿床受构造裂隙控制比较明显，常具块状构造。矿石成分比较简单，矿石矿物主要有方铅矿，闪锌矿等；脉石矿物主要有石英、方解石和重晶石等。矿石品位一般较富，通常还含有银、铟、镉、镓、锗等多种金属元素，可综合利用。

【火山岩黄铁矿型多金属矿床】 metasomatic polymetallic deposit in volcanic rocks 这类矿床主要是火山作用期后形成的，由火山喷气-沉积作用形成。围岩蚀变主要有硅化、绿帘石化、高岭土化、叶腊石化、绢云母化、黄铁矿化等。矿床受火山岩系，特别是火山碎屑岩控制比较明显。矿体形态多为透镜状、似层状。有时层状矿体的下部有网脉状矿体，矿石成块状构造，成分一般比较复杂，矿物除方铅矿、闪锌矿外，还有黄铜矿、黄铁矿、有时还有毒砂、辉铋矿、辉银矿、砷黝铜矿等。这类矿床也称块状硫化物型多金属矿床，日本称为“黑矿”型矿床。

【黑矿型矿床】　kuroko deposit　于日本中新世海底喷发长英质火山岩，次火山岩及火山沉积岩中的层状多金属硫化物—硫酸盐矿床。矿物基本上没受变质作用的影响。在日本，已知黑矿型矿点有100多个，其中以日本本州东北的北鹿地区内最重要，占已知储量的85%。黑矿型矿床通常由大小不一的单矿体组成。已知最大矿体为700×300×500米，上部为层状部分，下部为网脉状部分，具明显的垂直分带特征，由上而下为：含铁燧石带、重晶石矿带、黑矿矿带、黄矿矿带、黄铁矿带、石膏矿带、硅质矿带等。



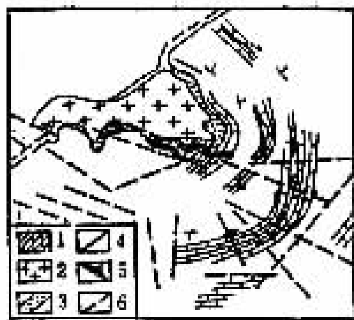
黑矿单矿体剖面图
1.泥岩或泥灰岩；2.流纹岩；3.角砾状流纹岩；4.凝灰角砾岩；5.石膏-硬石膏；6.粘土；7.含铁燧石；8.重晶石；9.黑矿；10.黄矿；11.硅质矿；12.硫化物脉

【锡矿床】　tin deposit　主要矿床类型有：锡石-硫化物矿床、锡石-石英脉矿床、斑岩锡矿床、锡石-云英岩矿床、砂矿床和锡石伟晶岩矿床等。矿石矿物为锡石、黝锡矿。原生锡矿中常伴生有铜、铅、锌、钨、铋、钼、铌、铍及其它稀有金属。砂锡矿床中常伴生有钽铁矿、铌铁矿、黑钨矿、金红石、独居石、锆石等，可综合利用。锡矿床主要与花岗岩类岩石有关。成矿时代主要为中生代和新生代。

【锡石石英脉矿床】　cassiterite-quartz vein　属气化-高温热液矿床。常与中深成酸性及超酸性花岗岩有关。矿体常位于岩体内外接触带附近，特别是较晚阶段形成的小岩体突出部位。矿体或呈大脉型、细脉型、网脉型，或为细脉浸染状，也有筒状矿体。按矿物组合和产状的差异可分为：锡石-石英脉、锡石-黑钨矿-石英脉、含锡石云英岩等。前两者一般为规则的脉状体，后者多为形态不规则的细脉浸染体。围岩蚀变如云英岩化，浅色云母化，电气石化等。蚀变围岩中常含锂云母、黄玉和萤石等。主要矿石矿物除锡石外，还常伴生有黑钨矿、辉钼矿、辉铋矿、铌钽铁矿、绿柱石和其他硫化物等，这类矿床常是锡、钨、铍、铌、钽、锂等金属的综合矿床。

【个旧锡矿床】　Gejiu tin deposit　位于华南褶皱系右江褶皱带接近康滇地轴的边部。地层以三叠系为主，尤以中三叠统个旧灰岩分布最广，构成本区主要成矿围岩。本区为一个东南翼陡、北西翼缓的不对称复式向斜，翼部并有次级小褶曲，北东向及东西向断层为成矿前断裂，南北向及北西向多为成矿后断裂。区内火成岩分布很广，除二叠纪玄武岩外，主要为燕山晚期黑云母花岗岩，主要锡矿床围绕小型花岗岩侵入体分布。矿区由脉锡矿床和砂锡矿床以及矽卡岩矿床组成，前者又可分为高温热液锡石-石英脉型、矽卡岩型、锡石-硫化物型。矽卡岩型矿床产于黑云母斑状花岗岩与大理岩接触带，矽卡岩紧靠花岗岩一边产出，而矿体介于矽卡岩与大理岩之间，也有互相混染或互层者。矽卡岩、矿体的产状和形态与花岗岩突起部份的产状和形态一致，呈似层状、透

镜状或囊状、柱状、脉状。矽卡岩具分带现象，从内向外为：透辉石－方柱石带、透辉石－钙铁榴石带、透辉石带。细脉浸染的矽卡岩矿体，一般在矽卡岩中呈宽窄不等的条带产出，或沿早期破碎带富集。致密硫化物矿体产于矽卡岩体之上，但矿体产出及规模明显受构造控制。其矿石组分复杂，金属矿物有磁黄铁矿、锡石、毒砂、黄铁矿、黄铜矿、铁闪锌矿、白钨矿等，脉石矿物有石榴石、透辉石、萤石、方解石、石英、黑云母和方柱石等。围岩蚀变有方柱石化、绿泥石化、绢云母化。



个旧矽卡岩型锡-铜矿床
1.灰岩；2.花岗岩；3.矽卡岩；4.实测断层；5.矿体；6.推测断层

【锡石硫化物矿床】　cassiterite－sul－phide deposit　高温热液或中温热液矿床，一般产于花岗岩体的外接触带，围岩主要为石灰岩，其次是砂页岩、喷出岩和石英斑岩。矿床多数为交代生成，形态复杂，呈似层状、透镜状、脉状、柱状、囊状和细脉带等。在花岗岩与碳酸盐类岩石的接触带中，常发育矽卡岩，形成矽卡岩锡矿床，由于其中常有大量硫化物，所以也列入本类型。矿石矿物为锡石、黄铁矿、磁黄铁矿和铜、铅、锌、砷的硫化物等。脉石矿物常以石英、绿泥石、电气石等为主。按矿物的共生组合的不同，可分为锡石－矽卡岩－硫化物型、锡石－电气石－硫化物型，锡石－绿泥石－石英－硫化物型，锡石－方铅矿－闪锌矿型和锡－银矿型等几个亚类。在我国的锡石－硫化物矿床，主要分布在含有巨厚石灰岩地层的海西－印支拗陷区。矿区往往位于穹隆构造和断裂带中，□发育有燕山期小花岗岩体。锡石－硫化物矿床的成矿时代以中生代为主，其次为第三纪。

【云英岩锡矿床】　greisen－type tin deposit　云英岩在花岗岩顶部或其顶板岩石中发育。含锡云英岩矿体呈不规则状或透镜体状。矿物成分有石英、白云母、电气石、黄玉、萤石、绿柱石、钾长石、锡石、黑钨矿、毒砂等。矿石品位较低。矿床规模多为中小型。

【砂锡矿床】 tin placer 砂锡矿床按其成因可分为残积砂矿、坡积砂矿、石灰岩地区的喀斯特溶洞砂矿、冲积砂矿和海滨砂矿等。冲积砂锡矿床分布一般离原生锡矿床较近，多在3—5公里，很少达8—10公里。石灰岩地区的喀斯特溶洞砂矿床比较重要。在沿海地区发育原生锡矿时，则可能形成有工业价值的海滨砂矿。砂锡矿储量大、埋藏浅、勘探和开采容易，锡矿质量高，含有害杂质（铜、硫、砷）少，含黑钨矿、铌铁矿、钽铁矿等有用伴生组份多，具有很大工业价值。

【铝矿床】 aluminium deposit 矿床主要工业类型为风化壳型，即红土型铝土矿矿床和海相沉积铝土矿矿床。磷霞岩和明矾石矿也可作铝矿开采。铝的矿石矿物为 – 水硬铝石、一水软铝石和三水铝石。铝土矿中常有镓、钒、钛、锗等元素，可综合利用。

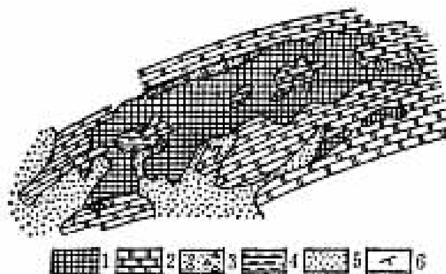
【风化壳型铝土矿矿床】 weathe – ring – crust bauxite deposit 又称红土型铝土矿矿床，是由富含铝的岩石，如玄武岩，霞石正长岩等经红土化作用而形成。不纯石灰岩经风化作用也能形成风化壳型铝土矿，一般称钙红土型铝土矿。这类铝土矿矿床的产状一般不规则，有的呈斗蓬状覆盖在风化原岩之上，或经过短距离的搬运再沉积在原岩表面低凹处，也有呈不规则的喀斯特洞穴堆积。矿层厚数米至数十米，断续延伸，分布面积很广。铝土矿矿床的上部往往为红色、黄色含铁的粘土所覆盖。铝土矿矿石为黄色、棕色、红色。一般无光泽。矿石构造具团块状、结核状、豆状、鲕状或胶状。矿物成分多为三水铝石，成矿时代多为第三纪和第四纪。

【海相沉积铝土矿矿床】 marine sedimentary bauxite deposit 在浅海浮湖中沉积而成的层状铝土矿矿床。矿层往往产于海进层序底部，特别是在煤层的下部。铝土是由于长期风化和红土化作用，以及植物、腐殖质的作用使粘土彻底分解而成。矿层下部常是杂色铁质铝土岩，在低凹部分有时有透镜状铁矿体存在。我国华北中石炭世的海相沉积铝土矿，产于奥陶纪石灰岩的侵蚀面上，呈假整合接触。矿层一般较稳定，矿体呈层状、透镜状产出。矿石中铝矿物多为一水硬铝石和一水软铝石。矿床规模巨大。新生代的海相沉积铝土矿的铝矿物多为三水铝石，如南美的牙买加铝土矿床。

【巩县铝土矿矿床】 Gongxian bau – xite deposlt 位于河南省巩县，矿区构造简单，为一大的单斜构造，走向近东西，倾角平缓。含矿岩系位于中奥陶世马家沟灰岩之侵蚀面上，为太原统灰岩所覆盖，自上而下为：黑灰色薄层叶片状铝土矿；暗灰色致密坚硬厚层状优质铝土矿层，少见鲕状构造；灰色豆状、鲕状及块状铝土矿层；杂色铝土页岩，含大量铁质斑点；白色粘土，呈凸镜状；红黄色粘土、页岩，中夹褐铁矿、赤铁矿团块（山西式铁矿）。矿层稳定，延伸较远。矿石甚为坚硬，节理发育。矿物成分主要为 – 水型硬铝石，□有少量水云母、叶腊石及其它杂质。矿石呈块状、豆状、鲕状及叶片状构造。矿床成因过去一般认为是沉积矿床，近年来有人认为是红土经机械悬浮物搬运再沉积而成。

【镁矿床】 magnesium deposit 主要工业类型有：碳酸盐岩层中层状交代菱镁矿矿床；蛇纹岩中隐晶质菱镁矿矿床；沉积成因的白云岩矿床；水镁石矿床；光卤石矿床以及海水、卤水和盐湖矿床。层状交代菱镁矿矿床，由变质热液或热液交代作用形成，产于区域变质地区，原岩主要为元古代（少数属古生代）的白云岩、白云质灰岩，矿体呈层状或透镜状，矿体延长可由几十米至数公里，甚至几十公里，厚几十厘米至十余米；矿层多的可达十余层，共生矿物为滑石、蛇纹石、及其他碳酸盐等，菱镁矿结晶较粗大，是最重要的工业类型，在白云岩中的热液铅锌等矿区中，也能形成相当规模的热液交代层状菱镁矿矿床。蛇纹岩中的隐晶质菱镁矿矿床，主要属于超基性岩风化壳下部的裂隙中的淋积矿床，矿体一般较小，但大的长可达千米以上，厚几厘米到2米，深可达250米左右，矿体呈脉状、网脉状等；菱镁矿为隐晶质，共生矿物有白云石和蛋白石等。水镁石矿床产在白云岩和镁质石灰岩中，水镁石呈浸染状或脉状，与菱镁矿、方解石和镁橄榄石共生。光卤石矿床为蒸发沉积成因，主要产在钾盐矿床中。有时，白云岩也可作为提取金属镁的矿物原料。镁的主要矿石矿物有菱镁矿、白云石、光卤石、水氯镁石、水镁石、水菱镁石及硫镁矾等。镁在海水中的含量为0.13%，工业上已能提取。

【大石桥菱镁矿矿床】 Dashiqiao magnesite deposit 位于辽宁省营口，区内广泛出露前震旦纪辽河群地层，菱镁矿产于其中部的白云质灰岩中。矿化岩层断续延长40公里。矿体呈透镜状、似层状，沿地层走向延长。矿体与围岩界线不明，其中还包有白云岩残块。围岩中见有菱镁矿化、硅化、白云岩化、滑石化等蚀变。矿石以结晶的菱镁矿为主，呈白色、粉红色或灰色、黑白色条带，共生矿物有白云石、滑石、蛇纹石、方解石等滑石呈不规则脉状或团块状产出，白云石呈致密团块，为交代残余物，方解石呈囊状体。矿石含MgO很高，可直接做硬烧菱镁矿原料。矿床成因为低温含镁热液交代白云岩而成。



大石桥菱镁矿矿床地质略图
1.矿体；2.白云质灰岩；3.角砾状白云岩；4.千枚岩；5.第四系；6.产状

【锶矿床】 strontium deposit 锶的主要工业矿物为天青石、菱锶矿，有的重晶石也含锶。锶矿床主要是蒸发沉积矿床。英国布里斯托尔附近的锶矿床是世界上最大的锶

矿床之一，产于三叠纪泥灰岩中，矿体呈不规则层状，透镜体状、除天青石外，有石膏、硬石膏等伴生。我国四川什邡泥盆纪磷块岩层之上产有硫磷铝锶矿（svanbergite）矿层，其中所含 P、S、Sr、和稀土元素均可综合回收。

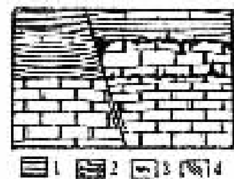
【铋矿床】 bismuth deposit 工业类型有：矽卡岩型铋矿床（如与矽卡岩型钨、锡矿床共生的铋矿床和与矽卡岩型铅锌矿床共生的铋矿床等）、气化－高温热液铋矿床（如含铋的黑钨矿－石英脉矿床和含铋的锡石－硫化物矿床等）和五元素建造矿床等。表生条件下形成的含铋砂矿经济意义不大。铋的矿石矿物有辉铋矿、自然铋、泡铋矿和含铋的方铅矿。单独开采时，矿石中铋的最低工业品位一般为 0.3—0.5%。铋大多数是从处理铅矿、铜矿、多金属矿、钴矿、镍矿、锡矿及钨矿时综合提取的。

【锑矿床】 antimony depOsit 矿床的工业类型有各种中、低温热液矿床及经风化作用产于喀斯特地区的氧化锑矿床。最有价值的矿床类型为低温热液层状、似层状辉锑矿矿床。这类矿床往往产于大的断裂附近。其成因是由含矿溶液交代石灰岩，形成网脉状或浸染状矿石，构成层状或似层状矿体。在构造条件及围岩性质有利的情况下，则可形成很大的富矿体。矿石的物质成分较为简单，大部分是辉锑矿及少量石英、黄铁矿、白铁矿、重晶石等。其次，是辉锑矿－石英脉型矿床，矿石组份比较简单。其规模大都为中小型。锑的主要工业矿物为辉锑矿、锑华、锑赭石等。锑常与汞、金、钨、砷、铅共生，可供综合利用。

【锡矿山锑矿床】 Xikuangshan antimony deposit 位于湖南冷水江市。这里泥盆纪地层组成一背斜构造，在背斜轴部有断层切割。矿体产在断层附近的七里江灰岩中，主要沿层间破裂带、节理和空洞充填交代而形成。多数矿体呈似层状，由多层厚 10—15 厘米的矿线和数十厘米的含矿体互层组成，或沿层面和节理形成的各种脉状矿。矿石成分简单，以辉锑矿为主，有时呈完好的晶体，其次为辰砂、石英等。围岩蚀变有硅化。矿区附近没有岩浆活动的迹象，而沉积岩中的锑背景值相当高，因而有人认为是地下热水溶滤了沉积岩中的锑，沿断层上升，为页岩所阻挡，充填灰岩而成矿。含矿层具有一定层位，区域中汞、锑矿床常常共生。

【汞矿床】 mercury deposit 主要工业矿床可分为同岩浆作用关系不明的低温热液汞矿床和与火山作用关系密切的浅成低温热液汞矿床。前一类汞矿床，大多分布在大范围内无火成岩出露的地区；矿床主要产于石灰岩和白云岩层中，并与断层破碎带，特别是层间破碎带有关，形成规模很大的层状和似层状矿体，其次是脉状、树枝状、巢状矿体。围岩蚀变为硅化、白云石化和重晶石化等。矿石构造为浸染状、角砾状等。矿床的矿物成分比较简单，主要矿石矿物是辰砂，常有少量闪锌矿、雄黄、雌黄、辉锑矿、黄铁矿等共生；脉石矿物有石英、玉髓、方解石、白云石、重晶石，萤石和沥青等。后一类汞矿床与第三纪，甚至近代火山活动及温泉有关，矿床多产在火山岩中；另外，也有

很多汞矿床产于火山岩附近的各种沉积岩、变质岩，甚至蛇纹岩中，矿物成分比较简单，有辰砂，白铁矿、黄铁矿、辉锑矿、雄黄和雌黄等。这类矿床延伸不大、规模一般较小；矿体不规则，呈树枝状、网脉状。汞的矿石矿物有辰砂、黑辰砂、汞黝铜矿、自然汞和硫汞锑矿等。



贵州汞矿床
1.灰岩；2.白云质灰岩；3.汞矿体；4.断层

【玉屏汞矿床】　Yuping mercurydeposit　位于西南地台鄂黔台褶带内，雪峰台背斜之西缘。主要含矿层位为寒武系中、下部的碳酸盐岩石。岩层褶皱开阔平缓，矿体位于褶曲轴部及倾伏端，受层间裂隙及陡倾斜裂隙控制。区内断裂发育，但未见岩浆岩体。含矿层有七层，均见于白云岩内，顶板为页岩。矿层呈层状、似层状，部分呈脉状、巢状，但明显具有一定层位。矿石中矿物以辰砂为主，其次为黑辰砂、自然汞、伴生有辉锑矿、黄铁矿、闪锌矿、雄黄等，脉石矿物有方解石、白云石、重晶石、萤石、石英等，矿石多呈浸染状、角砾状、晶洞状。围岩蚀变微弱，有硅化、白云岩化、重晶石化等。玉屏汞矿曾被认为是低温热液矿床，现在认为可能是地下热水形成的矿床。

【砷矿床】　arsenic deposit　主要为热液矿床。在矽卡岩型砷矿床中，砷主要形成毒砂，与锡石、磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿和方铅矿等共生；在高温热液矿床中，砷可形成毒砂，斜方砷铁矿，与其他金属矿物组成金－砷矿床、铜－金－砷矿床、钨－砷矿床等，在中温热液矿床中，砷形成毒砂、砷黝铜矿、斜方硫神铜矿等，□组成砷－多金属矿床，砷－钴矿床等；在低温热液矿床中，砷则形成雄黄、雌黄，组成单独的砷矿床，或与胶黄铁矿、辉锑矿、辰砂等共生，形成砷－锑矿床和砷－汞矿床等。从火山－沉积作用形成的黄铁矿型多金属矿床中也可提取砷。砷在多数情况下都与其他金属元素共生，形成单独砷矿床比较少，工业上所用的砷，大部分是从冶炼含砷的矿石中附带从气体中收集的，只有少数从砷矿石中提取。砷的主要工业矿物有雄黄、雌黄和毒砂等。

【慈利雄黄矿床】　Cili realgar deposit　位于湘西武陵山，属鄂黔台褶带与雪峰台背斜的交汇地带。矿区构造以北东向断裂为主，褶皱次之。下古生代灰岩中的正断层与成矿关系密切，矿区及附近尚未发现岩浆岩体。矿化以充填交代方式生成于灰岩中。矿体形状为巨大管状矿脉。富矿体位于围岩破碎带中的矿结；断层节理中陡倾斜的矿柱；扁豆状之矿囊；串珠状矿体等部位。矿物成分以雄黄为主，还有雌黄、砷华、自然砷、方解石、白云石、黄铁矿、孔雀石等。雄黄呈致密团块或片状与雌黄共生。为低温热液充填交代矿床。

【贵金属矿床】 precious metal deposit 金、银及铂族金属矿床。铂族金属矿床的主要类型是岩浆矿床和砂矿床，金矿床的主要类型是热液矿床和砂矿床；银矿床的主要类型是热液矿床。

【金矿床】 gold deposit 金矿床类型很多，主要有含金、铀砾岩矿床、砂金矿床、含金石英脉矿床以及火山岩系中金－铜－石英脉；金－银矿脉、金－铁建造、卡林式金矿以及火山蚀变岩型金矿等。在铜－镍硫化物矿床，矽卡岩型铜－铁矿床，黄铁矿型铜矿床和斑岩铜－钼矿床等矿石中，金为综合提取的对象。在金的矿石矿物最主要是自然金（其中常含银4—15%，有时有少量铋、钯、锑等杂质）；其次是银金矿、碲金矿及针碲金矿等。

【砂金矿床】 gold placer 一类重要的金矿床。含金的砂矿床以冲积砂矿最有工业价值，产量最大，其次为金的海滨砂矿。金在地表环境具有十分稳定、密度大，颗粒小等特点，所以冲积砂金矿层主要产于基岩上面的砾石层的底部，矿层延长可以很大，离原生矿床或岩石可以很远，由于这类矿床埋藏浅，易于用简单的淘洗工具淘取，所以，远在几千年前已经为人们所开采。

【金－铀砾岩矿床】 auri－ura－niferohs conglomerate 世界已知规模最大的一种金矿床和铀矿床。产于太古代地层不整合上的下元古地层的底砾岩中，矿体呈层状，含矿层厚一至数十米，矿层可多至10层以上，沿走向延伸数十公里乃至百公里以上。含矿的砾岩主要由直径2.5厘米左右的石英砾石所组成。金含于砾岩的胶结物中，大部分粒径为0.01—0.07毫米，分布不均匀，常富集在砾岩层的底部。砾岩中有较多黄铁矿晶质铀矿的碎屑。矿床的成因，多数认为，金矿和铀矿原是与砾岩同时沉积形成的古砂金矿床，后来受到变质热液作用发生某些变化。

【威特沃特斯兰金－铀砾岩矿床】 Witwatersrand auri－uraniferousconglomerate 位于南非，年产黄金曾达千吨左右。长期以来占世界总产量的三分之二左右。伴生矿产为铀、铜等。矿床产于下元古代的威特沃特斯兰系的中上部的砾岩层及碳质岩层中，其下为太古代绿岩，岩系分布面积约200×400平方公里，沉积厚度约7500米，主要由砾岩、石英岩及板岩组成，沉积年龄大约在2500—2300百万年之间，受轻微的区域变质作用，形成一个开阔的盆地构造，四周为古老的花岗岩－绿岩带包围。主要矿床位于盆地西北部的五个扇形三角洲。其中砾岩型金矿层产于三角洲顶端河流入口处。碳质岩层中的金矿层则产于三角洲尾郎。含金砾岩的砾石由脉石英、石英岩、燧石等组成，胶结物为细粒石英、绢云母、粘土及其他重砂矿物。金主要集中在胶结物及硫化物中，小部分呈细脉产出，除金外有黄铁矿、晶质铀矿、毒砂、铬铁矿、金红石、方铅矿、黄铜矿等，有时还有金刚石和锇依矿等。砾岩层平均品位含金达11克/吨。

【含金石英脉矿床】　gold – quartzvein　属中温或中、低温热液矿床，常与花岗岩化和混合岩化作用有关。矿床可产于各种性质不同的围岩，特别是含中，基性火山岩的变质岩中。围岩蚀变有绢云母化、绿泥石化、钠长石化、碳酸盐化、硅化、黄铁矿化及黄铁绢英岩化等。矿床多呈脉状及网脉状，少数呈扁豆状、串珠状、树枝状产出；其产状常受构造破裂带控制。矿石矿物有自然金、黄铁矿、黄铜矿、毒砂等；脉石矿物主要有石英、少量碳酸盐类、萤石、重晶石、电气石和钠长石等。根据矿石的矿物组合，可分为金 – 毒砂组合、金 – 黄铁矿组合、金 – 黄铁矿 – 黄铜矿组合、金 – 多金属硫化物组合、金 – 白钨矿 – 辉锑矿组合等。

【焦家式金矿床】　Jiaojia – typ e golddeposit　赋存于区域性断裂破碎蚀变岩带中，具有矿化连续、稳定，矿体形态简单，矿石类型单一，可选性好等特点，与国内外已知金矿类型难以对比，因产于山东焦家，故名。该区第四系亚砂土广泛发育，其下是胶东群地层，主要为黑云母变粒岩、斜长角闪岩、片麻岩、片岩等。矿体产于破碎蚀变岩带中，是由玲珑花岗岩（r_5^1），郭家岭斑状花岗闪长岩经构造破碎和热液蚀变而成。矿体呈脉状或带状，长千余米，平均厚度 2—4 米。主要矿物有银金矿、黄铁矿。脉石有石英、绢云母。围岩蚀变有红土化、绢云母化等。伴生有金属硫化物、银等。

【卡林型金矿床】　Carlin – type golddeposit　六十年代在美国内华达州卡林发现，主要产于碳酸盐岩中的微细粒浸染状含金矿床，产量居美国第二位。矿床与第三纪火成岩墙、岩流和热液蚀变有关。矿体主要呈浸染状产于志留 – 泥盆系罗伯茨山组上部的碳酸盐岩中，富集地段为有纹理的泥质、砂质白云岩或灰质泥岩。分三个矿带，矿体延长数百米，厚数十米，金平均品位 10 克/吨，金颗粒小于 10 微米。伴生组分有银、砷、汞、锑、钨等。围岩蚀变主要为硅化和绢云母化、高岭石化。

【银矿床】　silver deposit　重要的独立银矿床有产于碳酸盐岩石，含有机质页岩、千枚岩及片岩和蚀变的火山岩中的中、低温及低温热液脉状银矿床及金 – 银矿床。矿石矿物有自然金、自然银、辉银矿、深红银矿、淡红银矿、脆银矿及含银的方铅矿等；脉石矿物有石英、方解石、石髓等。其他的含银矿床有：锡 – 银矿床、含铜砂页岩矿床及各种铅锌矿床、五元素矿床及重晶石 – 银 – 钴矿床等。工业矿物主要有自然银、辉银矿、硫铜银矿、锑银矿等，银主要是以机械混入物形式分散在方铅矿、黄铜矿、闪锌矿等矿物结晶格架中，所以，在各种多金属矿、铜矿及金矿床中，都含有一定数量的银。目前工业上用银主要是从开采铜、铅、锌等矿床中综合提取的。

【铂族元素矿床】 ore deposit ofplatinum group 主要有含铂铜－镍硫化物矿床、含铂铬铁矿矿床及砂铂矿床等类型。含铂铜－镍硫化物矿床是铂和钯的重要矿床。铂族矿物主要是砷、硫、锑化物，如砷铂矿、硫铂矿、锑钯矿及钯铂矿等。铂和钯在黄铜矿、方黄铜矿和镍黄铁矿中含量最高，钌主要赋存在磁黄铁矿中。在含铂铬铁矿矿床中，一部分铂族元素是以类质同象形式存在于铬尖晶石中，一部分呈自然元素矿物，如粗铂矿、铱锇矿、钌铑矿等。砂铂矿床主要产在含铂的超基性岩分布地区，重要的是冲积砂矿，特征与砂金矿相似，但共生重矿物以铬铁矿和磁铁矿为主。铂的含量每吨一般为2克至20克。铂及铂族元素的矿石矿物是自然铂、铂族之间及与其他金属的互化物、硫化物，硫砷化物等。主要有：粗铂矿、铁铂矿、锇铱矿、钯铂矿，砷铂矿等。

【稀有元素矿床】 ore deposit ofrare elements 根据稀有元素分散和富集情况分：①在自然界中成独立矿物或矿床的，如锂、铯、硼、铍、铌、钽、锆、铀和钍等；②经常不构成独立矿物和矿床的，如铼、铪、铷、镓、锗、铟、镉、铊、硒和碲等，常称为分散元素。稀有元素矿床种类繁多，主要有：①岩浆矿床，如铌和锆等；②伟晶岩矿床，如锂、铯、铍、铌、钽、锆、铪、铀和钍等；③汽化－热液矿床，如铀、钍、铌、钽等稀有元素、铍和各种分散元素；④生物化学和化学沉积矿床；如铀、锗、镓等；⑤盐类矿床，如锂、硼、铷、铯、⑥砂矿床，如铌、钽、锆、铀、钍等；⑦沉积变质矿床，如铀等。

【锂矿床】 lithium ore deposit 锂矿床主要类型有锂辉石－锂云母伟晶岩矿床。盐湖型锂矿床、产在钨、锡矿脉两边的云母边（铁锂云母）和富云母云英岩有时也可达工业要求。锂独立矿物近30种，工业矿物有：锂辉石、锂云母、磷铝石、透锂长石和铁锂云母。盐湖中主要是氯化锂。

【伟晶岩锂矿床】 spodamene－lepi－dolite－pegmatite deposit 又称含锂伟晶岩矿床，主要工业类型，常与其他花岗伟晶岩矿床一起产出，构成大的伟晶岩矿带，主要分布在古老地盾边缘或古生代褶皱带的核心，其发育和交代过程常较完全。锂辉石晶体生成较早，晶体较大。在含锂伟晶岩的核心经常有细叶片状、糖粒状钠长石组成的白色钠长石化带，含白色、无色或粉红色的碱性绿柱石及铌铁矿－钽铁矿等。锂云母形成于交代作用的晚阶段，常与黄玉、电气石等伴生，富集在矿床上部的中心部位。共生矿物复杂，其中有用矿物除锂辉石及锂云母外，有绿柱石、铌钽铁矿、细晶石、铯榴石和锡石等，为锂、铍、铌、钽、铯及锡的综合矿床。

【盐湖型锂矿床】 salt－lake－typolithium deposit 各类盐湖中含石盐、芒硝沉积物的盐湖，为盐湖锂矿床重要类型。锂含于卤水中，氯化锂的含量可达0.9%，共生矿物为岩盐、芒硝等，有用组分为钠、锂、硼、镁等。在含硼盐湖中，锂也含于卤水中，共生矿物有硬硼钙石、方硼石、板硼石和岩盐等。在钾石盐、光卤石盐湖中，共生矿物

有钾石盐、光卤石、岩盐、杂卤石等，有用元素有钾、铷、铯、镁、锂等。这类矿床特点是品位低，但储量巨大，开采、提炼方便。锂可与钠、钾和硼的盐类综合利用，经济价值较大。

【铍矿床】 beryllium deposit 主要矿床类型有绿柱石伟晶岩矿床，绿柱石－石英脉矿床，绿柱石－黑钨矿－石英脉矿床，含绿柱石交代蚀变花岗岩矿床，矽卡岩铍矿床（含铍条纹岩），含硅铍钇矿云英岩矿床及含锌日光榴石云英岩矿床等。铍的主要矿石矿物为绿柱石、其次为日光榴石、硅铍石、金绿宝石等。

【绿柱石伟晶岩矿床】 berylpegmatite doposit 铍矿床的主要类型之一。绿柱石伟晶岩，一般分异作用和交代作用发育良好。其中以富含绿柱石的白云母微斜长石伟晶岩为常见。在变质岩和花岗岩中，常成群出现，伟晶岩脉大小不等，长可以从数米到数百米，宽可从1米到数十米，矿体常呈透镜状，筒状和不规则脉状。共生的有用矿物有铌铁矿、铌钽铁矿、细晶石、锂辉石、锂云母、铯榴石以及云母、长石等，常是综合性的矿床。

【含绿柱石交代蚀变花岗岩矿床】 beryl－bearing metagranite deposit 一类与交代蚀变花岗岩有关的铍矿床。矿化作用发育于岩体的顶部或内接触带。矿体多呈不规则囊状体、细脉及浸染体。含矿花岗岩具有明显垂直分带的交代现象：上部为云英岩化，中部为钠长石化、下部为钾长石化。由于矿床产在云英岩化和钠长石化带中，因此也称含铍云英岩化钠长石化花岗岩。钠长石化发生在云英岩化之先，在这一阶段中，产生第一世代的浸染状的绿柱石细粒晶体，矿化面积较大，但其品位甚低，后经云英岩化，使前一世代的绿柱石遭受破坏，重新形成粒径较大的绿柱石晶粒，富集成矿。绿柱石呈浸染状、团块状及细脉构造，有些绿柱石晶粒呈巨大变斑晶，包含许多长石、云母等矿物，由于其外形保持绿柱石晶形，有人称为“麻石桶子”。矿石矿物除绿柱石外，尚有日光榴石、金绿宝石、硅铍石等。共生的金属矿物有黑钨矿、锡石、铌钽铁矿等。

【绿柱石石英脉矿床】 beryl－quartzvein 矿脉产于铝硅质岩石及花岗岩中，单独的绿柱石－石英脉比较少见，多与黑钨矿、锡石、辉钼矿等共生，构成含绿柱石－黑钨矿－石英脉和绿柱石－辉钼矿－黑钨矿－石英脉等，成为钨、锡、钼、铍等综合矿床。这类矿床的绿柱石较粗大，选矿较易，又具一定规模，有一定工业意义。

【含铍矽卡岩矿床】 berylliumbearing skarn deposit 产于花岗岩与碳酸盐类岩石接触带，有时与钨、锡矿共生。含铍矽卡岩的特征常具条纹构造，故称含铍条纹岩。浅色矿物与深色矿物集合体相间的条纹岩常形成大的透镜体、薄层状或筒状矿体。有关的花岗岩类一般为中小型岩株和岩瘤。由岩体到石灰岩或白云岩，有规律地从含磁铁矿、符山石、石榴子石的矽卡岩，逐渐过渡为含铍的深色磁铁矿条纹岩、含塔霏石的绿色条纹岩和含金绿宝石的白色条纹岩。与这类矿床有关的花岗岩体顶部的内接触带，有时也可

发育含绿柱石的交代蚀变花岗岩。铍矿物有日光榴石、硅铍石、金绿宝石、香花石、塔霏石、含铍符山石和含铍尖晶石等。这类铍矿床一般含量较高，储量较大、但颗粒常较细，选矿较难。

【硼矿床】 boron deposit 在内生成矿作用及外生成矿作用下均可富集成硼矿床。最有工业价值的主要有矽卡岩硼矿床，火山沉积型硼矿床，盐湖型硼矿床以及变质硼矿床。主要的工业硼矿物为硼镁石、硼砂、斜方硼砂、钠硼解石，硼镁铁矿等。

【矽卡岩硼矿床】 boron－bearingskarn depoait 矿床产于花岗岩类或闪长岩类与镁质碳酸盐类岩石接触带的矽卡岩中。根据共生矿物围岩及成因的不同，可分如下两个亚类：①硼镁石—硼镁铁矿矽卡岩型矿床：矿床多产于变质的白云岩、白云质大理岩夹层中，矿化常与混合岩化花岗岩化有密切关系。硼主要来源于被交代的围岩。矿床围岩蚀变主要有矽卡岩化及蛇纹石化，其次有金云母化、电气石化等，硼矿化与蛇纹石化在空间上密切相关。根据矿物共生组合的不同，矿石分为硼镁石型、硼镁石—硼镁铁矿型和硼镁铁矿型。矿体形态多为似层状、透镜状、囊状。这类矿床也有产在弱酸性侵入岩与白云质岩石的接触带中。②硅硼钙石矽卡岩矿床：矿床产于花岗闪长岩、闪长岩等中酸性侵入体与碳酸盐类岩石接触带附近的矽卡岩中。与矿床有成因关系的侵入岩中，一般含硼较高。矿石中含硼矿物主要为硅硼钙石，与其共生的有电气石、斧石、赛黄晶、硼镁铁矿以及透辉石、镁铁辉石、石榴子石、绿帘石等矽卡岩矿物。矿体形态多为脉状、透镜状、囊状。矽卡岩硼矿床中，通常含有金属矿物如磁铁矿、黄铜矿等。

【火山沉积型硼矿床】 volcano－sedimeutary boron deposit 这种类型的硼矿床在目前世界上具有很大的工业价值。矿床主要分布在第三纪造山运动形成的封闭湖盆地中。含矿地层主要是新第三纪的湖相沉积物，其特点是粘土质、砂质、碳酸盐质组成的各种沉积碎屑岩与各种火山岩如流纹岩、黑耀岩及凝灰岩等成互层，有时还可夹有盐层。矿床具有一定的层位，矿体形态主要呈巨大的透镜状或层状。根据矿层中矿石矿物组合，可分为：①硬硼钙石型；②白硼钙石型；③硼砂－斜方硼砂型。形成这类矿床的硼的来源，或来自火山喷发出来的含硼物质，或来自与火山作用有成因联系的含硼矿泉，也可能是含硼的岩石经化学风化作用使硼溶解迁移。当这些含硼物质流入湖盆地后，在适当的物理－化学条件作用下，与钙、镁、钠等物质起化学反应，生成巨大的沉积硼矿床。

【盐湖型硼矿床】 salt－lake－typeboron deposit 这类矿床产于第三纪和现代的某些盐湖和湖相沉积物中。在干燥地区的大陆盐湖中，若硼酸盐的含量很高时，便形成硼酸盐盐湖。这些盐湖主要分布在年轻的火山活动区，一部分分布在天然气和油田地区。硼矿层的 B_2O_3 含量达到2%，卤水中 B_2O。达到1000毫克/升时，即够工业要求。湖相沉积物中有时也赋存透镜状硼矿层。含硼矿物以硼砂为主，其次有少量的钠硼解石、硬硼钙石等，与它们共生的矿物有石盐、芒硝及石膏等。矿石多呈结核状或团块状。

【铌钽矿床】 niobium and tantalum deposit 矿床主要类型有：①含铌—钽交代蚀变花岗岩矿床；②铌—钽铁矿伟晶岩矿床；③含烧绿石碳酸岩矿床；④含钛铌钙铈矿碱性岩矿床。前两类矿床中，钽相对较富，甚至超过铌；后两类则富含铌。此外，在黑钨矿和锡石矿床中，铌、钽常可被综合利用。

【铌钽交代蚀变花岗岩矿床】 niobium and tantalum deposit inaltered granite 这类矿床有含铌铁矿交代蚀变花岗岩矿床，含细晶石交代蚀变花岗岩矿床和含褐钇铌矿交代蚀变花岗岩矿床。岩体形成的多阶段性明显，岩相变化大，矿化往往与晚期晚阶段花岗岩有密切关系。矿化的花岗岩伴随的蚀变，主要是钾长石化、钠长石化、云母化（含锂的各种云母，有的为锂云母）和萤石化，在含细晶石交代蚀变花岗岩矿床中，还发育云英岩化等。铌和锂的矿化，主要发生在钠长石化，云母化，萤石化或云英岩化阶段。共生矿物有锡石、锆石、独居石、磷钇矿、钍石、萤石等。这类矿床在有利地形条件下，能形成20—30米厚的风化壳，成为重要开采对象。

【铌钽伟晶岩矿床】 niobium－tan－talum pegmatite deposit 含有工业意义铌钽矿物的花岗伟晶岩，是铌钽矿床的重要类型。铌铁矿－钽铁矿主要产于白云母型花岗伟晶岩中。这种伟晶岩一般发育较完全，交代作用强烈；而在富含稀土元素钍、铀的黑云母型及二云母型伟晶岩中，一般为铌钇矿、黑稀金矿及复稀金矿，很少有钽铌铁矿。铌铁矿—钽铁矿形成于伟晶作用的各个阶段。早阶段形成板状铌铁矿，产于块状石英带中，晶体较大，成分中 Fe > Mn；而钠长石化带常见叶片状或针状铌钽铁矿，成分中 Mn > Fe。在锂云母化发育的伟晶岩中，形成富含钽和锰的锰钽铁矿和细晶石。还有一种含细晶石、铌铁矿—钮铁矿伟晶岩，铌铁矿—钽铁矿常与铯榴石、锂辉石、锂云母、绿柱石、锡石共生，可综合开采。

【烧绿石碳酸岩矿床】 pyrochlore－bearing carbonatite 这类矿床在成因上与超基性的碱性岩有关。围岩的钠质交代，如霞石化、霓石化带常十分强烈。矿体常呈环状、脉状、锥状及囊状等，常受超基性－碱性岩杂岩体的内部构造所控制。矿物成分主要为各种碳酸盐矿物，在体积上占80%以上，其中大部为方解石，其次有磁铁矿、磷灰石、黑云母及金云母等。常见的特征矿物有黑榴石、钛铁矿、钙铁矿、钛铌钙铈矿和烧绿石等。矿石中 Nb_2O_5 含量一般为0.05—0.3%，其他稀土、锆、钍、钡、锶、磷灰石、磁

铁矿等可综合利用。

【稀土元素矿床】 ore deposit ofrare - earth elements 稀土元素矿床的主要类型有：独居石砂矿床、含稀土碳酸盐岩矿床、稀土—磁铁矿矿床、风化壳型稀土矿床、含稀土伟晶岩矿床以及含稀土的磷块岩矿床等。与超基性岩、碱性岩和火山岩有关的，主要为铈族稀土（轻稀土）矿床；与花岗岩和花岗伟晶岩有关的主要为钇族稀土（重稀土）矿床。稀土元素的矿物种类很多，独立矿物有六十种以上，其中主要有稀土的磷酸盐、独居石、磷钇矿等。稀土的氟碳酸盐有：氟碳钙铈矿、氟碳铈矿等，其次是含铌、钽、铀、钍的稀土复杂氧化物，如铌钇矿、褐钇铌矿、烧绿石等。

【稀土 - 磁铁 - 赤铁矿矿床】 rare - earth - bearing magnetite - hematitedeposit 产于强烈蚀变的石灰岩、白云岩或其他围岩中。矿区附近常有偏碱性的花岗岩岩体或正长岩类和闪长岩类脉岩的出露。矿化过程中发生强烈的钠质交代作用，形成富含钠质的辉石、角闪石和钠长石。此外，还有黑云母化和紫色萤石化等。矿体形态主要为大的透镜状和豆荚状。矿石构造为致密块状、条带状等。矿石的矿物成分甚为复杂。金属矿物除磁铁矿和赤铁矿外，还有少量的辉钼矿、黄铜矿、磁黄铁矿、方铅矿和闪锌矿等，稀土元素矿物有独居石、氟碳铈矿、氟硫钙铈矿及易解石等。脉石矿物主要是围岩蚀变过程中形成的钠质辉石类、钠质角闪石类、黑云母、钠长石、紫色萤石、重晶石、磷灰石等。这是一类含稀土（铈族为主）、铁、铌、锆、锶、钡等的综合性矿床。

【白云鄂博稀土铁矿床】 Baiyuuebo REE - iron deposit 位于内蒙古自治区。含矿带主要由元古界的碳酸盐岩石组成，在片岩和各种混合岩中也有矿化现象。矿体一般呈透镜状、似层状及脉状，与围岩常为渐变关系。矿石多呈细条带状，块状及斑杂状构造，富矿一般呈致密块状。矿石中矿物种类多达百余种，主要有磁铁矿、赤铁矿、萤石、钠辉石、钠闪石和稀土矿物，其次为镜铁矿、软锰矿、方解石、黄铁矿、钠长石和稀有元素等。矿床成因曾被认为与碱性花岗岩有关，称为特种高温热液矿床；近年来认为铁矿与围岩（沉积岩）是同期沉积，后经变质作用及后来碱性花岗岩浆的含矿热液交代作用叠加而成，还有人认为与海底喷发碳酸岩有成因联系。

【稀土碳酸岩矿床】 rare - earth - bearing carbonatite deposit 为重要稀土矿床之一。稀土矿物主要为氟碳铈矿 - 氟碳钙铈矿和独居石。矿石中稀土的含量一般可达 5—10%。详见“烧绿石碳酸岩矿床”和“碳酸岩”。

【锆矿床】 zirconium deposit 矿床类型有：①锆石砂矿床，主要为冲积砂矿和海滨砂矿。在这些砂矿中，锆石与独居石、钛铁矿及金红石等组成综合性矿床；②含斜锆石的各种碳酸岩矿床，锆只是作为开采铌、稀土等矿床的副产品。锆的矿石矿物主要为锆石，有时斜锆石、异性石等也可被利用。

【放射性元素矿床】 ore deposit ofradioactive elements 各种具有天然放射性的铀（镭）钍矿床。

【铀矿床】 uranium deposit 铀矿床主要类型有：①含铀花岗伟晶岩矿床；②热液矿床，包括铜–铀建造、五元素建造，铀–多金属建造及铁–铀建造。还有铀–钼建造、铀–萤石建造、铀–碳酸盐建造等；③淋积矿床，为含钒钾铀矿的陆相砂岩–砾岩建造，由潜水带来的铀和钒的盐类沉积而成，为铀和钒的综合性矿床，矿体呈层状、巢状、透镜状等；④沉积矿床中的海相含铀黑色页岩，常含钒和钼等。煤及煤系岩石中的局部地段，铀的含量可达 0.05%，还有含铀磷块岩等；⑤含金—铀砾岩矿床；⑥独居石砂矿也是铀的来源之一。铀的矿石矿物主要为晶质铀矿、沥青铀矿及铀黑三种。常见的重要表生矿物为铜铀云母、钙铀云母及钒钾铀矿等。

【钍矿床】 thorium deposit 钍的最主要来源是独居石砂矿，其中以海滨砂矿和冲积砂矿最为重要。海滨砂矿的规模常十分巨大，沿海滨呈狭长带状分布，延长达几公里，几十公里直到百公里以上。重矿物富集程度高，形成黑砂带，砂粒细、滚圆度好，暗色矿层与浅色无矿砂层成互层。独居石常与钛铁矿、金红石、锆石共生，成为钛，稀土、锆、钍、铀等综合矿床。烧绿石碳酸岩、稀土碳酸岩、稀有金属伟晶岩和独居石–石英脉等矿床也是钍矿的来源。钍的主要矿石矿物为独居石、钍石和方钍石等。

【分散元素矿床】 ore deposit of dispersed elements 分散元素按其地球化学性质，一般分为亲石性和亲硫性两大类。亲石性分散元素主要分散在伟晶岩、云英岩和矽卡岩中。在表生作用中也常形成具工业价值的富集。属于此类的元素有铯、铷、铪、钪等。亲硫性分散元素主要分散在有色金属和某些稀有金属热液矿床的硫化物矿石中，如锗、镓、铟、铊、镉、硒、碲、铼等。分散元素主要来源于综合性矿石及金属矿石加工后的尾矿、废料、烟、煤灰和副产品中。评价时，应查明矿床的矿石中分散元素的种类、含量、存在的形式和矿石类型，在矿体中的分布情况以及矿石在选矿和冶炼加工后的尾砂和废料中的含量等。

【锗矿床】 germanium deposit 锗矿床的主要类型有：①含锗中低温热液硫化物矿床，其中锗主要含在银、锡及铜的硫砷化物和硫锑化物中。在铜–多金属矿床，铜–钼矿床、铜–黄铁矿矿床、银–锡矿床及钴矿床中也常有含锗的矿物，可作综合利用的对象；②含锗的沉积铁矿床和铝土矿床；③含锗有机岩矿床，如煤、油页岩、黑色页岩及石油等也是锗的重要来源。在热液成因的铁矿床（包括矽卡岩铁矿床）中，锗的含

量有时可达综合利用的要求。

【镓矿床】 gallium deposit 主要矿床类型有：①含镓的热液矿床，在各种热液矿床中，以铅锌矿床中的镓最有意义。主要含镓矿物是闪锌矿，含镓一般为 0.001—0.1%。在明矾石矿床中，镓的含量相对较高，有一定远景；②含镓铝土矿矿床，是镓的重要来源。某些沉积铁矿和沉积-变质铁矿中以及煤矿中含镓 0.003—0.005%。

【铟矿床】 indium deposit 铟矿床主要属内生矿床，重要矿床类型有：①含铟的各种类型的锡石—硫化物矿床，其中铟含量一般为 0.01—0.1%；②含铟的铅锌矿床，主要赋存于闪锌矿中。由于铟具有强的亲硫性，所以铟主要也聚集于硫化物矿床的硫化物中，如闪锌矿通常含铟 0.004%，高的可达 0.n%，黄铜矿一般为 0.002% 左右，高可达 0.1%；锡石和黝锡矿等一般为 0.002—0.05%。

【铊矿床】 thallium deposit 铊的矿床类型很多，主要有：①天河石化花岗岩矿床，铊赋存在天河石及云母中，可以同铷、铯一道提取；②稀有金属花岗伟晶岩矿床，铊主要存在于交代的矿物中，如锂云母、铯榴石、天河石中；③含锂的锡、钨、云英岩矿床，铊主要集中在含锂的云母中；④某些热液矿床如黄铁矿矿床、黄铁矿-多金属矿床、铅-锌矿床及锑-砷-汞矿床等有铊的相对富集，主要属于中-低温热液矿床；⑤外生矿床、某些钾盐矿床以及沉积或风化成因的锰矿石中常含铊。

【镉矿床】 cadmium deposit 镉主要富集于热液成因的铅、锌等硫化物矿床的闪锌矿中。通常随着成矿温度的降低，镉的含量逐渐增高。因此，中低温热液成因的闪锌矿含镉最富，是镉的主要工业矿物。目前世界上镉主要是从加工锌精矿取得。

【硒矿床】 selenium deposit 硒矿床的主要类型有：①铜-镍硫化物矿床，硒存在于硫化物中；②火山及火山沉积成因的矿床，很多火山成因的硫矿床中常含有硒，有时可达百分之几，黄铁矿型矿床也是提取硒的来源之一；③各种含硒的热液矿床，如锡石-硫化物矿床、斑岩铜矿、铅-锌矿床、含硒和碲的金银矿床以及含硒化物的沥青铀矿矿床等；④含硒的沉积矿床：如钒钾铀矿矿床及含铀磷块岩矿床等也含有硒。工业上生产硒的主要原料是冶炼铜矿石、多金属矿石及镍矿石时的副产物，近 20% 的硒由硫酸工业所供给。

【碲矿床】 tellurium deposit 碲的矿床类型有：①铜—镍硫化物矿床；②黄铁矿型矿床；③火山成因硫矿床；④含硒碲的金-银矿床；⑤热液成因铅锌矿床；⑥锡石-硫化物矿床。自然界中碲虽可形成多种独立矿物，如自然碲、硒碲矿、碲金矿、碲铋矿等，但一般不具独立开采的工业意义。碲主要是从铜、铅、锌、镍及黄铁矿等矿石加工和提炼过程中提取的。

【碘矿床】 iodine depost 有工业价值的含碘矿床，主要有含碘硝石和其他盐类矿床，含碘地下卤水矿床。从硝石中提的只有智利。近年来从含碘地下卤水取碘中提出碘正在迅速发展。此外，有一部分碘从石油井的卤水中提取。我国贵州震旦纪磷块岩中含有较为丰富的碘质，成含碘碳氟磷灰石 Ca_5 ［PO_4］。〔F，（CO_3，（OH），I〕产出，可以进行综合利用。

【铼矿床】 rhenium deposit 铼主要集中于辉钼矿中，重要矿床类型为：①斑岩铜矿和斑岩钼矿；②热液成因的铀—钼建造；③含钼，钒的含铜页岩及硫质－硅质页岩矿床。目前铼主要是从钼精矿中提取。

【铷矿床】 rubidium deposit 铷矿床的主要类型有：①天河石化花岗岩矿床，铷主要赋存于天河石中；②花岗伟晶岩矿床，铷主要含在天河石、微斜长石、绿柱石和云母中；③花岗岩体中钨、锡矿脉周围云英岩化作用所形成的白云母及锂云母中的铷，有时也可达到工业要求；④盐类矿床，特别是钾盐矿床中有可综合利用的铷。

【铯矿床】 cesium deposit 铯的矿床类型有：①天河石化花岗岩矿床，铯含于天河石中；②伟晶岩矿床，最有实际意义的是含锂伟晶岩，铯含于铯榴石、日光榴石、长石、云母以及绿柱石中；③钨、锡矿脉及云英岩中的白云母及铁锂云母等矿物中的铯，有时可达工业要求；④钾盐矿床，铯含于光卤石中。

【钪矿床】 scandium deposit 钪只是作为黑钨矿、锡石、铌钇矿、铌钽铁矿的附属成分被综合利用。钪的矿床类型有：①花岗伟晶岩矿床、其中可见到有大量的含钒矿物，从钪的独立矿物——钪钇石及锆钪钇矿一直到通常含钪 0.01—0.2% 的云母和绿柱石；②云英岩型、石英脉型钨、锡矿床，特别是在花岗岩体中的高温黑钨矿和锡石经常含有钪，同时常存在铌、钽等。此外，与超基性岩、碱性岩有关的碳酸岩的斜锆石中，含钪（Sc_2O_3）可达 0.07%，烧绿石中达 0.05%；③沉积矿床：在煤层中除了镓、锗等分散元素外，有时有钪的存在。钨、锡的矿床也是钪的来源之一。在某些磷酸盐矿床、铝土矿矿床中，钪也有较高的含量。

【铪矿床】 haf nium deposit 铪的矿床类型同锆矿床相似。铪和锆的地球化学性质十分相近，它们在自然界中密切共生，是典型的共生元素对之一。所有含锆的矿物毫无例外地都含有铪，铪主要赋有于锆石中。碱性岩中的锆石比花岗岩中的锆石，其铪含量要低，在矿物中，铪与钪及钇族稀土元素也常常伴生，故铪与锆的比值高的矿物，常常含有钪及钇族稀土元素，如曲晶石、钪钇石等，铪主要是从锆石中提取。

【化工原料矿产】 mineral materialfor chemical iudustry 用作化学工业原料的矿产。其种类很多，主要有：硫矿（黄铁矿及自然硫等）、盐类矿产（石盐、钾盐、镁盐、石膏、硬石膏、芒硝、无水芒硝、自然碱、碘和溴等）、硼矿（硼镁石、硼镁铁矿、盐湖硼矿）、硝石、钠硝石、重晶石、毒重石、天青石、磷灰石、磷块岩、胆钒、氟石、明

矾石、雄黄和雌黄等。

【肥料工业原料矿产】 fertilizerminerals 作为肥料工业原料的矿产。主要有：钾肥原料矿产：如钾盐类（钾石盐、光卤石、钾盐镁矾、无水钾镁矾等）、钾长石、氮肥原料矿产：如钠硝石、钾硝石；磷肥原料矿产：如磷灰石、磷块岩。由于生产氮肥、磷肥需用硫酸，因此，用来制造硫酸的黄铁矿及自然硫等也为肥料工业原料矿产。其他尚有石膏、石灰岩、白云岩及蛇纹岩等，用来调剂酸碱度，改良土壤，或用作制造钙镁磷肥等。

【磷矿床】 phosphorus deposit 磷矿床的主要工业类型有：①产于碱性岩、基性岩，超基性岩以及磁铁矿－磷灰石矿床中磷灰石矿床（见磷灰石矿床）；②海相沉积磷块岩矿床；③沉积变质磷灰石矿床。其他尚有伟晶岩型磷灰石矿床、气化－热液磷灰石矿床、残积型磷块岩矿床、淋积磷块岩矿床、鸟类磷矿床以及海底磷结核等。磷矿床的工业矿物为氟磷灰石、氯磷灰石、碳磷灰石、羟磷灰石和细晶磷灰石（胶磷矿）等。

【磷灰石矿床】 apatite deposit 磷灰石矿床较多，有：①磷霞岩中的磷灰石矿床，成因上与超基性－碱性岩有关。可作为磷、霞石及稀土、锆等的综合矿床；②辉长岩中含磷灰石的钒钛磁铁矿矿床，磷灰石的含量可达2—8%；③斜长岩中含磷灰石－赤铁矿－钛铁矿矿床；④含磷灰石辉长岩矿床；⑤磷灰石—磁铁矿建造矿床。

【海相沉积磷块岩矿床】 marinesedimentary phosphorite deposit 最重要的磷矿床类型，约占世界磷矿床总储量的80%。在海洋环境中的生物和生物化学沉积而成。矿体呈层状产出，分布范围广，大的磷矿带断续延伸可达千公里以上。矿石构造主要为块状、鲕状和结核状。磷矿物主要为胶磷矿、羟磷灰石和碳磷灰石。沉积岩相，矿层厚度和矿石品位随着地质构造条件而变化。一般地槽区或准地槽区，矿层厚度大，层数多，与黑色页岩和硅质岩形成互层，有时磷矿层总厚度可达三十米。矿石质量较好，P_2O_5含量一般为25—34%，不需要选矿即可直接作制造磷肥的原料。地台区或准地台区，矿层与砂岩、页岩形成互层。矿层厚度为几米到数十米，层数1—3层。磷矿平均品位在25%左右。我国海相沉积磷矿的成矿时代主要为中、晚震旦世、早寒武世、二叠纪，其次为奥陶纪、志留纪、泥盆纪及石炭纪。

【昆阳磷矿床】 Kunyaag phosphatedeposit 位于康滇地轴东缘的昆明台凹之中。磷矿层产于寒武系筇竹寺层的底部，分上、下两层，中夹白色页岩。下矿层为灰白色、蓝灰色、绿灰色磷块岩。底部矿石呈结核状由磷酸盐及石英、方解石组成。中部矿石呈鲕状结构，鲕粒中心为石英碎屑，与磷酸盐共生的有白云石、方解石、绢云母、水云母、石髓、海绿石、缅绿泥石、褐铁矿、赤铁矿；上部矿石为夹燧石条带的鲕状磷块岩。上矿层为灰色或灰白色磷块岩，底部为与页岩互层的条带状磷块岩；中部为鲕状磷块岩；上部为白云质磷块岩，含P_5O_5较低，无工业价值。矿石中矿物成分与下矿层相似。

【开阳磷矿床】 Kaiyang phosphatedeposit 位于鄂黔台斜的北端中心。矿区的构造为呈 NE－SW 向的棱形背斜，两翼出露震旦纪、寒武纪地层。磷矿层共两层，下磷矿层为层状磷块岩，矿层稳定，顶板为含锰硅质白云岩，灯影灰岩。底板与澂江砂岩接触处有钙质粘土一层。矿石呈粒状、缅状结构，局部为结核状，矿石呈黑色一褐色，主要矿物为胶磷矿，少量为磷灰石、石英、粘土矿物，微量方解石、白云石、铁质、海绿石等，为优质矿石，储量巨大，上矿层产在石碑页岩之下，灯影灰岩之上，为透镜体状、结核状，矿石品位低。

【沉积变质磷矿床】 sedimento－me－tamorphic phosphate deposit 矿床产于前寒武纪变质岩系中。含磷岩系主要由云母片岩和含磷大理岩组成，断续延伸可长达十至数十公里以上。主要分布在古老地块边缘。矿体呈层状或透镜状，矿层层数较多，厚度变化大，层厚 1—20 米，延长可达数百米至 2000 米以上，产状较复杂，受构造断裂及褶皱控制。含磷矿物主要为氟磷灰石。共生矿物有方解石、白云石、石英、白云母和石榴子石等。矿石品位一般较贫，但因矿石呈显晶质结构，磷灰石颗粒较粗大易于选矿，故具有较重要的工业意义。夹在矿层中的含锰碳酸盐矿石，经风化后，常形成锰土及硬锰矿，为主要找矿标志之一。

【东海磷矿床】 Donghai phosphatedeposit 位于山东地块之南缘。含磷岩系分上下两层，均由变质白云岩、石英云母变质白云岩、锰矿层、磷灰石矿层组成。矿体呈层状，与围岩片理平行，矿层不稳定，矿石主要由细晶磷灰石组成。矿石类型有细粒磷灰石岩、云母磷灰石岩等，锰磷矿为富矿。其成因是地槽型磷块岩受区域变质而成。

【黄麦岭磷矿床】 Huangmailingphosphate deposit 位于湖北省大悟县，淮阳山字型前弧西翼与一旋转帚状构造之间。磷矿层产于元古界红安群七角山组下段下部地层内，为一套副变质岩系，并夹有变基性火山岩，具多次小的沉积韵律。含磷岩层呈层状，顶板往往是巨厚的大理岩层，底板与变质酸性火山岩直接接触。含磷岩层由磷矿层、碳酸盐岩层、石英岩、浅粒岩、云母石英片岩组成，常含石墨、锰质。磷矿体呈层状、透镜状、扁豆状产出，局部与板状石英岩互层，或沿走向倾向相变为大理岩。矿体位于下含磷层中，延长达 5000 米。有用矿物以氟磷灰石为主，常含锰质及少量碳质，次为斜长石、黄铁矿、软锰矿等。其成因可能为区域变质火山沉积型。

【硫矿床】 sulphur deposit **硫主要从黄铁矿、自然硫及石油等中提取。硫矿床主要类型有：①产于地槽区和断裂坳陷带中的黄铁矿型矿床，包括黄铁矿型铜矿床、黄铁矿型多金属矿床等；②陆相火山热液黄铁矿矿床；③沉积成因黄铁矿矿床；④石油天然气硫矿床；⑤蒸发岩系中的自然硫矿床，主要产于盐丘顶部的石膏冠岩的上部，由硫细菌分解石膏而成；⑥火山型自然硫矿床等。近年来，从石油天然气中回收硫显著增加，其产量占硫的总产量**30%**以上。**

【黄铁矿矿床】 pyrife deposit **矿床的主要类型有：①产于地槽发展早期细碧－角斑岩系或安山－流纹岩系和断裂坳陷带中的火山沉积岩系的黄铁矿型矿床（参见黄铁矿型铜矿床）；②陆相火山－热液成因的黄铁矿矿床，常分布于火山活动中心，呈透镜状，产于火山岩系中；③矽卡岩型或中温热液黄铁矿矿床；④上叠坳陷盆地中的火山沉积或沉积成因的黄铁矿矿床；⑤煤系或碳质页岩系中的黄铁矿矿床；⑥碳酸盐岩层中热液交代的黄铁矿矿床等。**

【盐类矿床】 salt deposit **按其产出状态，分为池盐（也叫湖盐）、岩盐（也叫石盐）及天然卤水（也叫井盐）三类矿床。盐类矿床都是产在干燥地区，属蒸发成因。矿床按时代可分两大类：①现代盐湖矿床：主要分布于现代的干燥地区，盐层沉积厚度较大，分布范围广，开采比较方便。根据盐分特点，又可分盐湖、碱湖（自然碱占优势）、芒硝湖（芒硝占优势）、钾盐湖，硼酸盐湖和硝酸盐湖等。此外还有卤水沿构造裂隙溢流出地面而成盐泉和表土盐矿（盐霜）。②古代盐矿床，有海相和陆相之分。海相的盐类矿床分石膏－硬石膏建造、硬石膏－石膏－石盐建造、石盐－光卤石－杂卤石建造，石盐－钾盐－光卤石建造。矿床规模可以很大、盐类的储量可以达到几十亿吨以上。陆相的盐类矿床，分石膏－硬石膏－石盐建造，石盐－天然碱建造及石盐－光卤石－杂卤石建造等。分布面积达几千平方公里以上。矿床储量达到十几亿吨以上。**

【钾盐矿床】 potash salt deposit **钾盐矿床可分为：海相和陆相石盐－光卤石－杂卤石建造和石盐－钾石盐－光卤石建造。这两种建造的矿物成分有些差别，但其成因特点基本相同。成盐盆地主要分布于山前坳陷、台缘坳陷、台向斜以及上叠坳陷中。矿床规模可以很大，分布面积可达几千平方公里，盐层总厚度可达数百米，甚至近千米，个别盐矿总储量可达百亿吨以上。矿床中沉积序列明显，下部为石膏和硬石膏，其上为石盐，最上为钾盐和镁盐，有时重复几次。钾盐矿物有：钾石盐，光卤石、钾盐镁矾、杂卤石、钾镁钒、无水钾镁钒和软钾镁钒等。除此之外，现代钾盐湖也是钾盐重要来源之一。**

【明矾石矿床】 alunite deposit **主要产于中—酸性火山岩中，如流纹岩、粗面岩、安山岩，特别是火山碎屑岩及层状凝灰岩中。它是近地表的热液对火山岩作用产生明矾石化而形成。经常伴随的蚀变有硅化、黄铁矿化、高岭土化及叶蜡石化等；有时有高铝**

矿物，如红柱石、刚玉、水铝石等相伴生。矿体常呈似层状、透镜状或扁豆状以及细脉、网脉，有时为筒状体。矿层厚可达几米到几十来，长度可达几百米以上。由于交代蚀变作用的缘故，矿体与围岩常呈渐变关系。有时与明矾石矿床相伴生的有高岭土矿床、叶蜡石矿床以及黄铁矿、铁、铜等矿床。

【重晶石矿床】 barite deposilt 主要矿床类型为低温热液矿床，有脉状充填和交代两种，在浅成条件下形成。围岩铀变有硅化，碳酸盐化及高岭土化。矿体常受断裂破碎带控制；矿体形态一般不太规则。在碳酸盐类岩石中常呈不规则脉状、巢状或透镜状。矿体大小不一，长可达几十米到几百米，厚几十厘米到几来，深几十来到百米以上。矿脉中矿物成分一般简单，有重晶石单矿脉，石英 – 重晶石脉，毒重石 – 重晶石脉，铅、锌、重晶石脉等；在黄铁矿型矿床中有时也有工业意义的重晶石矿体。

【白垩矿床】 chalk deposit 白垩是由微体生物堆积而成细小疏松的钙质沉积物，一般认为属于深海和远离海岸沉积，沉积深度在 1000 米左右。因为在这种环境下堆积的主要是各种微体生物的细小残骸，砂质和粘土质的杂质很少。根据白垩的颜色和胶结程度，分为：①白色书写白垩，很纯净，含碳酸钙达 99%；②泥灰白垩，致密，浅色、淡黄色，含粘土物质及其他杂质较多；③似白垩石灰岩，这是白垩转变为石灰岩的过渡产物；④海绿石白垩岩，是由海绿石、珊瑚、苔藓虫、灰质藻等堆积的疏松粉末状岩石。

【漂白土矿床】 fullers earth deposit 漂白土是一个不太确切的名称，在工业上是指用来净化（漂白）各种物质（特别是石油），除去其中的色素和有害杂质的矿物原料。属于这类的矿床有：漂白粘土（天然的和人工活性的）、蛋白土、板状硅藻土、硅藻土和铝土矿等。漂白粘土矿床的成因归纳为：①由火山灰直接在水中或经搬运沉积而成；②由基性岩等岩石强烈风化和搬运沉积而成；③由膨润土进一步风化而成。详见“硅藻土矿床”和“铝土矿矿床”。

【硅藻土矿床】 diatomite deposit 硅藻土矿床分为二个类型：①海相沉积硅藻土矿床：矿体产于海相沉积岩系中。矿床为层状，常与泥灰岩、白垩或砂粘土互层。常含磷或海绿石，有的矿区中央火山岩。矿石质量较好，矿层薄，规模大，是硅藻土矿床的主要类型。②湖相沉积硅藻土矿床：矿体产于湖相地层内，常与砂、粘土及其他湖相沉积物成互层。矿体产状不规则，厚度小，一般为几米或数十米。矿石质量一般较差，含杂质较多。硅藻土矿床的成矿时代皆较新。

【膨胀珍珠岩原料矿床】 expandedperlite material depcsit 膨胀珍珠岩原料是一种天然酸性玻璃质岩石，成份相当于流纹岩至安山岩。按所含结晶水（H_2O^+），分为黑曜岩（$<2\%$），珍珠岩（2—6%）、松脂岩（6%）三种。其矿床可分为与陨落有关的和与火山喷发相关的两种成因类型。与陨落有关的玻璃质岩叫雷公墨，主要产于第三

纪，我国广东雷州半岛等地已有发现，不具工业意义。火山喷发型是膨胀珍珠岩矿床的主要类型，矿床规模一般较大。矿体呈层状、似层状、透镜状、岩穹状、岩墙、岩席状，产于流纹岩、凝灰岩、粗面凝灰岩、火山角砾岩等酸性、中酸性火山岩中。矿厚数米至数十米，长数百米至数千米。矿区面积数平方公里至十余平方公里。块状矿石，常有石英、蛋白石、玉髓、长石、蒙脱石、高岭石、沸石等伴生或共生，有的为可采伴生矿床。珍珠岩矿床一般适于露天开采。我国火山喷发型矿床主要分布在侏罗—白垩纪火山岩地区。

【沸石矿床】 zeolite depcsit 瑞典学者 Baron cronstedt（1756）在冰岛玄武岩气孔中首先发现。沸石主要是由火山玻璃或其它玻璃物质在碱性介质中，中—低温条件下脱玻而成，有内生和外生两种成因类型。内生成因的沸石矿与岩浆期后的热气液作用有关，赋存于侵入岩、喷发岩、伟晶岩、矽卡岩等的气孔、裂隙和接触带中。目前发现的沸石矿床，包括海，陆相沉积和风化壳三亚类。它们的生成与酸性、中酸性火山活动有关，火山玻璃物质是沸石的原始物质。沸石矿呈层状、似层状或透镜状，分布于海、陆相沉积物中，矿体围岩为酸性—中酸性火山碎屑岩、熔岩、灰岩、泥灰岩或砂岩等。矿床规模较大，矿化范围往往在数十平方公里以上，矿床分布面积达数平方公里，厚几米至数十米。矿石呈块状、角砾状、砾状、流纹状，伴生和共生矿物有蒙脱石、绿泥石、绢云母、石英、长石、玉髓和绿帘石等。风化壳型矿床主要分布在酸性、中酸性和碱性火山岩的风化带，规模小，一般不具工业意义。外生沸石矿床主要产于白垩一第四系。我国沸石矿资源丰富，分布在东部火山岩地区。

【膨润土矿床】 bentonite deposit 膨润土是以蒙脱石为主要成份的粘土（岩），由美国 Knight W. C. C1888）定名。按膨润土所含蒙脱石交换性阳离子的种类，分钠质、钙质和氢质等膨润土。火山玻璃物质是膨润土的主要物质来源，火山玻璃物质经水化脱玻，在富镁贫钾碱性介质条件下，通过核化和晶体生长作用形成膨润土的主要组分——蒙脱石。膨润土矿床分火山—沉积型（包括海相和陆相两亚类）、热液蚀变型和风化壳型（包括火山风化壳－沉积型、风化残积型和再沉积型三个亚类）三大类。矿体呈层状、似层状、透镜状、脉状、环带状产于古生代一现代的酸性、中酸性、中偏碱性火山碎屑岩、熔岩和砂页岩、砂砾岩、灰岩及它们的风化壳中。往往呈多层产出，单层厚几公分至数十米，分布面积零点几至数十平方公里，矿床储量规模几十万吨至亿吨以上。我国已发现产地分布很广泛，东部产于火山岩中，成矿时代为上侏罗一下白垩纪。西部产于煤系和砂砾岩中，成矿时代为第三纪、石炭—二叠纪。

【海泡石粘土矿床】 sepiolite claydeposit 海泡石粘土是以海泡石粘土矿物为主要组成的粘土（岩）。海泡石意为海泡（sea foam），Brechomt（1802）定名。它是在富镁碱性环境、低温、低压条件下化学沉积或液一固相均衡体系蚀变的产物，原始物质主要

是火山物质和某些先成粘土矿物。海泡石矿床分淋积 – 热液型和沉积型（包括海相、陆相、蒸发、化学沉积和火山 – 沉积四个亚类）。淋积 – 热液型海泡石粘土呈脉状充填于白云质灰岩等镁质岩裂隙中，海泡石结晶度高，矿石物化性能好，但矿体规模较小，体积含矿率低，工业利用价值不大。沉积型矿床分布于干旱或半干旱气候带的蒸发盆地和碱性火山盆地中，矿化作用可贯穿于同生沉积、成岩作用和表生作用三个阶段。矿体呈层状、似层状和透镜状，产状与围岩一致，矿层含古生物，具层理或微层理，呈多层次产出。单矿层厚零点几米至十余米。矿体分布面积零点几平方公里至数平方公里。矿床储量数十万吨至数百万吨。围岩为灰岩、泥灰岩、砂页岩。矿石有致密块状和土状两种。粘土矿物颗粒较细，海泡石含量变化较大，常与碳酸盐矿物、镁 – 蒙脱石、凹凸棒石、滑石、云母、伊利石、高岭石、硫酸盐矿物和卤化物等共生或伴生。成矿时代主要为新生代，尤其是第三纪。我国目前已发现的海泡石矿床赋存于下二叠系茅口组下部的钙 – 镁质页岩、泥灰岩中，分布在萍乐坳陷带和江南古陆边缘凹陷地区。

【凹凸棒石粘土矿床】 attapulgiteclay deposit 凹凸棒石粘土是指以凹凸棒石粘土矿物为主要组成的一种粘土。凹凸棒石取名于美国凹凸棒石粘土矿著名产地——乔治亚州凹凸堡。凹凸棒石是在富镁碱性环境、中—低温、低压条件下化学沉积或固—液相均衡状态下的蚀变产物。原始物质为火山玻璃、蒙脱石、绿泥石、伊利石等粘土矿物。其成因与火山、蒸发、风化和热液蚀变等作用有关。凹凸棒石粘土矿床，主要分淋积 – 热液型和沉积型（包括海、相陆相、蒸发、化学沉积和火山 – 沉积四个亚类）两大成因类型。淋积 – 热液型一般呈脉状填充，矿床规模小。凹凸棒石结晶度高，但分散性能差，体积含矿率低，一般很难利用，很少有工业价值。目前已知工业矿床多属沉积型矿床，一般产于构造稳定地区，干旱或半干旱气候带的内陆碱湖、盐湖盆地、碱性玄武岩盆、浅海碳酸盐岩台地、潮汐带等部位。成矿时代主要是新生代，特别是第三纪为多。凹凸棒石粘土矿化作用可贯穿在同生、成岩和表生三个阶段。矿体呈层状、似层状、透镜状，多层次产出，单层厚几十厘米至10—20米，产状与围岩一致。矿体围岩为钙 – 镁质页岩、灰岩、硅质灰岩、含盐岩系、玄武岩、膨润土等。区域性矿化，矿化面积数平方公里至数百平方公里。矿石为土状、致密块状、碎屑状、结核状。粉砂 – 泥质结构。矿石白色、灰白色、灰色，有油脂滑感，易碎，硬度1.5—2，比重2左右，强烈吸水，分散性好。伴生、共生矿物有蒙脱石、方解石、石英、蛋白石、燧石、高岭石、海泡石等。矿床储量规模数十万吨至千余万吨。我国目前已发现了第三纪陆相玄武岩盆内沉积型矿床，蕴藏量较为丰富。最早的矿床形成于白垩纪，工业意义最大的矿床均属第三纪海相沉积矿床，其次为第四纪。

【绝缘材料矿产】 mineral materialfor insulation 为防止能的互换及能的损失，而在工业上采用的矿产。绝缘材料矿产按其用途的不同，又可区分为：①电工绝缘材料：云母（主要是白云母、金云母）、大理岩、滑石片岩、绿泥石片岩、瓦板岩；②绝热材料：浮石，凝灰石、介壳石灰岩、硅藻土、板状硅藻土以及石棉和蛭石等；③隔声材料：石棉、蛭石以及膨胀珍珠岩和松脂岩等。

【石棉矿床】 asbestos deposit 石棉矿床的工业类型，有热液蚀变成因和区域变质成因两类。石棉矿床按成分，可分蛇纹石石棉（湿石棉）矿床和角闪石石棉矿床，后者又分为蓝石棉（各种钠质角闪石石棉）、铁闪石石棉、透闪石石棉、阳起石石棉和直闪石石棉等矿床。

【蛇纹石石棉矿床】 chrysotile – as – bestos deposit 按原岩性质不同可分为：①与超基性岩有关的石棉矿床，主要是纯橄榄岩、橄榄岩及斜方辉石岩经自变质或热液蚀变转变为蛇纹岩，然后再蚀变交代而成石棉。蛇纹石石棉主要产在挤压错动带或剪切裂隙带中，呈各种脉体，其中可分单脉式、网脉式、复式脉和条带状细脉，以后三者最为常见。含石棉率达百分之几到10—25%，石棉纤维的长度一般为1厘米到几厘米，少数为十几厘米到几十厘米。石棉一般以横纤维为主，纵纤维次之。石棉矿常呈带状分布，并往往与超基性岩带分布方向一致。②白云岩中蛇纹石石棉矿床。这类矿床或由区域变质而成，或由接触交代而成，产于白云岩和侵入体接触带附近的挤压错动带中或受原岩岩性控制。石棉的形成是在白云岩的蛇纹岩化基础上进一步发展而成，其中以条带状细脉为最常见。纤维一般较短，质量变化较大。

【蓝石棉矿床】 crocidolite – asbestosdeposit 蓝石棉矿床包括各种蓝色的钠质角蓝石石棉，如蓝闪石石棉，纤铁蓝闪石石棉、钠铁闪石石棉和钠闪石石棉（后两种又称为青石棉）。蓝石棉通常产于变质的铁质和硅质沉积变质岩或超基性岩中，石棉脉都与富含铁质和硅质泥板岩的层理平行，单脉的厚度可达几厘米，很少超过10厘米。石棉本身为硬石棉，是区域变质作用的产物。矿床分布受层位控制明显。石棉脉的形成与富含钠的变质热液的交代作用有一定联系。

【涞源石棉矿床】 Laiyuan asbestosdeposit 位于山西台背斜的东缘与燕山准地槽衔接的过渡带。矿体产于背斜轴部附近的前寒武系薄层或条带状蛇纹石大理石化白云岩中，距花岗岩接触带50—500米，石棉脉主要沿大理石化白云岩层面生长，少数沿节理生长，在背斜轴都成群出现。石棉脉有单式、复式、环状，脉宽1—4厘米，间距1米。共生矿物有温石棉、蛇纹石、燧石，含少量透辉石、滑石、石膏等。温石棉为横纤维，纤维柔软，质量好。其成因为热液沿裂隙交代白云岩而成。

【云母矿床】 mica deposit 云母矿床类型有：①花岗伟晶岩中的白云母矿床，多产在深变质岩系以及广泛发育花岗岩化和混合岩化作用的地区，呈脉状、透镜状或巢状等。矿脉成群出现，矿脉常常延长数百米。云母含量可达百分之几，优质云母可达 1% 左右。常有微斜长石、石英、磷灰石、绿柱石、锂云母、电气石、黑云母、石榴子石和钠长石等含氧化铝高的围岩中，有时发育以云母为主的脉状或巢状伟晶岩体。②透辉石岩中的金云母矿床，主要产于前寒武纪变质白云岩或白云质大理岩与花岗岩或混合岩接触处的透辉石岩中，金云母常呈板状或柱状晶体。矿体一般呈囊状、串珠状和脉状等。矿石中除透辉石外，有金云母、磷灰石和方解石等。少数金云母矿床产于黑云母辉石片麻岩或角闪片岩中，规模较小。

【蛭石矿床】 vermiculife deposit 矿床主要产在超镁铁岩中，是辉石岩、橄榄岩、角闪岩，受到花岗正长岩等热液蚀变作用形成黑云母化带，然后，在中－低温热液和地下水的作用下，转变为蛭石矿。矿体呈不规则脉状、透镜状等，大小不一，大的厚度可达几米到几十米，长可达几百米，共生矿物有透闪石、阳起石、透辉石、蛇纹石、滑石、绿泥石及碳酸盐矿物。此外，产在变质岩系中的黑云母伟晶岩经风化和地下水作用也能形成蛭石矿。

【黑色冶金辅助原料矿产 raw】 material for ferrous metallurgy 指炼铁或炼钢时作熔剂和耐火材料的各种矿产。作熔剂用的非金属原料矿产以石灰岩为主，其次为白云岩、萤石和铝土矿等。其主要作用是在炼钢、炼铁时清除炉料中有害杂质，如磷、硫等，同时还能降低矿石熔点，造渣等作用。而耐火材料、主要是制造耐火砖，用以砌炼炉。有关的矿产以耐火粘土和菱镁矿为主，其次为硅质岩石（石英砂岩、石英岩、脉石英）、白云岩，其他尚有铬铁矿、高铝质原料（红柱石、硅线石、蓝晶石）、滑石、菱镁矿、镁橄榄岩和铁矾土等。

【萤石矿床】 fluorite deposit 属中－低温热液矿床。其主要类型有：①火山岩中的萤石矿床：常呈脉状或不规则脉状充填于火山岩中，成群出现。脉长可由几十米到几百米，个别大者至数千米，延深可至一、二百米。常与石英等共生。围岩可见，绢云母化、硅化和高岭土化等。②石灰岩中的萤石矿床：矿体产于石灰岩中，以交代为主。矿体呈不规则的巢状、囊状以至较规则的脉状和似层状。矿体长度一般一、二百米，厚度几米至十几米，延深可至二、三百米。萤石矿床成分简单，伴生矿物为石英和方解石，有时有少量重晶石或硫化物等。

【白云岩矿床】 dolomite deposit 白云岩矿床分布广泛、主要形成于元古代，其次为早古生代。太古代变质岩系中，有时也夹有白云岩矿床。晚古生代和中生代的较一般纯的白云岩矿床很少见，主要为白云质灰岩。我国东北前震旦纪白云岩中，还发育巨大的菱镁矿矿床。

【石灰岩矿床】 limestone deposit 属海相或陆相的物理化学沉积矿床。石灰岩广泛用作水泥原料和建筑材料以及化工原料等。作为水泥原料的石灰岩要求氧化钙（Cao）大于45%，氧化镁、钾、钠及硫的含量要低。石灰岩矿床在我国有广泛的分布。其形成时代主要为下古生代和上古生代，其次为元古代和中生代。

【耐火粘土矿床】 fire clay deposit 耐火粘土矿床类型有：①沉积型耐火粘土矿床：主要属于浅海、浮湖和沼泽相沉积。矿体呈层状或大的透镜体产出。厚数米至十几米或更大，延长可达几公里至几十公里。矿层常与砂页岩或少量石灰岩形成互层，或与煤系地层伴生，构成煤层下盘的根土岩。矿石中主要成分为高岭石和水白云母，常含有小量碎屑矿物和一永硬铝石。含铝高时就成铝土矿或铝土页岩。氧化铝的含量一般在30%以上。②风化型耐火粘土矿床：矿体的形状极其复杂，呈巢状、透镜状或不规则状。矿石成分变化大，工业意义较小。耐火粘土要求其耐火度在1580°以上。作耐火材料用的粘土含 AL_2O_3 一般不小于30%，$SiO_2<65\%$，各类杂质不得超过5%。

【石墨矿床】 graphite deposit 石墨矿床的主要类型有：①片岩和片麻岩中的似层状石墨矿床，是沉积变质成因最重要的石墨矿床。主要产在古老的前寒武纪区域变质岩系中，构成石墨片麻岩，石墨片岩及含石墨的大理岩和白云质大理岩。其中多为片状石墨，一般含量为百分之几到十几，富的达20%以上，具有很大的工业意义。另外由于强烈区域变质发生混合岩化和重熔岩浆的注入等作用，使石墨发生转移，形成各种脉状体，矿体虽不规则，但石墨质量高。这类脉状石墨经常与上述似层状矿体相伴出现。②变质煤层中的石墨矿床。这类矿床产在煤层与侵入体的接触带，□伴有强烈的构造变动。矿床规模有时虽然较大，但矿石主要为隐晶质石墨，价值较低。石墨都是结晶的，但工业上往往根据结晶形态大小分为晶质石墨（也称片状石墨）和隐晶质石墨两类，其中晶质石墨价值更大。

【滑石矿床】 talc deposit 其类型有：①区域变质滑石矿床。产于前寒武纪区域变质白云岩和菱镁矿中，是在白云岩的菱镁矿化基础上变质热液沿着构造挤压带交代而成。矿体呈脉状、囊状和透镜状；矿体形态变化大，一般规模较小，常沿着菱镁矿带断续分布。在菱镁矿中质量较好，白云岩中次之，其他岩石中差。共生矿物有菱镁矿、透闪石、阳起石、直闪石、蛇纹石、透辉石及金云母等。②接触变质滑石矿床，产在火成岩体与白云岩的接触带及其附近，主要是滑石–透闪石建造。矿体多呈透镜状和似层状。酸性火成岩与超基性岩的接触带有时也能形成滑石矿床。主要为滑石–碳酸盐–蛇纹石（或绿泥石）建造，矿体规模较小。

【叶蜡石矿床】 pyrophyllite deposit 产于酸性的喷出岩及其凝灰岩中，是热液蚀变作用的产物。矿体呈不规则透镜状或层状。矿体大小不一，长从几十米到几百米，宽从几米到几十米，最后可达百米以上。矿体常成带状延长。共生矿物有石髓、绢云母、

高岭土、水铝石、明矾石和黄铁矿等。矿床规模一般较大，矿石质量较好，为叶蜡石矿床的主要类型。较老的酸性火山岩及粘板岩等受变质作用或热液蚀变作用也能形成叶蜡石矿床，但意义不大。产在片岩中的叶蜡石矿床，矿床规模小，矿石质量差。岩石中叶蜡石含量在60%以上的便有工业意义。按含量划分为：纯叶蜡石岩（含叶蜡石90%以上）、叶蜡石岩（含叶蜡石在75—90%之间）和叶蜡石石料（含叶蜡石小于75%）三种。

【造型原料矿产】　raw material formouiding　指能用来配制造型混料，以浇铸金属制品用的各种矿产，如造型用的石英砂和造型用的粘土矿（主要包括膨润土和高岭土等）。此外，在铸造工业中，尚需其他的辅助造型材料矿产，如石油（沥青或重油）、石墨、纯橄榄岩、滑石和白垩等。

【陶瓷原料矿产】　ceramio material　主要有高岭土，塑性粘土、硬质和半硬质粘土以及长石石英等。在陶瓷工艺生产中，作为瓷釉配料的，还需要用少量白云岩、石灰岩、萤石、白垩、硅藻土、滑石及石膏等。

【高岭土矿床】　kaolin deposit　高岭土矿床主要有：①风化壳型，产于花岗岩、正长岩等的风化壳中，矿体呈似层状、透镜状或漏斗状等。矿石中以高岭石为主要成分，□有母岩中的稳定矿物如石英、云母等。矿石颜色有洁白者，但常因杂质染成黄色或肉红色。为陶瓷原料的主要来源。②热液蚀变型高岭土矿床：多为中酸性熔岩、凝灰岩、火山角砾岩经强烈的高岭土化蚀变而成，常伴有明矾石化、硅化等。矿体呈脉状、囊状或不规则状。脉长者可达五百米以上，宽二、三十米，矿石质量变化很大，分布比较广泛。如果底板为碳酸盐岩，则可发育质量好、规模大的似层状高岭土矿床。③再沉积高岭土矿床：大多由残积高岭土经冲刷、搬运和再沉积而成，是湖成或河成的陆相沉积，矿体常离母体——高岭石质风化壳不远，矿床中常伴有耐火粘土。矿体一般呈透镜体，大小不一。

【长石矿床】　feldspar deposit　主要类型为花岗岩，伟晶岩和碱性霞石伟晶岩或霞石正长伟晶岩等矿床。在各种稀有元素伟晶岩中，长石经常可以被综合利用。长石伟晶岩分布比较普遍，其中主要为钾长石。少数去硅伟晶岩中的钠长石也可作长石矿开采。

【玻璃原料矿产】　raw material forglass industry　是指石英砂、石英砂岩、脉石英、其次有芒硝、天然碱、白垩、石灰岩和白云岩等。作为玻璃辅助原料的矿产，如用作氧化剂的硝石，用作净化剂的石盐和芒硝，用作消音剂的水洲石，萤石和滑石等。

【石英砂矿床】　quartz sand deposit　矿床类型有：海滨砂矿床，主要产于花岗岩所构成的海岸和海滩基岩之上。矿体常呈层状或透镜状，厚度可达2米，延长数百米至千米以上矿层近水平产出，开采方便。砂粒分选性好，颗粒均匀而圆滑，含泥量或杂质少，石英砂质较纯，二氧化硅的含量可达98%以上，石英砂的粒径大多为0.1—0.6毫

米。在少数情况下，能形成湖滨砂矿床和风成砂矿床，但其杂质较多，作铸型用砂及建筑用砂。

【水泥原料矿产】 raw material forcement iudustry 通常用的水泥原料主要分为：①石灰质原料，有关的矿产，如石灰岩、泥灰岩和大理岩；②粘土质原料，有关的矿产，如粘土、黄土、粘土页岩和砂质页岩等；此外还有作为缓凝剂的石膏等。供特殊用途的水泥需附加专门的原料，如生产高铝水泥需加铝矾土，生产高镁水泥需加菱镁矿或白云岩。作水泥混合材料的矿产有：活性材料（如硅藻土、硅藻石、蛋白石等），火山玻璃质的（如凝灰岩、玻璃质火山岩、浮石等）矿产等。

【建筑材料矿产】 raw material forbuilding and eonstruction 主要为天然石料矿产以及砂、砾石等。天然石料矿产中常用的火成岩是花岗岩、花岗闪长岩。其次是正长岩，闪长岩、辉长岩、辉绿岩和玄武岩等：常用的沉积岩是石灰岩、砂岩，其次是白云岩和页岩等；常用的变质岩是大理岩、蛇纹石大理岩、片麻岩，其次是板岩，有时火山岩和片岩也被利用。砂和砾石在建筑上被广泛利用。建筑上按砂的粒径分为巨砂（1—2 毫米）；粗砂（0.5—1 毫米），中砂（0.25—0.5 毫米）；细砂（0.1—0.25 毫米）。

【石膏矿床】 gypsum deposit 主要为海相（泻湖相）和陆相蒸发沉积矿床，按矿物组合可分为石膏矿床，石膏-岩盐矿床和石膏-岩盐-钾石盐矿床：后者是沉积序列最完全的盐类矿床。产于红色岩系中的蒸发岩矿床，其中包括石灰岩、泥灰岩、粘土岩和粉砂岩等。矿体呈层状和透镜状。层数不一，多的达 5—6 层至十几层，单个矿层的厚度从几厘米到几十米，少数达百米以上，含石膏岩层可达数百米。由于石膏具可塑性和溶解性，所以受构造变动，矿床容易发生各种形变，并在裂隙处可形成脉、网脉、树枝状脉及钟状体。

【光学原料矿产】 raw material foroptical use 作为光学原料用的矿产，主要是指水晶、冰洲石、萤石、电气石、云母、石膏、石盐及重晶石等。作为光学原料用的矿物原料，一般要求透明，无裂隙，无杂质并要求有一定大小的块度。

【压电原料矿产】 raw material forpiezoelectricity use 指天然的具有压电性的矿物原料的矿产，最主要为压电水晶矿。

【压电水晶矿床】 piezoelctriecquartz deposit 主要矿产类型有：①花岗伟晶岩矿床。伟晶岩中虽有很多和大的石英晶体，但符合工业要求的压电水晶不多，只有在少数云母伟晶岩和含铍伟晶岩内的石英晶洞中，部分水晶符合要求；②黑钨矿-石英脉矿床。个别黑钨-矿石英脉中，石英晶洞发育，晶体很大，其中部分水晶无色透明，符合工业要求；③石榴石化花岗岩中的热液水晶矿床。这类矿床分布局部，矿体受断裂构造控制，在矿脉膨胀处或裂隙交叉处，可形成不规则水晶晶洞，成为富矿床，有一定规模和工业意义。以上这三类都与花岗岩有成因上联系；④硅质和砂质岩石中的热液水晶矿

床，甚至在碳酸盐岩石中也有质量很好的方解石—水晶矿脉。成矿物质来源于附近围岩。矿体呈脉状、囊状、筒状及复杂不规则状，也有似层状。石英多呈梳状构造，此类型较重要；⑤砂矿床，由于石英不易风化，在原来水晶矿上部或附近能形成残积，坡积和冲积砂矿。常产在砾石粘土层中。

【工艺美术原料矿产】 mineral material for artware 作为美术工艺制品的原料成材料的各种矿产。主要可分为：①石英类矿产，如各种水晶、玉髓、玛瑙、碧玉、猫眼石（猫儿眼）、虎睛石（虎儿眼）及蛋白石等；②刚玉类，如红宝石，蓝宝石等；③玉石类，如硬玉和软玉等；④金刚石；⑤绿柱石类；⑥石榴子石类；⑦尖晶石类；⑧电气石类；⑨其他，如黄玉、叶蜡石、绿松石、孔雀石、蔷薇辉石、萤石及琥珀等

【宝石矿产】 precious stone，gem－stone 宝石类矿产的种类甚多，约在一百种以上，其中最重要的是金刚石、红宝石、蓝宝石、绿柱石、纯绿柱石（祖母绿）、硬玉（翡翠）、软玉、各种水晶、玛瑙、贵蛋白石、绿松石、蔷薇辉石（京粉翠）以及琥珀等。宝石类的矿床类型很复杂，属于岩浆矿床的如金刚石、镁铝榴石等；属于伟晶岩矿床的如烟水晶、玫瑰石英、绿柱石、黄玉等；属于热液矿床的如水晶、蔷薇辉石、蛋白石等；属于风化矿床的如绿松石、孔雀石等；属于砂矿床的如金刚石、软玉、琥珀等；属于沉积矿床的如琥珀、燧石等；属于变质矿床的如红宝石、硬玉、石榴石、尖晶石等。

【金刚石矿床】 diamoud deposit 金刚石的原生矿床都是与金伯利岩有关。绝大多数分布在地台区，与区域性深断裂相联系。金伯利岩是一种富碱和挥发分的超基性岩，有筒状和脉状两类，其中以筒状较为重要。金伯利岩筒主要属爆发型的火山颈，其中角砾岩化现象常十分普遍。岩筒的直径一般为几十米，少数为几百米，个别达千米，深度很大，常达千米以上，有些岩筒下部有变成脉状体的趋向。岩筒常产在地台的盖层中，脉状体主要产在结晶基底中。金伯利岩中含金刚石的多少很不一致，只有1—3%的岩筒有工业含量的金刚石。含金刚石的金伯利岩的数量从地台边缘向中心增加。目前国外最低品位（原生金刚石矿）为0.2—0.25克拉/吨，一般含量为0.25—0.4克拉/吨。金伯利岩形成时代最重要的是中生代和新生代，其次是上古生代。由于金刚石在地表条件下十分稳定，因此可形成各种砂矿，其中包括残积、坡积和冲积砂矿。这些砂矿最主要分布在有金伯利岩发育的地区。在冲积砂矿中，金刚石分布在砂砾层中，品位变化大。目前砂矿的最低品位为0.1—0.2克拉/立方米，富的为几十克拉/立方米。

【玉石矿床】 jade and nephritedeposits 玉的矿床都是产在接触交代岩或强区域变质岩中。软玉是由纤维状透闪石和阳起石组成。硬玉是由超基性火成岩、其次是由碱性岩在强构造应力带中交代变质而成。由于玉石在地表条件下很稳定，硬度及韧性又大，因此常形成坡积和冲积等砾石矿床，此是玉石的重要的来源之一。

【红蓝宝石矿床】 ruby and sapphire deposits 矿床类型有：①伟晶岩矿床，产于变质岩系中；②接触变质矿床，产于基性火成岩与石灰岩的接触带，与尖晶石、电气石和硅线石等共生；③变质矿床，产于片岩和片麻岩中，主要由铝土质页岩经强烈区域变质而成；④砂矿床，主要产于冲积砂矿的砾石层中。其中以变质矿床最为重要。

【蛋白石矿床】 opal deposit 蛋白石是硅酸的胶体沉积。硅酸可来源于低温热液，也可来自硅酸盐矿物分解游离出来的二氧化硅，故蛋白石常在近地表或风化壳下部的裂隙或洞穴中沉淀而成。此外，还可交代树木，形成硅化木，质量好的称为蛋白木，是贵重的工艺美术原料。

【石榴子石矿床】 garnet deposit 属于宝石类的石榴子石矿床类型较多。镁铝榴石矿床主要产于金伯利岩及与其有联系的砂矿床中。曾被称为“红玉”的红色铁铝榴石矿床和称为“碧玉”的绿色钙铬榴石矿床主要产于深变质岩系中。某些石榴子石矽卡岩也可作为工艺美术材料。

【尖晶石矿床】 spinel deposit 主要为变质矿床，其次为矽卡岩矿床、岩浆矿床和冲积砂矿床等。做宝石用的尖晶石有玫瑰红尖晶石、红尖晶石、橙尖晶石、淡紫尖晶石、蓝尖晶石和黑尖晶石等；其中以红尖晶石最有价值。

【绿松石矿床】 turquoise deposit 绿松石是铜矿床氧化带中一种次生的铜、铝磷酸盐矿物，在成因上属风化淋积矿床。绿松石矿体产于裂隙和破碎带中。块体大，结晶细微，颜色鲜艳的绿松石很为珍贵。可作工艺美术材料。

【蔷薇辉石矿床】 rhodonite deposit 蔷薇辉石是由硅酸锰组成，主要属于热液成因的矿脉，少数属变质矿床。它在氧化带不稳定，常风化为硬锰矿和软锰矿，因此在热液蔷薇辉石矿脉的上部常见硬锰矿和软锰矿等，而在下部则过渡为新鲜蔷薇辉石，质量好的蔷薇辉石在工艺美术材料上称为京粉翠。

煤田地质学

总　论

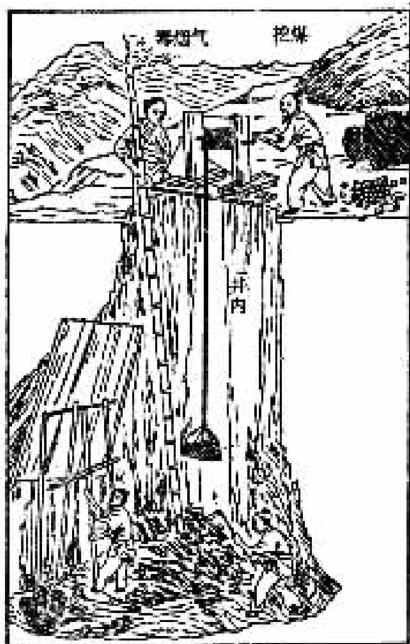
【煤田地质学】　coal geology　地质学的一个分支，是专门研究煤矿床的地质特点、成因、分布规律及其工业价值的科学。主要内容有：①煤的物质成分、性质和成因；②煤层、煤系的特征和形成条件；③聚煤盆地的成因及其分布规律等。由于煤田地质科学的不断发展，其中有些内容已发展成为独立的学科，如用化学方法研究煤的元素组成、工艺性质的煤化学，用岩石学方法研究煤的物质成分的煤岩学等。

【煤岩学】　coal petrology　把煤作为一种有机岩石，用岩石学方法研究煤的物质成份、性质和工艺用途，进而确定其成因及合理用途的科学。煤岩学原属于煤田地质学的一部份，由于生产和科学的发展，逐渐成为一门独立的学科。煤岩学主要内容包括：①各种煤的有机组份（植物残体及其变化产物）、无机组份（矿物质）的来源、转变条件、种类和数量；②煤中各组份的分布特征、结构和构造；③煤的有机组份的性质、形态、分类及工艺用途；④煤中有机组份的变质程度和氧化程度等等。

【固体可燃矿产】　solid combustiblemineral　固态的可以燃烧的矿产，包括煤、油页岩、地蜡、地沥青等。

【煤】　coal　化石燃料的一种。又称“煤炭”，是地史时期堆积的植物（有时也有少许浮游生物）遗体经过复杂的生物化学作用，埋藏后又受到地质作用转变而成的“固体可燃矿产”。它是多种高分子有机化合物和矿物质的混合物，其中有机化合物大部分不溶于三氯甲烷（$CHCl_3$）等有机试剂，燃烧后，矿物质的大部分成为灰分，一般认为灰分产率小于40%者称煤，大于40%者则为碳质页岩。有机化合物的元素成分以碳为主，氢、氧、氮、硫等次之。按原始物质的不同，煤可分为腐殖煤、腐泥煤和二者的过渡类型——腐殖–腐泥煤。我国是世界上用煤最早的国家。《山海经》的《山经》上称煤为“石涅”，并记载女□之山和风雨之山都多“石涅”。《山经》约成书于春秋战国时期。河南巩县西汉冶铁遗址的发掘，证明早在西汉我国已经把煤制成煤饼用于炼铁。汉、魏、晋称煤为“石墨”或“石炭”。唐代用煤已较广泛，如在抚顺煤矿中发现唐代使用的器皿，太行山东麓和山东淄博一带还有唐代老窿遗迹。及至宋代，用煤更为

普遍。明代李时珍的《本草纲目》载有：“石炭即乌金石，上古以书字，谓之石墨，今俗呼为煤炭。煤，墨音相近也”。意大利人马可波罗（Marcopolo）元初曾来我国，他的游记中写有：“中国全境中有一种黑石，采自山中，如同脉络，燃烧与薪无异，其火候较薪为优，盖若夜间燃火，次晨不息。”这说明在我国普遍用煤已经若干世纪之后，西方有的国家还没有发现这种矿产。我国劳动人民在长期生产实践中累积了开采和利用煤的丰富知识，如明代宋应星的《天工开物》中将煤按块度分为明煤、碎煤和末煤，并指出明煤产于燕、齐、秦、晋，碎煤产于吴、楚。他还按用途将碎煤分类：“炎（火焰）高者曰饭炭，用于炊烹；炎平者曰铁炭，用以冶锻。”关于采煤技术如对矿井通风，以及支护等并附图作详细叙述。著名明代医学家李时珍在《本草纲目》中记述了煤作为药物的性能，并对当时某些产煤地点作了介绍。煤不仅是燃料、冶金工业的原料，而且在炼焦过程中还可获得焦油、炼焦煤气和氨水等。经过加工可制出染料、药品，肥料、炸药、人造纤维等几百种产品以及化学工业原料苯、甲苯、酚和萘等。近年来煤已不仅是固体燃料，而且已开始通过低温干馏、高压加氢和气化等制取液体燃料和气体燃料，并可得到更多的有价值的副产品。有的煤中还含有稀有分散元素和放射性元素如锗、镓、钒、铀等。



古代采煤

【化石燃料】 fossil fuel 又称化石能源，是可用作燃料的碳氢化合物的通称。泛指生物成因的可燃矿产，为现今世界上极为重要的能源和化工产品的原料。化石燃料是地质历史时期的动物、植物遗体，在特定的地理环境，地质条件下经过生物化学作用，物理化学作用为主的地质作用形成的沉积矿产。它是多种高分子化合物和矿物质的复杂混合体。自然界的化石燃料分为固态、液态和气态三个类型。固态化石燃料主要为煤，是以地质历史时期的古植物为原料，此外，油页岩虽然也同属于固态类型，但需经过低温干馏转化为液态后方可利用。煤的部分煤种经过工业加工后亦可转化为液态或气态燃料。液态化石燃料石油属之，气态化石燃料天然气属之。自然界的液态、气态燃料是以地质历史时期的动物遗骸为原料，二者常形成油气田相伴产出。但有的气态燃料也与煤相伴生，称为煤成气。固态化石燃料产于陆相或海陆交替相岩系中，在我国两种类型的含煤岩系都有分布，有的煤田分布有不同地质时代的两种类型含煤岩系。液态、气态化石燃料在陆相、海相、海陆交替相岩系中都有产出。

【石涅】　shinie（mineral dyes）　煤的古称之一，见于《山海经》的《山经》部分。《山经》大约成书于春秋战国时期，书中记载的两处产石涅的地点，如《西山经》所说的“女□之山”和“女儿之山”，清入毕沅认为即凤翔府的岐山和蜀郡双流的女伎山，这两地现均为煤田所在地。

【石炭】　shitau（coal）　煤的一种古称，魏、晋时期称煤为石炭，唐、宋沿用。明朝除沿用石炭外，开始有“煤”的称呼，清代以来始普遍称煤，但也有称石炭者。

【煤炭】coal　煤的俗称，为近期用法。参见“煤”。

【石煤】　stone coal　以外观似黑色或黑灰色的石头而得名。它是在早古生代浅海环境中，主要由海生菌藻类生物形成的、含矿物质较高的一类固体可燃矿产。特征是灰分较高、比重较大，一般发热量较低，它是一种高变质的腐泥煤，因外观似黑色或黑灰色的石头故名。变质程度一般相当于无烟煤、高变质无烟煤或相当于无烟煤至石墨的过渡阶段。石煤中常含有钒、铀、钼、镍、铜、铬、铂、钯等元素，有的达到工业品位；石煤可作燃料，燃烧后的炉渣可压制成炭化砖、水泥等建筑材料。

【油页岩】　oil shale　又称油母页岩，地史时期繁殖的低等动、植物经过生物化学和地质作用后形成的高灰分可燃矿产。为一种高灰分的低变质腐泥煤，是在内陆湖泊或滨海泻湖中较深水中还原条件下形成的。油页岩常具有细微的水平层理，比一般页岩的比重和硬度较小，韧性较大，用指甲刻划有油痕，有的可用小刀削成薄片；以火柴点燃时发出沥青臭味，含油率高时可用子炼油和其它化工原料，从中可提取硫酸铵、吡啶等多种副产品，也可直接用作燃料。灰渣可做水泥等建筑材料，有的还可以从中提取氧化铝。

【聚煤期】　coal－forming period　又称成煤时代或成煤期。地质历史中形成具有工业价值煤矿床的时期。我国的聚煤期有：早古生代（以石煤为主）、早石炭世、中石炭世、早二叠世、晚二叠世、晚三叠世—早侏罗世、中侏罗世、晚侏罗世—早白垩世，早第三纪和晚第三纪。其中主要的聚煤期为石炭纪二叠纪、侏罗纪和第三纪，与世界范围的三个主要聚煤期——晚石炭世及二叠纪、侏罗纪、晚白垩世和第三纪基本一致。

【成煤作用】　coal－forming process　自然界植物残体从堆积、变化到形成煤的作用。成煤作用分为两个阶段，第一阶段是在地表条件下，植物遗体堆积在沼泽和湖泊中，在微生物参予下进行生物化学作用，植物遗体不断发生分解、化合，使高等植物形成泥炭，低等植物形成腐泥，因此成煤第一阶段相应地称为泥炭化阶段和腐泥化阶段。第二阶段是泥炭或腐泥被沉积物覆盖后，在温度、压力、时间等因素作用下发生一系列物理化学变化的过程。这个过程的早期进行成岩作用，使泥炭转变为褐煤；腐泥转变为腐泥褐煤；后期进行变质作用，使褐煤转变为烟煤和无烟煤；腐泥煤转变为腐泥烟煤和腐泥无烟煤。煤的成岩作用和变质作用总称为煤化作用。

【聚煤作用】 coal－accumulatingprocess 古代植物在古气候、古地理和古构造等有利条件下，聚集而形成煤矿床（最初为泥炭）的作用。古植物为聚煤作用提供物质原料，只有大量的植物繁殖才有可能发生聚煤作用。而古植物的大量繁殖又需要合适的古气候和古地理条件，温暖潮湿的气候最有利于植物大量生长，低洼积水的沼泽是植物大量繁殖的理想地理环境。堆积的大量植物残体能否保存，决定于古构造活动状况，地壳活动强烈或过于缓慢都不利于聚煤作用。强烈的地壳活动使有利聚煤沼泽的环境不易长期保持，过于缓慢的地壳活动又因堆积的植物残体暴露在水面以上，受风化而被破坏掉，因此只有地壳的沉降速度与植物残体堆积长期保持平衡的情况下，植物残体才能够大量堆积并保存下来，形成一定厚度的泥炭层。由于自然界的聚煤条件的配合不总是有利的，因此地史上多次出现聚煤的强盛期和衰退期。

【成煤物质】 coal－forming material 形成煤的原始物质。煤层及其顶、底板岩石中常保存有完好程度不同的植物化石，如炭化的树干、树皮、树叶等。在显微镜下观察时煤中有植物的细胞组织及孢子、花粉、树脂、藻类和少量浮游生物的遗体。因此说明，高等和低等植物的各个组成部分以及浮游生物都是成煤的原始物质。植物中的碳和煤中的碳元素的同位素成份差不多相同，而与无机物中碳的同位素成份则有明显的差别，进一步证明了煤是由植物遗体转变而成的。其中以高等植物的树干、树皮、树叶和孢子花粉等为原始物质形成的煤称为腐殖煤，以低等植物为主并有浮游生物为原始物质而形成的煤称为腐泥煤，由高等和低等植物二者混合形成的煤称为腐殖腐泥煤。

【泥炭沼泽】 peat bog 有大量植物繁殖并形成泥炭层的沼泽。从植物遗体堆积到形成泥炭层，需要经过复杂的生物化学变化，因此，泥炭沼泽的覆水情况和水介质特点直接影响着沼泽中的植物组合、植物分解程度和泥炭的性质（如灰分、沥青含量等）。充分湿润的条件有利于草本泥炭沼泽的发育；排水条件良好的情况下则木本泥炭沼泽较发育；滞水少氧的情况下，植物死后的分解程度差，反之在活水多氧的条件下，植物死后就容易分解；覆水条件稳定则植物组成变化就小，植物死后分解程度相似，容易形成简单的泥炭层，反之在覆水条件多变的情况下，则会出现分解程度不同的草本植物残体和木本植物残体相互交替的泥炭层；以地下水补给为主的泥炭沼泽，因地下水和地表水带进的矿物质多，有利于植物大量繁殖，但也容易造成泥炭中灰分较高；以大气降水补给为主的泥炭沼泽，由于矿物质少，不适于高等植物的大量繁殖，但所形成的泥炭一般灰分较低；也有人认为矿物质的成份会影响煤质，如由地下水补给的泥炭沼泽中氧化钙含量多，使泥炭中的沥青含量较低，而由大气补给的泥炭沼泽一般氧化钙含量较少，沥青含量较高。

【成煤物质堆积方式】　mode of accumulation of coal – formiag materi – al　成煤物质（即植物）有原地堆积和异地堆积两种方式。前者系植物死后就地堆积并转化为泥炭；后者系植物遗体经过搬运，离开原来的生长地区，在其它地方堆积成为泥炭。原地生成的煤层常在底板中有丰富的树根化石，有时也能找到直立的带根树桩，证明底板就是生长植物的土壤。原地生成煤一般煤质较纯，煤层厚度也比较稳定。异地生成的煤因原始物质经过搬运，有时有倒立的树干，煤中矿物质较多，因而灰分较高，煤层厚度也不稳定。一般认为煤多属于原地生成的，异地生成的较少。

【原地生成煤】　autochthonous coal　地史时期的植物就地堆积转化而成的煤。大部分煤是以这种方式生成的。至于植物残体，甚至部分泥炭，在原来沼泽范围内通过局部水流搬运而重新堆积转化成的煤，则叫做“微异地生成煤”。由于这种搬运是在原沼泽范围内的局部地段内进行的，仍属原地生成方式。一般鉴别原地生成煤的主要标志是：①煤层底板常为泥质岩或粉砂岩，少数为碳质岩，其中常见有直立的植物根化石，有时还有带根的树桩；②煤中的形态分子保存程度相对较好；③混入煤中的矿物质较少，因之灰分较低。

【微异地生成煤】　hypautochthonous coal　植物残体经水流短距离搬运，仍堆积在植物原来生长的沼泽范围内。这种搬运常发生在沼泽的局部地段，植物残体破碎较轻，混入的矿物质也较少，成因上仍属于原地生成煤。

【异地生成煤】　allochthonous coal　地史时期的植物经过搬运，离开原来生长地区，在它处堆积转化形成的煤。此种煤较少见，其主要特点为：①煤层底板常为粗碎屑岩及石灰岩等，且与煤层的接触界限明显，有时有倒立的树桩化石；②煤中的形态分子受到破坏，常见有破碎的孢子、角质层和树脂体等；③混入煤中的矿物质较多，因而灰分较高。

【泥炭化作用】　peatification　又称生物化学煤化作用。是以生物化学作用为主，使高等植物残体在泥炭沼泽中经生物化学作用使碳含量增加，氧和氢减少，逐渐转变成泥炭的作用。以纤维木质组织为主要组成的高等植物的残体，堆积在沼泽中。当堆积环境处在少水多氧的条件下，则进行氧化为主的丝炭化作用（见丝炭化作用）；若处在停滞覆水的还原条件下时，则在细菌参与下进行分解和合成作用，如醣类和氨基酸化合为腐殖物质并进行凝胶化作用（见“凝胶化作用”）。这些作用使堆积的残体逐渐转变为泥炭并使碳含量逐步增加，氧、氢以及水分减少、发热量增高等。泥炭化作用是在成煤第一阶段进行的，因此成煤第一阶段又称“泥炭化阶段”。

【泥炭化阶段】 peat－formingstage 又称成煤第一阶段。高等植物残体，从堆积在泥炭沼泽里开始，经过生物化学作用，逐渐变为泥炭的阶段。这一阶段主要作用是在还原条件下，有细菌参加的生物化学作用，产物为泥炭。

【生物化学煤化作用】 biochemicalcoalification 即“ 泥炭化作用 ”。

【凝胶化作用】 gelification 在泥炭化阶段植物的木质－纤维经过生物化学变化，形成以腐殖酸和沥青质为主要成分的胶体物质——凝胶和溶胶的过程。这一作用延续到成岩阶段。凡在显微镜透射光下呈橙色、褐橙色，并具有木煤体、木质镜煤体、镜煤体或凝胶化基质体结构的显微组分，都是凝胶化作用的结果。一般认为，凝胶化作用是在强覆水缺氧的滞水沼泽中进行的。在凝胶化过程中，植物的细胞壁由于液体浸润而膨胀，逐渐转为凝胶化物质，同时细胞腔相应地缩小。在凝胶化作用初期，植物的细胞壁仅仅开始膨胀，大致还保持着细胞的原来排列。若在此阶段，由于条件改变，凝胶化作用停止，保存下来的即为将来具有木煤结构的木煤体；若凝胶化作用进行到植物组织强烈膨胀，只残留少数不规则的细胞腔时才停止，则保留下来的是具有木质镜煤结构的木质镜煤体；若凝胶化作用进行到植物细胞腔完全消失时，则保留下来的就是具有镜煤结构的镜煤体。假如这样形成的凝胶继续处于强覆水的弱氧化条件下，则将通过分散作用而形成溶胶。溶胶中混入了形态分子或矿物质再转化为凝胶时，保存下来的即为凝胶化基质。上述各种凝胶化组分在凝胶化过程中各定型于相应的凝胶化阶段，但在实际成煤过程中，具有形成上述各种组份的条件往往同时存在。

【丝炭化作用】 fusainization 在泥炭化阶段，植物的木质－纤维组织在比较干燥的氧化条件下腐朽，或因森林起火转变为丝炭化物质的过程。当植物组织遭受氧化或受到火焚并较快地转入强覆水的环境时，则使碳化的细胞结构比较完整地保存下来，这就形成了丝质体。这种成因的丝质体称氧化丝质体，森林起火形成的则称火焚丝质体。显微镜透射光下，见到清楚的植物细胞结构，细胞壁呈黑色不透明；反射光下突起高，呈白色。而显微镜下常见到具有木煤结构，或木质镜煤结构的丝炭化组份，是以两种作用叠加的结果来解释的，即植物的木质—纤维组织首先在强覆水条件下经过凝胶化作用，分别形成了木煤结构、木质镜煤结构或镜煤结构。然后由于积水条件趋于干燥，进行凝胶化作用的环境为丝炭化作用的环境所代替，因而使已形成的凝胶化物质，再进行丝炭化作用，这就形成了除丝质体外具有经过凝胶化作用特点的各丝炭化组份。

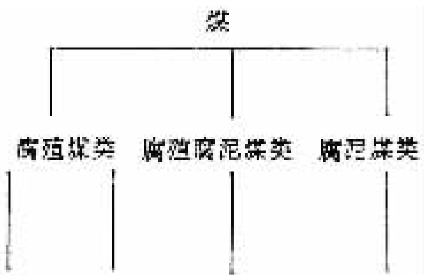
【腐泥化作用】 saprofication 低等植物和浮游生物在生物化学作用下，转变为腐泥的过程。以脂肪、碳水化合物和蛋白质为主要成份的菌藻植物及浮游生物死后沉向水底，在滞水缺氧的还原环境中，主要通过厌氧性细菌的作用，经过分解、聚合与缩合作用，形成一种黑灰色含大量水份的棉絮状胶体物质，这种物质进一步进行生物化学作用，经去水、压紧、致密，形成“ 腐泥 ”，即腐泥煤的前身；含无机成分达到一定数量

时则为油页岩的前身。腐泥化作用是在成煤的第一阶段进行的。这一阶段也叫“腐泥化阶段”。

【腐泥】 sapropel 在沼泽深水地带、湖泊、浮湖和海湾等缺氧还原环境中，富含蛋白质、碳水化合物和脂肪的低等浮游生物和低等植物，在厌氧细菌参与下分解，经过聚合作用和缩合作用形成的暗褐色和黑灰色的有机软泥，再经失水、压紧而成。

【腐泥化阶段】 stage of saprofication 低等植物和浮游生物死亡后，遗体堆积在缺氧的水盆地的底部，到转变为腐泥的这个全过程。在这个阶段中，低等植物和低等浮游生物中的蛋白质、碳水化合物和脂肪等，在厌氧细菌的参予下，经过一系列生物化学作用而形成腐泥。

【煤成因类型】 genetic types ofcoal 根据成煤的原始植物原料和聚积环境类型，每种成因类型还可进一步划分。其中腐殖煤分布广、储量大，是目前开采利用的主要对象。其它各种煤的分布较局限，储量也较小。



【腐殖煤】 humiccoal 高等植物遗体在沼泽中经泥炭化作用和煤化作用转变而成的煤。泥炭化作用是在滞水、少氧的沼泽环境中进行的。低变质的腐殖煤常有保存程度不同的树枝、树干、树叶等植物残体，显微镜下，可见到植物的细胞结构。腐殖煤的主要特点是具有不同强度的光泽，并常有条带状结构。按煤化程度分为：泥炭、褐煤、烟煤、无烟煤等。腐殖煤广泛用作燃料、冶金和化工原料。

【残殖煤】 liptobiolith 主要由高等植物中的树脂、孢子、花粉、角质层以及木栓组织等稳定组分富集转变而成的煤。残殖煤的泥炭化作用是在活水、多氧的沼泽环境中进行的，由于含氧的新鲜流水不断的注入，稳定性差的木质、纤维组织被氧化分解殆尽，稳定组分得以相对富集。根据残殖煤中主要稳定组分的成分可以分为树皮残殖煤、树脂残殖煤、角质残殖煤和孢子残殖煤等。残殖煤的主要特点是光泽比较暗淡，具粒状或片状结构，块状构造，灰份一般较高，氢含量、挥发份和含油率都较高，适于炼油，大多以透镜体或夹层出现在煤层中。有人认为典型残殖煤的稳定组分含量应在 90% 以上，但一般很少达到这样高的百分比。

【孢子残殖煤】 sporinitic llptobtolith 原始物质以孢子（大孢子、小孢子）外壁为主的残殖煤。孢子残殖煤致密暗淡，常具粒状结构，韧性较大。适于制取液体燃料（见“残殖煤”）。晚古生代孢子植物繁盛，因此世界上孢子残殖煤多发育在晚古生代地层中。

【角质残殖煤】 cutinitic liptobiolith 原始物质以角质层为主的残殖煤。角质残殖煤多数具有明显的叶片状结构，可以揭成象纸一样的薄片，坚韧稍具弹性。它的挥发份、氢含量和含油率都较高，适于制取液体燃料（见残殖煤）。我国云南禄劝泥盆纪地层中夹有典型的角质残殖煤。

【树皮残殖煤】 suberinitic liptobicrlith 又称木栓质残殖煤，是原始物质以树皮为主的残殖煤。我国有名的乐平煤就是典型的树皮残殖煤。树皮残殖煤略具油脂光泽，具线理状结构，沿层理易分成薄片，挥发份、氢含量和含油率都较高，适于制取液体燃料，如乐平鸣山矿的树皮残殖煤的挥发分 V：为 56.57%，氢含量 H^r 为 6.86%。

【树脂残殖煤】 resinitic liptobiotith 又称琥珀煤。原始物质以树脂为主的残殖煤。植物中的树脂已转变为琥珀，因此亦称“琥珀煤”。树脂为颗粒状，黄色透明、断口呈油脂光泽。可作工艺品，香料和药材。

【腐泥煤】 sapropelite 由湖沼、泻湖或闭塞的浅海环境中藻类植物及浮游生物在还原环境下经腐解转变而成的煤。其中也常保存有尚未完全分解的植物残体。主要特点是表面均一，光泽暗淡，具有贝壳状断口；低变质腐泥煤的挥发份，氢含量和含油率都比较高，适于炼油。藻煤是腐泥煤的典型代表，早古生代石煤即为高变质的腐泥煤，一般灰分高，但也有低灰的。腐泥煤中的矿物质若超过一定数量时，即称油页岩。腐泥煤大多呈透镜体或薄层夹在腐殖煤中。

【藻煤】 boghead coal，boghead 腐泥煤的一个主要类型，其原始物质以藻类为主。为棕色或灰色、光泽暗淡，结构均一，具块状构造，挥发份、氢含量和含油率都较高、易燃，有沥青味，适于炼油。显微镜下见到的组份主要是藻类形态分子和腐泥基质，高等植物的遗体很少见。我国山西浑源，山东肥城、兖州均产藻煤。

【胶泥煤】 saprocollite 无结构的腐泥煤，与其它腐泥煤的主要差别在于其形成煤的原始物质几乎全部分解为基质。挥发份、氢含量和发热量略低。显微镜下看不到轮廓清楚的藻类，如山西浑源的胶泥煤。参见“腐泥煤”。

【腐殖腐泥煤】 humosapropeliccoal 原始物质为高等植物和低等植物形成的煤，为腐殖煤和腐泥煤的过渡类型，性质介于两者之间，烛煤为其典型代表。属于腐殖腐泥煤的有烛煤、卡西扬煤、烛藻煤等。

【烛煤】 cannel coal 腐殖腐泥煤的一种。燃点低，因其火焰与蜡烛火焰相似，故名。烛煤呈灰色或稍带褐色，质轻，具较暗淡的沥青状光泽，致密坚硬而韧性大，贝壳状断口，块状构造，有时也稍显层理；显微镜下的特征是大部分为橙黄色或褐黄色的腐泥基质，并含有较多孢子，有时有少量藻类。烛煤的挥发份、氢含量和含油率都较高，适于炼油。山西浑源、山东兖州均产烛煤，又称假烛煤，是烛煤的一种。

【烛藻煤】　cannel－boghead coal　烛煤与藻煤的过渡类型。接近于烛煤者，称为藻烛煤接近于藻煤者，称为烛藻煤。外；观呈浅灰黑色，具贝壳状断口，沿层理劈开常具薄片的倾向；显微镜下可见到烛藻煤中藻类和孢子均匀地分散在灰褐色或浅绿色的基质中，偶尔可见到丝炭细碎片，其挥发份、氢含量和含油率较烛煤高而较藻煤低。

【藻烛煤】　boghead－cannel coal　接近烛煤的、介于烛煤和藻煤之间的过渡型煤。参见“烛藻煤”。

【煤精】　jet　又称“煤玉”，可雕刻成工艺品，也叫“雕漆煤”。煤精的特点是致密均一，韧性大，硬度 >3，黑色，具明亮的沥青光泽。煤精的成因尚待进一步研究。因其致密均一，并具沥青光泽，有人认为是腐泥成因；但在煤精中有时可见到类似木质结构，因之也有人认为是在特殊的生物化学条件下形成的腐殖腐泥煤。我国抚顺盛产煤精。

【煤化作用】　coalification，carbonization　泥炭转变为褐煤、烟煤、无烟煤或腐泥煤转变为腐泥褐煤、腐泥烟煤和腐泥无烟煤的作用过程。煤化作用是在成煤的第二阶段——即煤化阶段进行的，以物理化学作用为主。在煤化过程中，煤的化学组成、工艺性质、物理性质和煤岩特征等都发生一系列的变化，如随煤化程度的加深，碳含量增加，氧含量减少，氢含量一般也减少，粘结性和发热量呈曲线变化，颜色由褐变为深黑、灰黑以至钢灰色，光泽由弱变强等。煤化作用仅包括煤的成岩作用与褐煤演变为烟煤和无烟煤，以及腐泥褐煤转变为腐泥烟煤、腐泥无烟煤的变质作用。但从无烟煤转变为石墨则不属于煤化作用的范围。

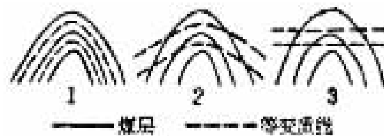
【煤化阶段】　coalification stage　又称成煤第二阶段。泥炭或腐泥被其它沉积物覆盖后，分别变为褐煤、烟煤、无烟煤和腐泥褐煤、腐泥烟煤、腐泥无烟煤的阶段。煤化阶段以物理化学作用为主，生物化学作用逐渐消失，随着地壳的不断下降，上覆沉积物不断加厚，压力和温度逐渐增高，煤化程度也越来越高，煤的相应物理和化学性质也发生一系列变化，如光泽增强，碳含量增高，氢、氧含量和挥发分减少等。

【煤成岩作用】　coal diagenesis　泥炭和腐泥被掩埋后分别转变为褐煤与腐泥褐煤的作用。泥炭、腐泥被掩覆后经过压紧、去水、胶结和相应的化学变化使碳含量增加，氧、碳氢化合物减少，胶体陈化，颜色加深，逐渐转变为褐煤、腐泥褐煤。煤的成岩作用处于成煤第二阶段（即煤化阶段）的初期。

【煤变质作用】　coal metamorphism　指褐煤向烟煤、无烟煤转变的过程。温度、压力和作用的持续时间是煤变质的主要因素。煤在变质过程中、内部结构、化学组成、物理特征以及工艺性能都呈有规律的变化。由于煤对温度和压力的反应比围岩灵敏，当褐煤变成烟煤、无烟煤时，围岩一般不发生变质。因此，从褐煤转变为烟煤、无烟煤的作用，实际上仅大致相当于沉积岩的成岩作用；而煤进一步转变为石墨、天然焦的作用

则与沉积岩的变质作用相当。但对煤来说，则都称为变质作用。煤的变质作用分为：深成变质、接触变质、区域岩浆热变质和煤的动力变质等类型。

【煤深成变质】 deep burial metamorphism of coal 又称煤区域变质、煤正常变质和煤地热变质。煤层形成后在沉降过程中因地热和上覆岩系静压力作用发生的变质，是希尔特定律的体现。一般认为，深成变质作用影响范围较大，是煤变质的主要类型。深成变质具有煤的变质程度随煤系及其上覆岩系厚度的加大而增高，以及区域性垂直变质分带与水平变质分带等特点。基于煤的深成变质作用贯穿于煤田发育整个历史的观点，近期有人将深成变质划分为“褶皱前变质作用”和“褶皱后变质作用”，前者指煤系在褶皱之前，由于沉降所引起的变质，以煤等变质线与煤层褶皱的形态基本一致为特点；后者指煤系褶皱以后所进行的变质，主要表现为同一煤层的变质程度在向斜中比在相邻背斜中高，特点是等变质面近于水平而与煤层相交。亦有人称前者为古变质作用，后者为新变质作用。若将深成变质作用划分为褶皱前、褶皱期和褶皱后三种，则可以等变质线与煤层之间的交角关系分别表示，图中褶皱期变质作用，是煤层褶皱期间进行的变质作用，等变质线与煤层斜交是其特点。



煤层深成变质示意图
1.褶皱前深成变质；2.褶皱期深成变质；3.褶皱后深成变质

【煤正常变质】 normal metamorphism of coal 又称区域变质或地热变质。煤层沉降到地下深处，受到地热及上覆岩系静压力的作用，使煤层的变质程度随深度而递增的变质作用。它对煤层的变质作用影响范围大，是煤变质作用的主要类型之一。参见“煤深成变质”。

【褶皱前变质作用】 preorogenicmetamorphism 又称古变质作用。煤系在褶皱之前，沉降到地面下较深处，受到地热和上覆岩系静压力的作用所引起的变质作用。具有煤等变质线与煤层褶皱的形态基本一致的特点。参见“煤的深成变质”。

【古变质作用】 paleometamorphiam 即“褶皱前变质作用””。

【褶皱期变质作用】 synorogenicmetamorphism 煤系褶皱期间，煤层受到的变质作用。具有煤层的等变质线与煤层斜交的特点。褶皱期间煤层受到的变质作用，常叠加在褶皱前煤层所受的变质作用之上，单纯的褶皱期的变质作用，自然界不易见到。参见“煤的深成变质”。

【褶皱后变质作用】 postorogenicmetamorphism 又称新变质作用。煤系强烈褶皱后，煤层所受到的变质作用，主要表现为同一煤层的变质程度在向斜中比在相邻背斜中高。具有等变质面近于水平而与煤层相交的特点。实际情况是褶皱前泥炭层被沉积物覆盖后不久，就开始了煤化作用或进一步的变质作用，褶皱后煤层的变质程度是叠加在褶皱前煤的变质程度之上，单纯的褶皱后变质作用，自然界不易见到。参见“煤深成变质”。

【新变质作用】 neometamorphism 即褶皱后变质作用。它总是叠加在褶皱前煤的变质之上，单纯的新变质作用，在自然界不易见到。

【区域岩浆热变质作用】 telemagmatic metamorphism of coal 又称远岩浆热变质作用、热力变质作用或区域热力变质作用。由于强烈的岩浆活动，特别是岩浆侵入的热量、岩浆内放射性元素的蜕变热以及热液、挥发性气体等的作用，使区域内地热增高，形成地热异常所导致煤的变质过程。煤层受区域岩浆热变质后，具有挥发分梯度较高，挥发分和氢含量低，氢碳原子比小，反射率很高以及常变质到无烟煤阶段等特点，区域岩浆热变质煤的变质分带范围，一般较深成变质煤的分带范围小，并常呈环状展布，变质带的分界亦常与煤田主要构造线方向垂直或斜交；煤的等变质线的倾角受侵入体顶面的倾斜度的影响，而与煤层、岩层的倾角无关。当引起煤变质主要是由于隐伏岩体时，等变质线与侵入体延展方向或重力，磁力异常方位有关，而与煤系及上覆岩系等厚线无关。此外，煤层围岩中热液石英脉和邻近地区内生矿床的发育都是区域岩浆热变质的重要标志。区域岩浆热变质对中国的中、高变质煤的形成有重要影响。

【煤接触变质作用】 contact metamorphism of coal 岩浆接触煤层时，岩浆的高温、热液、挥发性气体和压力使煤发生的变质。导致接触变质的因素常是侵入煤层的岩床、岩墙、岩脉等浅成岩体。越接近侵入体，煤的变质程度越高，在接触带附近常形成局部煤质分带，直接接触处煤常变成天然焦或石墨。接触变质作用的强弱和接触变质带的宽窄与岩浆侵入的温度、侵入体的产状、大小，成分以及侵入次数有关，岩墙和岩脉影响煤变质的宽度通常仅数十厘米到数米，岩床由于和煤层的接触面积较大，影响的范围也大。

【煤动力变质】 dynamic metamorphism of coal 褶皱或断裂所产生的构造应力及伴生的热效应使煤发生的变质。有人认为煤的动力变质仅限于强烈的构造变动带附近，影响范围有限；但也有人认为动力变质能导致区域性的影响，参见“煤变质作用”。

【煤变质程度】 rank of coal metamorphism，degree of coal metamorphism 煤在温度、压力、时间等因素作用下物理、化学性质变化的程度。煤在变质过程中，其物理特征、化学组成和工艺性能等均呈有规律的变化。因此，可以通过测定有关指标来确定煤变质程度的深浅，将煤分成未变质、低变质、中变质和高变质等各种变质程度。为了更

详细，更具体地表示煤的变质程度，根据显微镜下镜质组的最大反射率数值的测量，可把煤的变质程度划分为0—Ⅶ八个变质阶段。除变质程度影响煤的工业牌号外，还有煤岩成份和还原程度，因此，只有煤岩成份变化不大，以光亮煤、半光亮煤为主时，煤的工业牌号才可以大致表示煤的变质程度（见附表）。其中褐煤与阶段0相当，烟煤与阶段Ⅰ—Ⅵ相当，无烟煤与阶段Ⅶ相当。我国在应用中通常还把阶段Ⅰ和Ⅱ的烟煤（长焰煤、气煤）称为低变质煤；阶段Ⅲ、Ⅳ的烟煤（肥煤、焦煤）称为中变质煤；阶段Ⅴ、Ⅵ的烟煤（瘦煤、贫煤）和阶段Ⅷ的无烟煤合称为高变质煤。故按变质程度亦可把煤分为四类：未变质煤——褐煤；低变质煤——长焰煤和气煤；中变质煤——肥煤和焦煤；高变质煤——瘦煤、贫煤和无烟煤。煤的变质程度、变质阶段与牌号的对应关系见附表。

名称	变质程度	变质阶段	煤的牌号（煤种）
褐煤	未变质	0	褐煤 Б
烟煤	低变质	Ⅰ	长焰煤 Д
		Ⅱ	气煤 Г
	中变质	Ⅲ	肥煤 Ж
		Ⅳ	焦煤 К
	高变质	Ⅴ	瘦煤 ПС
		Ⅵ	贫煤 Т
无烟煤		Ⅶ	无烟煤 А

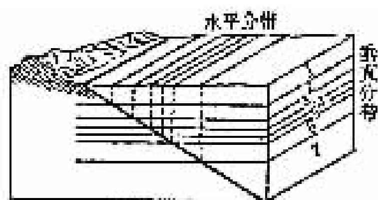
【煤化作用跃变】 coalificationjump 简称煤化跃变。煤的化学、物理和光学性质在煤化过程中发生的明显变化或转折。国外近期研究认为煤化跃变共有四次。第一次开始在长焰煤阶段（C^r80%%、V^r43%、R^0_m0.6%）、主要特点是壳质组和部分镜质组发生明显的沥青化作用，形成具有良好结焦性和强荧光性的沥青质。第二次煤化跃变开始于肥煤阶段（C^r87%，V^r29%，R^0_m1.3%），以通过释出CO_2与H_2O，使氧和由于释放甲烷导致氢的明显减少为特征，并且是煤的比重，硬度、焦化流动性等出现最小或最大值转折之处。因此第二次煤化跃变也叫做煤化作用转折（coalification break）。第三次和第四次煤化跃变则分别发生在烟煤与无烟煤的分界附近和无烟煤阶段内，这两次跃变总的特征是由于甲烷的大量逸出，在无烟煤阶段氢含量和氢碳比迅速降低；反射率迅速增高；芳香族稠环在上覆压力继续增高的条件下，顺层面的排列更趋于规则化，光学异向性明显增强。

【希尔特定律】 Hilt′s rule，Hilt′slaw 又称希尔特规律。同一煤田内构造大致相同的条件下，煤的挥发份随埋藏深度的增加而减低，也就是煤的变质程度随埋藏深度而增高的规律。1875年希尔特（C. Hlit）在研究德国鲁尔、法国加莱和英国南威尔斯等煤田时发现了煤质随埋藏深度而变化的规律，如鲁尔煤田深度每增加100米煤的挥发分降低2.3%。这一发现经后人在实践中不断归纳总结，命名为希尔特规律。这一规律是煤的深成变质作用的反映。不同煤田或同一煤田各区段的煤层，在地壳恒温层之下海深100米煤变质增高的程度称为煤变质梯度，常以挥发分降低的数值（$\triangle V_r$）或镜质组反

射率增高的数值（△R）表示。反之挥发份每减少1%，煤层下降的深度叫做煤变质梯级。变质梯度和变质梯级则因地质发展史、地热条件和煤质特征的差异而有不同。至于有时也出现与希尔特规律不符的现象，如在同一剖面中，下煤层反而比上煤层的挥发份高，则往往是由于煤岩组分的变化，局部地质因素的影响等所引起的。

【煤变质梯度】 metamorphism gradient of coal 煤层埋深每增加100米，煤变质增高的程度称为煤变质梯度。常以可燃基挥发分减少的数值（ΔV^{r}）或镜质组反射率增高的数值（ΔR）表示。

【煤变质带】 metamorphic one ofcoal 一个煤田或更大范围内变质程度不同的煤在空间上呈现的带状分布。它是多种地质因素综合影响的结果，以深成变质为主的地区为例，在较简单的地质条件下，同一煤田内不同的煤层只要位于大致相同的沉降深度，就可具有相同的变质程度；同一煤层各部分由于沉降深度不同，因而所受到的温度和压力的大小亦有差别，变质程度也就不同。这就构成了煤的垂直变质分带，垂直变质分带反映在平面上就是煤的水平变质分带（附图1、2）。由于含煤岩系和上覆地层厚度常是渐变的、有规律的，因此煤的变质带也就具有一定的规律性和方向性。煤变质带的幅度与形状则取决于下列因素：①与原来沉降幅度的差异性有关：变质带窄的地方，可能是当时沉降幅度差异较大的地方，变质带的形状则直接受煤盆地的形状所控制。②与该地区地热增温率的大小有关：地热增温率高的地方煤变质带就较窄，反之就较宽。③受后期构造运动的影响：后期构造线的走向可能平行上覆岩系厚度变化的方向，或与之斜交或垂直。因此有时煤变质带与构造线方向垂直或斜交。区域岩浆热变质也可以导致较大范围的煤变质分带。研究煤的变质带有助于预测煤质，寻找急需煤种。



煤质分带示意图
1.长焰煤；2.气煤；3.肥煤；4.焦煤；5.瘦煤；6.贫煤；7.无烟煤



煤变质程度与含煤岩系厚度关系示意图

【泥炭－无烟煤说】 peat－to－anth－racite theory 关于泥炭经煤化作用演变为褐煤、烟煤到无烟煤的论点。由泥炭到无烟煤煤级的逐渐增高，表示煤化程度的加深，称为腐殖煤系列。泥炭—无烟煤说还将煤化阶段与地质时代相联系，即泥炭是第四纪的，褐煤的时代为第三纪或中生代，而烟煤与无烟煤则通常属古生代。腐泥经过成岩作用和变质作用，相应地也有一套腐泥煤系列，即腐泥、硬腐泥、腐泥软褐煤、腐泥褐煤、腐泥烟煤和腐泥无烟煤。

【腐泥煤系列】 sapropelite series 腐泥被沉积物覆盖后，在压力、温度的长期作用下逐渐转变为硬腐泥、腐泥软褐煤、腐泥褐煤、腐泥烟煤和腐泥无烟煤。具有与腐殖煤系列相似的特点，即随着煤化程度增高，碳含量增高，氢、氧和挥发分减少。由于自然界腐泥分布少，对不同煤化程度的腐泥煤研究不够。

【硬腐泥】 saprocol，saprokol 腐泥被沉积物覆盖后在压力、温度的长时间作用下转变的第一阶段产物。参见泥炭—无烟煤说。

【腐泥软褐煤】 saprodil 在停滞的缺氧的水盆中，藻类和浮游的微体动物在还原环境中通过厌氧细菌的作用，低等植物中的蛋白质、碳水化台物、脂肪等遭到分解，经过聚合和缩合作用，形成一种含水很多的棉絮状胶体物质，再经过去水、压实、比重加大，逐渐形成腐泥。腐泥被沉积物覆盖后，在顶板沉积物压力作用下，发生了压紧、胶体老化、固结等一系列变化，生物化学作用逐渐消失，由腐泥向褐煤转化，腐泥软褐煤是这一转化初期的产物，质软，具塑性。

【腐泥褐煤】 saprodite 腐泥软褐煤在上覆沉积物压力作用下，继续压实，逐渐变成的褐煤。

【腐泥烟煤】 sapanthracon 腐泥褐煤继续沉降到较深处时，受到不断增高的温度和压力的影响，引起煤内部分子结构、物理性质和化学性质的重大变化，如腐殖酸消失、出现粘结性、光泽增强等，褐煤逐渐变质形成的烟煤。

【腐泥无烟煤】 sapanthracite 腐泥烟煤继续变质到更高阶段，比腐泥烟煤的碳含量更高，光泽更强。

【腐殖煤系列】 humolith series 泥炭被沉积物覆盖后，在温度压力的长时间作用下，逐渐转变为褐煤、烟煤和无烟煤。它是一个煤化程度逐渐增高的过程，煤中碳含量随煤化程度增高而增高，氢、氧和挥发分含量则逐渐减少。

【泥炭】 peat，turf 又称草炭，是高等植物残体在沼泽中经过以生物化学作用为主而成的一种松软有机质堆积物。多呈褐色、黑褐色、风干后易于破碎；比重通常在0.7—1.05之间，水分一般可达50—80%。除含有腐殖酸、沥青质外，还有许多没有完全分解的树枝、树叶和草类等植物残体。干燥泥炭的发热量多在2500大卡/公斤至3500大卡/公斤之间。泥炭是一种宝贵的自然资源，在农业上用以制造腐殖酸类肥料，建筑上可压制泥炭板用作绝热材料，同时在医疗和净化污水方面也有广泛的用途。

【褐煤】 brown coal，lignite 泥炭经成岩作用形成的一种腐殖煤，是煤化程度最低的煤。褐煤多呈褐色、黑褐色、少数呈黑色。一般暗淡，有的呈沥青光泽，含有原生腐殖酸，没有粘结性；褐煤的物理化学性质大都介于泥炭和烟煤之间，碳含量（C^r）一般为60—77%，氢（H^r）一般为5—6.5%，发热量（Q^r_{DT}）一般为6000—7300卡/克，水分（W^f）一般为8—30%，比重（d^{20}_{20}）^{r} 一般 <1.25。褐煤按煤化程度可进一步

划分为软褐煤和硬褐煤。褐烘可作民用、工业燃料、化肥原料、提炼褐煤蜡，并可用于制作煤气，加氢液化制取液体燃料。含油率较高的可用于低温干馏，制取焦油及其它化工产品。

【烟煤】 bituminous coal 腐殖煤的一种，是褐煤经变质作用而成。烟煤按可燃基挥发分 V^r 的高低和粘结性的强弱可分为长焰煤、不粘煤、弱粘煤、气煤、肥煤、焦煤、瘦煤和贫煤等煤种。烟煤色黑，条痕从棕到黑，中等变质程度烟煤的内生裂隙最发育。光泽随变质程度的加深由沥青光泽到油脂、玻璃和金刚光泽；具有明显的条带状、凸镜状结构。未经氧化的烟煤不含游离的腐殖酸，大多数烟煤具有粘结性，燃烧时有烟，因此得名；发热量高。挥发份含量 > 10—27%。碳含量（C^r）76—92%，氢（H^r）4—5%，比重（d_{20}^{20}）^{r}1.2—1.4。烟煤的用途广泛，可用于炼焦、炼油、动力、气化、液化、化工以及民用燃料等。

【无烟煤】 anthracite 腐殖煤的一种，由烟煤变质而成，也有的由腐泥煤变质而成，燃烧时无烟或少烟而火焰短。深灰到钢灰色，条痕为深黑色，似金属光泽。一般条带状结构不太明显。硬度较烟煤大，发热量较高，无粘结性；挥发份 V^r < 10%，碳（C^r）90—98%，氢（H^r） <4%，比重（d_{20}^{20}）^{r}1.4—1.9。无烟块煤可用作制取合成氨的原料，低灰分的无烟煤可用于制造石墨、电石和碳化硅；有的可用于炼铁和用于配焦，不适于上述用途的作民用燃料。无烟煤可按变质程度作进一步的划分。

【天然焦】 natural coke 煤受岩浆侵入，在高温的烘烤和岩浆中热液挥发气体等的影响下，受热干馏而成的焦炭。煤层的地下自燃也可以生成天然焦。天然焦为灰至深灰色，多孔隙，有时也可呈六方柱状，但较人工焦炭致密，气孔小、体重大。我国不少煤田产有天然焦，一般用作燃料，或用于地方小手工业。

【煤成气】 coal gas 腐殖型有机物在成煤过程中形成的天然气。也有人把煤成气定义为煤或煤系地层形成的天然气。煤成气依其产状可分为煤层气和煤生气等。煤成气在成分上与和生油有关的油型气不同，它的甲烷含量很高，一般在95%以上，而沼气含量甚少，一般少于0.5%。煤成气中普遍含氮（7—16%以内），CO_2（5%左右）。含汞蒸气是煤成气的特征。含汞量中欧为0.18—0.45 微克/米^3，德国北部为400 微克/米^3。煤成气中 H_2S 含量极微是它和油型气的区别之一。气体的稳定同位素组成，也有它一定的特征。近20年来，世界上陆续发现了一些大型，特大型煤成气田，因此，这一勘探领域日益得到国内外的重视。

【煤层气】 coal bed gas 基本上未运移出生气母岩的天然气。它们绝大部分以吸附状态（70—95%）分散在炭质页岩、泥岩当中。也有少部分呈游离状态，集中在煤层中，形成采煤中的瓦斯突出现象。煤层气只占煤成气的3—24%左右，而且产状分散，基本上没有工业价值。

【煤生气】 gas generated fromcoal 或称煤出气，由内生气母岩（碳质页岩，泥岩、煤层）运移出来那部分煤成气，依其分散和聚集状态，可分为①分散煤生气：逸散到空气中、溶解于地下水或者分散到生气母岩围岩中的煤生气。它占煤生气的大部分，但均无工业价值。②集中煤生气：聚集成气藏的煤生气，具有工业价值，但在煤生气中占的比例不大。人们把集中煤生气在煤成气中所占百分数称为天然气聚集系数，它是含煤盆地含气远景评价中的重要参数。集中煤生气是世界探明气储量的主要组成部分，天然气储量70—80%来自含煤地层，世界上26个最大气田（储量大于10万亿英尺^3）中有16个是集中煤生气田，其储量占26个最大气田总储量的72.2%。

【煤工业分类】 industrial classification of coal 根据工业用途、工艺性质和质量要求，按规定的指标进行的煤分类。煤的工业分类是为了合理用煤和统一使用规格，我国现行煤的工业分类是在1956年第二次全国煤分类会议上讨论通过，并经国家科学技术委员会于1958年4月颁布试行，是以炼焦煤为主的全国统一分类方案。分类以煤的可燃基挥发分V^r（%）和胶质层最大厚度Y值（毫米）为参数，从褐煤到无烟煤划分为10大类和24小类。煤的这些类别称为“牌号”，也称“煤种”。多年来的实践证明，这一分类在取得分类参数“胶质层最大厚度Y值”的实验中，存在着试样用量大，重现性不好，以及对粘结性弱的煤鉴别能力差等缺点。因此，改进原有分类参数或

中国煤分类（以炼焦用煤为主）方案

大类别	小类别	分类指标	
名称	名称	V^r %	Y毫米
无烟煤		0—10	
贫煤		>10—20	0(粉状)
瘦煤	1号瘦煤	>14—20	0(成块)—8
	2号瘦煤	>14—20	>8—12
焦煤	瘦焦煤	>14—18	>12—25
	主焦煤	>18—26	>12—25
	焦瘦煤	>20—26	>8—12
	1号肥焦煤	>26—30	>9—14
	2号肥焦煤	>26—30	>14—25
肥煤	1号肥煤	>26—37	>25—30
	2号肥煤	>26—37	>30
	1号焦肥煤	≤26	>25—30
	2号焦肥煤	≤26	>30
	气肥煤	>37	>25
气煤	1号肥气煤	>30—37	>9—14
	2号肥气煤	>30—37	>14—25
	1号气煤	>37	>5—9
	2号气煤	>37	>4—9
	3号气煤	>37	>14—25
弱粘煤	1号弱粘煤	>20—26	0(成块)—8
	2号弱粘煤	>26—37	0(成块)—9
不粘煤		>20—37	0(粉状)
长焰煤		>37	0—5
褐煤		>40	—

选择新的参数，以便作好煤炭新的分类，更合理地利用煤炭资源。有关科研单位正在进行大量的工作，并取得了一定的成果。如在试验过程中，得知用粘结指数、粘结度取代Y值以测定粘结性、结焦性的参数优点较多；又如鉴定高变质煤时，因煤中挥发分低。灵敏度差，故对挥发分（V^V）为10%左右的煤应增加体积挥发分的测定。

【牌号】 coal mark 又称煤种，是根据工业上对煤质不同的要求，合理的利用煤炭资源，按煤的工艺性能所划分的不同类别。我国现行的工业分类是以炼焦用煤为主的分类方案，从褐煤到无烟煤划分了10大类和24小类。

【煤种】 coal mark 即“煤的牌号”。

【长焰煤】 long－flame coal 变质程度最低的烟煤。长焰煤中的镜煤为黑色，条痕深褐色。具沥青光泽，韧性较大，可燃基挥发份（V^r）>37%，胶质层最大厚度（Y值）为0—5毫米，焦渣为粉末状或具极弱结焦性，含油率较高时，可作低温干馏炼油的原料，一般作为动力用煤、气化、液化原料和民用燃料。

【不粘煤】 non－caking coal 一种低—中变质程度的烟煤。它的丝炭化组分普遍含量高，水分大，氧含量较高，氮，氢、碳含量则比一般相同变质阶段（用反射率确定的变质阶段）的煤为低。可燃基挥发分（V^r）产率>20—37%，Y值为0。不粘煤无粘结性，焦渣呈粉状，发热量一般比其它烟煤低，可用作气化原料及民用、动力燃料。

【弱粘煤】 weakly caking coal 一种还原程度较弱的低—中变质程度的烟煤。可燃基挥发份（V^r）产率>20—37%，胶质层最大厚度（Y值）0—9毫米。弱粘煤又可分为1号弱粘结煤和2号弱粘结煤两小类。粘结性弱，有的能单独结焦，但焦炭多呈细条状小块，且容易粉碎，可作炼焦配煤，主要作为气化原料和燃料。

【气煤】 gas coal 一种低变质烟煤。气煤中的镜煤为黑色，条痕为黑褐色，具弱玻璃光泽，脆性比长焰煤稍大。可燃基挥发分（v^r）产率>30—37%，胶质层最大厚度（Y值）5—25毫米。还可进一步划分出1号肥气煤、2号肥气煤、1号气煤、2号气煤和3号气煤五个小类。气煤一般能单独结焦，但炼出的焦炭多细长易碎，并多纵裂纹。炼焦时配入气煤可降低配煤在炼焦时所产生的膨胀压力，以保护焦炉并保证炼焦工艺的正常进行，增加煤气和焦油的产量。但配量过大时，则焦炭块度变小，强度和耐磨性下降。气煤除作炼焦配煤外，也是炼油、气化、液化的原料和民用、动力燃料。

【肥煤】 fat coal 一种中变质烟煤。肥煤中的镜煤为深黑色，条痕为黑中略带棕色，具玻璃或油脂光泽。脆性较大，内生裂隙发育。可燃基挥发份（V^r）产率>26—37%，胶质层最大厚度（Y值）25—30毫米。肥煤单独炼焦，膨胀压力大，出焦困难，焦炭机械强度（抗碎性，耐磨性）稍差，一般用作炼焦配煤的重要成份。

【焦煤】 coking coal 又称主焦煤，一种中变质烟煤，焦煤中的镜煤为深黑色，条痕黑色，强玻璃光泽，内生裂隙发育，脆性大。焦煤的可燃基挥发份（V^r）产率14—30%，胶质层最大厚度（Y值）8—25毫米。焦煤又可分为瘦焦煤、主焦煤、焦瘦煤、1号肥焦煤和2号肥焦煤五个小类。焦煤是优质的炼焦原料，用焦煤单独炼出的焦炭块度大，裂纹少，机械强度较高，故名“主焦煤”。为了节约资源在炼焦时一般用作配煤的主要成份。

【瘦煤】 lean coal 一种高变质烟煤。瘦煤中的镜煤为黑色至灰黑色，条痕为黑色，强玻璃光泽，内生裂隙发育中等，较脆。可燃基挥发份（V^r）产率14—20%，最大胶质层的厚度（Y值）0—12毫米，瘦煤又可分为1号瘦煤和2号瘦煤两个小类。瘦煤的焦渣为弱粘结、膨胀。炼焦配入瘦煤，可增高焦炭产率，加大焦炭块度，故主要作炼焦配煤，有的也作民用、动力燃料。

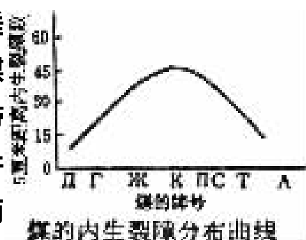
【贫煤】 meagre coal 一种高变质烟煤。贫煤中的镜煤为黑至灰黑色，条痕深黑色，具金刚光泽，韧性较大，内生裂隙不发育。可燃基挥发份（V^r）产率>10—20%，胶质层最大厚度（Y值）为0。焦渣呈粉末状，不粘结或极弱粘结。贫煤主要用于气化、动力和民用燃料。

【光泽】 lustre of coal 煤的新鲜断面在常光下的反光能力。腐泥煤的光泽暗淡。腐殖煤中的镜煤光泽最强，亮煤次之，暗煤和丝炭光泽暗淡。在变质过程中，暗煤和丝炭的光泽变化不明显，而镜煤和较纯净的亮煤变化明显，随着变质程度的增高而具有沥青、玻璃、金刚、似金属光泽。煤的光泽变化受很多因素的影响，如变质程度相同的光亮型煤和暗淡型煤，由于它们所含的煤岩成分不同，光泽也不一样。光亮型煤以镜煤、纯净亮煤为主，所以光泽强；暗淡煤则以暗煤、丝炭为主，所以光泽弱。因此应以煤中镜煤或纯净亮煤作为确定煤的光泽和变质程度的依据。变质程度越高，煤的光泽越强，如无烟煤具似金属光泽；矿物质含量越高，煤的光泽越暗；风化程度越深，煤的光泽越暗，直到光泽完全消失。

【煤结构】 texture of coal 煤的宏观组成成份的各种特征，包括形态、大小、植物组织的残迹以及它们之间数量关系的变化等统称为煤的结构。常见的结构类型有均一状、纤维状、叶片状、木质状、线理状、粒状（豆状）、条带状和凸镜状等。条带状、线理状和凸境状结构在烟煤阶段常较明显易见，到无烟煤阶段逐渐不明显而趋于均一。

【煤构造】 structure of coal 煤的宏观组成成份之间及与其它岩石之间的空间分布特点和相互关系。煤的构造分为层状和块状两种。层状构造反映成煤沼泽中水流活动的状态、而块状构造则表明成煤沼泽的滞水状况。

【煤裂隙】　cleat in coal　煤在成煤阶段中，受自然界各种应力作用所造成的裂开现象。按成因分为内生裂隙和外生裂隙两种。煤化过程中在垂直压力作用下，成煤物质的体积均匀收缩产生内张力，引起煤层的张裂而形成的裂隙叫做内生裂隙。它主要出现在镜煤条带中，特点是：①垂直或大致垂直层理；②裂隙面平坦光滑，并常伴生眼球状的张力痕迹；③裂隙方向有大致互相垂直的两组，其中一组较发育，裂隙较密，为主要裂隙组；④在中变质烟煤中最发育，在褐煤和无烟煤中发育差。由于内生裂隙的发育与变质程度有关，因此镜煤条带单位长度中的内生裂隙数目可作为确定煤变质程度的一项指标。如焦煤的内生裂隙最多，5 厘米内主要组内生裂隙有 30—40 条；长焰煤只有几条，无烟煤一般少于 10 条。外生裂隙是在煤层形成后，受构造运动影响而产生的，特点是：①可以出现在煤层的任何部分，并往往穿过几个煤岩分层；②以各种角度与煤层层理斜交；③裂隙面上常有波状、羽毛状擦痕等；④外生裂隙有时沿袭既成的内生裂隙重叠发生，掩盖了内生裂隙并改造或使之深化。



煤的内生裂隙分布曲线

【密度】　specific gravity of coal　在一定温度（20℃）条件下，煤的重量与同体积（不包括煤孔隙中的空气）水的重量之比。一般采用密度瓶法，煤的密度一般都是包括矿物质在内的密度，比重大小与所含矿物质的成分和含量有关，密度随矿物质含量的加大而增高，也随变质程度的增高而加大：一般褐煤密度 < 1.3，烟煤 1.3—1.4，无烟煤 1.4—1.9。腐泥煤通常比腐殖煤轻，密度约为 1.1。在腐殖煤中，不同煤岩成份的密度也不同，变质程度相同时，丝炭的密度比镜煤要大。

【体重】　bulk specific gravity of coal　又称煤的容重或煤的视比重，是在一定温度（20℃）条件下，煤的重量（包括煤孔隙中的空气）对同体积水的重量之比。

$$d（体重）=\frac{W（重量）}{V（体积）}吨/米^3$$

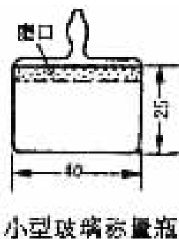
或克/厘米^3

煤的体重是勘探过程中通过采集专门的体重样测定的，是煤矿储量计算的参数之一。参见“体重试验煤样”。

【煤工艺性】　tecknologic propertiesof coal　煤对各种加工利用途径的适应性能。主要包括粘结性、结焦性、可选性以及气化、燃烧等性能，查明这些性能是正确评价煤质、选择合理利用途径及工艺加工方法以及综合利用煤炭资源的依据。如进行罗加指数、粘结指数或葛金干馏试验等以了解煤的粘缔性、结焦性；进行筛分浮选试验等以了解煤的可选性；进行化学活性、结渣性、机械强度、热稳定性、灰熔点等试验以了解煤的气化性能；测定发热量、可磨性及灰熔点，以了解煤的燃烧性能等。

【煤工业分析】　proximate analysis of coal　通常指测定煤的水分（W）、灰分（A）、挥发分（V）、以及由计算求得固定碳四个项目。煤的水分和灰分的高低近似地反映煤中无机质的含量，并直接影响煤的质量。如水分和灰分高的煤，它的有机质含量就相应的减少，因而发热量降低，减小了经济价值。根据煤的挥发分数值和焦渣特征可初步确定煤的煤化程度与粘结性，对于炼焦煤还应着重了解其粘结性和结焦性。在评价煤质的过程中，一般先进行工业分析，以概略了解煤质和工业用途，并为进一步深入研究煤质或为进行其它试验项目提供依据。

【水分】　moisture content of coal　煤中水的含量，包括外在水分、内在水分和同煤中矿物质结合的结晶水、化合水。在开采、运输、洗煤过程中润湿在煤表面和大毛细孔中的水称外在水分，它与煤质无直接关系。煤风干后余下的吸附和凝结在煤的毛细管和孔隙中的水称内在水分，加温到100%以上时，煤中的内在水分才能完全蒸发。以分子形式或离子形式参加煤中矿物质晶格构造的水分，分别称为结晶水和化合水，通常温度在200%以上时，结晶水和化合水才能分解析出，在煤的工业分析中，一般不作测定。进行煤的工业分析所测定煤的水分为煤的内在水分。将一定数量的煤样，预先风干制成供化验用的分析煤样，在102—105℃的温度下烘至恒重，使之达到完全干燥，然后，根据煤样失去的重量，计算出煤的水分，称分析煤样水分，以符号 W^f 表示（过去用 w^a）。分析煤样水分主要与煤质有关，它随变质程度的增高而降低，但到无烟煤阶段，水分又略有增高；同样，煤受风化后，水分也要增高。

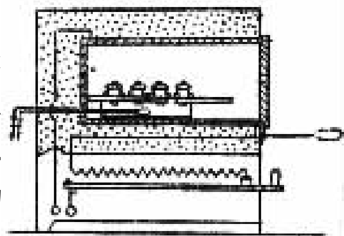

小型玻璃称量瓶

【外在水分】　free moisture　以符号 W_{NZ} 表示。煤炭在开采、运输、储存及洗选过程中，附着在煤颗粒表面和大毛细孔中的水分。将煤放在空气中风干时，外在水分即逐渐蒸发，直到与空气的相对湿度达到平衡为止，此时煤中失去的水分就是外在水分。煤的外在水分直接受所处的外界条件的影响，而与煤本身的性质无关。

【内在水分】　inherent moisture　吸附或凝聚在煤颗粒内部的毛细孔中的水分以符号 W_{Nz} 表示。由于毛细孔吸附力的作用，内在水分比外在水分较难蒸发，温度达到100℃以上时，才能把煤中的内在水分完全蒸发出来。

【分析煤样水分】　moisture in the analysis sample　以符号 W^t 表示，将一定数量的煤样，预先风干制成供化验室用的分析煤样，在102—105℃的温度下烘至恒重，使之达到完全干燥。然后根据煤样失去的重量，计算出煤的水分，称为分析煤样水分。它可以作为鉴定煤的变质程度和风化程度的参考指标。

【挥发分】　volatile content of coal　煤中有机质可挥发的热分解产物。其中除含有氮、氢、甲烷、一氧化碳、二氧化碳和硫化氢等气体外，还有一些复杂的有机化合物。实验中将煤样在隔绝空气条件下高温加热，从煤中有机质分解出来的液体和气体的总量中减去水分，就得出挥发分。由于煤中矿物质会影响挥发分的数值，因此一般用精煤测定挥发分，并以可燃物（无水无灰基）为基准，计算出挥发分产率，称为可燃基挥发分产率，用符号 V^r（过去用 V^r）表示。挥发分产率在一定程度上能反映煤的变质程度，变质程度愈高，煤的挥发分产率愈低。目前，挥发分产率是确定煤质牌号的主要指标之一，也是确定氧化带的一个参数。另外，根据挥发分产率和焦渣形状能初步判断煤的加工技术特性。


测定挥发分的马弗炉

【灰分】　ash content of coal 煤完全燃烧后余下的残渣量。实验室中将一定数量的煤样在一定温度条件下充分燃烧后，根据残渣重量以求得灰分产率。通常是以不含水分的绝对干燥煤样为基准计算灰分，并以符号 A^g 表示（过去用 A^c）。在工业利用上，灰分（A^g）$<10\%$ 称特低灰煤；$>10-15\%$ 为低灰煤；$>15-26\%$ 为中灰煤；$>25-40\%$ 为富灰煤，$>40\%$ 则为高灰煤。灰分是煤的有害成分，它降低煤的发热量，影响焦炭质量，而且增加运输负荷。但有时灰分中却含有多种品位相当高的稀有、分散和放射性元素。从煤灰中提炼上述元素或利用煤灰制造水泥、砖瓦等建筑材料都是煤综合利用的重要内容。

【固定碳】　fixed carbon　又称无灰焦炭，是煤中有机质经隔绝空气加热分解的残余。由于煤中含有矿物质，因此在测定煤的挥发分时，残留于坩埚中的焦渣是由煤的固定碳和灰分组成的。从焦渣中减去灰分，就得出固定碳的含量。固定碳是以分析基（或无水基）为基准，用符号 C^f_{GD} 表示（过去用 K^f），它是用计算方法求得的：

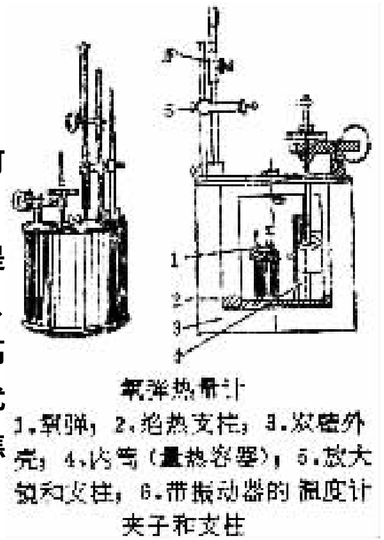
$$C^f_{GD} = 100 - (W^f + A^f + V^f)$$

式中；C^f_{GD} 为分析试样的固定碳含量%；W^f 为分析试样的水分%；A^f 分析试样的灰分%；V^f 分析试样的挥发分%；固定碳随变质程度的加深而增高，可做为鉴定煤变质程度的指标。

【发热量】　calorific value of coal　单位重量（公斤或克）的煤，完全燃烧后所放出的全部热量，以“千卡/公斤”或“卡/克”表示。目前我国测定煤的发热量，大部分的实验室都是采用环境恒温式氧弹热量计（图）直接进行，以绝对干燥煤样或可燃物为基准，所得的发热量分别以 Q^g_{DT} 或 Q^r_{DT} 表示。煤的发热量有三个指标，即“弹发热量”、”高位发热量”、“低位发热量”。煤的发热量除了直接测定外，还可以根据工业分析或元素分析的数据计算得出。我国煤炭科学研究院 1959 年提出的低位发热量计算公

式为：

$$Q_{GD}^{r}=80\text{（81）}C^{r}+300H^{r}+405-(O^{r})^{2}-{}^{1}/_{2}V^{2}$$


氧弹热量计
1.氧弹，2.绝热支柱，3.双壁外壳，4.内筒（量热容器），5.放大镜和支柱，6.带振动器的温度计夹子和支柱

式中 Q_{DT}^{r} 为弹发热量；C^{r}、H^{r}、S^{r}、O^{r} 及 V^{r} 分别为以可燃物为基准的碳、氢、硫、氧、挥发分的含量。当 $C^{r}<88\%$ 时系数用 80，$C^{r}>88\%$ 时系数用 81。煤的发热量是煤质研究和评价工作中的一项重要指标，是鉴定煤质、计算热平衡、耗煤量、热效应以及改进燃煤方法，提高热能利用的依据。同时也是煤分类的一个重要指标，尤其对煤化低的煤的研究更为重要。烟煤的粘结性和结焦性亦可根据发热量进行初步的推断。

【低位发热量】　net calorific value　又称低发热量，是表示煤发热量的一个指标，以符号 Q_{Dw} 表示。是从高发热量中减去水的蒸发潜热后即可求得。低位发热量又可分为应用基低位发热量（Q_{DW}^{y}）及干基低位发热量（Q_{DW}^{g}），在工业上或评价动力用煤的质量时常用其作为评价指标。

【高位发热量】　gross calorific value by calorimetric bomb　又称高发热量，是表示煤发热量的一个指标，以符号 Q_{GW} 表示。是从弹发热量中减去酸的生成热量求得。高位发热量通常可以反映煤的变质程度，故在研究煤的特性和评定煤的质量时；一般用高位发热量。在研究煤中有机质的特性和进行煤的分类时，则用可燃基高发热量（Q_{GW}^{r}）。

【弹发热量】　calorific value bycalorimetric bomb　表示煤发热量的一个指标。又称弹筒发热量，以符号 O_{DT} 表示。是用氧弹热量计测定的发热量，测定方法是将 1 克分析煤样放在弹筒内，充入 25—30 大气压的氧气，使煤样在弹筒内完全燃烧，弹筒周围的水温升高，根据水温的变化计算煤的发热量。弹发热量常用于研究煤中有机质的特性和进行煤分类的指标。

【元素分析】　ultimate analysis ofcoal　测定煤中有机质元素含量的化学方法。煤的元素分析项目主要包括碳、氢、氧、氮、硫和磷等。其中碳、氢和氮是测定的，氧是通过计算求得的；硫和磷则根据煤质研究和生产上的要求另行测定。通过测定煤中主要元素的含量，可以初步了解煤的化学性质和煤化程度，用来计算煤的发热量，估算与预测煤的炼焦产品，低温干馏产率，为煤的科学分类有效的利用以及加工工艺技术设计提供必要的数据。

【煤中碳】 carbon content in coal 煤中碳的含量，是煤中有机质的主要组成元素。煤燃烧时它是产生热量的重要元素，测定煤中的碳是以可燃基为基准的，用符号 C^r 表示（过去用 C^r）。随着煤化程度不断加深，煤中碳的含量逐渐增加，泥炭中碳的含量为 50—60%，褐煤为 60—77%，烟煤为 74—92% 而无烟煤则为 90—98%。在煤化程度相同的煤中，丝质组的碳含量比镜质组要高。

【煤中氢】 hvdrogen conteot ofcoal 煤中氢的含量，是煤中有机质另一主要组成元素。燃烧时，它所产生的热量比碳高，约为碳的 4.2 倍，测定煤中的氢是以可燃基为基准，用符号 H^r 表示（过去用 H^r）。氢的含量与成煤的原始物质有关，由于形成腐泥煤的低等生物富含氢，所以腐泥煤中氢的含量普遍比腐殖煤高，一般在 6% 以上，有时高达 11%，而腐殖煤氢含量不超过 6%；氢的含量因煤岩成分不同而异，稳定组的氨含量最高，丝质组最低；在煤化程度不断加深的过程中，氢含量逐渐降低。

【煤中氧】 oxygen content of coal 煤中的氧的含量，是煤中有机质的重要织成元素。测定煤中的氧是以可燃基为基准，用符号 O^r 表示（过去用 C^r）。氧含量随煤化程度的加深而减少，泥炭中氧含量为 30—40%，无烟煤含量则减少到 20% 左右；腐殖煤中的各种煤岩成分中，镜质组和稳定组的氧含量较高，丝质组氧含量最低。

【煤中氮】 nitrogen content ofcoal 煤中氮的含量。氮主要来自成煤植物的蛋白质，在煤的有机质中氮含量比较少，多在 0.8—1.8% 范围之内。测定煤中的氮是以可燃基为基准，用符号 N^r 表示（过去用 N^r）。煤化过程中氮含量变化不甚明显。

【煤中硫】 sulfur content of coal 煤中硫的含量，包括“有机硫”和“无机硫”两种。存在于有机质中的硫称有机硫，主要来自成煤物质本身，在煤中分布比较均匀，较难分离出去，存在于矿物质（和黄铁矿）中的硫称为无机硫。在实验室中通常测定的煤中硫是二者之和，称为“全硫”，是以绝对干燥煤样为基准，用符号 S^g 表示（过去用 5^c）。煤中全硫的含量变化较大，从 0.1% 左右到 10% 以上，有时根据全硫的多少，划分为低硫煤（<1.5%）、中硫煤（1.5—2.5%）和高硫煤（>2.5%）三个级别。硫是煤中的有害成分，含硫焦炭用于炼铁时使铁产生热脆性，严重影响生铁质量；燃烧时生成的二氧化硫腐蚀设备，污染空气，危害人体健康。含硫高的煤在工业利用之前，应尽可能通过洗选和加工等方法降低其含量。

【有机硫】 organic sulfur 煤中有机质中所含的硫。有机硫主要来自成煤植物中的蛋白质和微生物蛋白质，有机硫均匀分布于有机质中，很难洗选掉。

【无机硫】 inorganic sulfur 煤中矿物质所含有的硫分，主要有硫化物硫和硫酸盐硫两种。无机硫主要存在于黄铁矿、白铁矿和石膏等矿物之中。煤经洗选后，无机硫含量会有不同程度的降低。

【全硫】　total sulfur　煤中所含各种硫分的总和。煤的全硫包括有机硫和无机硫以及微量的元素硫。全硫含量变化较大，从0.1%左右到10%以上。它是评价煤质的重要指标之一。

【煤中磷】　phosphorus in cnal　煤中磷的含量。一般多在煤的矿物质中，含量极微，通常只有千分之几到万分之几。测定煤中磷是以绝对干燥煤样为基准，用符号 P^g 表示（过去用 p^c）。磷是煤中的有害成分，在炼焦时，它随着矿物质转入焦炭，在冶炼时易使生铁产生冷脆性，燃烧时污染空气。因此，一般炼焦用煤要求磷含量在0.02%以下。

【灰熔点】　coal ash－tusion fem　perature 煤中矿物质在高温下熔融的温度。矿物质中 Al_2O_3，含量的比例越大，灰熔点越高；Fe_2O_3、CaO、MgO 的含量比例越高，则灰熔点越低。SiO_2 含量在45—60%时，灰熔点随 SiO_2 含量增高而降低，<45%或>60%则与灰熔点的关系不够明显。灰熔点是影响煤的燃烧和气化的重要因素，工业上对煤灰熔点的要求各有不同，如固态排渣锅炉和固定床气化炉中一般使用高灰熔点煤，液态排渣的锅炉和煤化炉使用低灰熔点煤，以免排渣困难。因此为了正确选择气化用煤和锅炉用煤，须进行煤灰熔点的测定。目前常用的测定方法，是将煤灰与糊精混合，塑成灰锥，在高温炉弱还原气体介质中加热，分别测定灰锥的变形温度（T_1）、软化温度（T_2）和熔化温度（T_3）。灰锥变形的三个阶段，一般用 T_Z 作为煤灰可熔性的主要指标：≤1100℃为易熔灰分，>1100℃—1250℃为低熔灰分，>1250℃—1500℃为高熔灰分，>1500℃为难熔灰分。



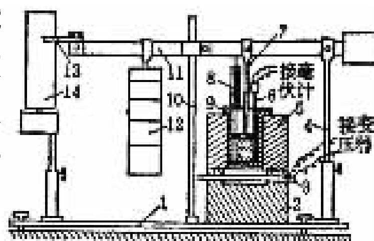
灰锥熔融特征示意图

【热稳定性】　thermal stability ofcoal　又称“耐热性”，煤在高温燃烧或气化过程中保持原来粒度的性质。热稳定性好的煤，在燃烧或气化过程中不碎成小块，或破碎较少；热稳定性差的煤在燃烧戎气化过程中则迅速裂成小块、碎片或粉末，因而影响燃烧、气化的效率和生产操作。一般烟煤的热稳定性较好，而褐煤和无烟煤的热稳定性较差。

【粘结性】　caking properties　煤在高温干馏过程中，产生一定数量的胶质体，使煤粒相互粘结融合成整块焦炭的性能。它是鉴定炼焦用煤的重要指标，也是评价低温化工、气化或动力用煤的主要参数。煤的粘结性与煤的变质程度、煤岩成分、矿物杂质的含量以及煤的氧化程度有关。中变质阶段的肥煤、焦煤粘结性最好；就煤岩组分而言，镜质组的粘结性较强，丝质组则不具粘结性；煤中矿物质含量过高或氧化后，粘结性差。

【结焦性】 coking properties　煤干馏时能炼出适合高炉用的有足够强度的冶金焦炭的性能。结焦性好的煤必须具有较好的粘结性，而粘结性好的煤不一定能单独炼出良好的焦炭。这是因为冶金焦炭在块度、机械强度等方面有一系列的特殊要求。煤的结焦性与煤的变质程度、煤岩类型有关。光亮型、半亮型的中变质烟煤的结焦性最好，煤中矿物质含量过高或受氧化后，其结焦性变坏。

【胶质层指数】 plastic layer index　通过胶质层试验测得的一种粘结性指标。通常是指胶质层的最大厚度 Y 值和最终体积收缩度 X 值。测定方法是用胶质层测定仪，把煤样装在煤杯中从底部加热，煤样受热后，逐步熔融分解形成“胶质体”，并自下而上形成“半焦层”、“胶质层”和未软化的煤样三部分。在操作过程中以探针测出胶质层厚度的变化，并据以绘出胶质层指数曲线，再从曲线上求出胶质层最大厚度（Y，毫米）和最终体积收缩度（x，毫米）。此法是测定煤的粘结性常用方法之一，也是我国现行煤的工业分类的重要参数。但有其一定的局限性，如煤样的用量大，操作上的误差大，重现性差；对气煤以下和高煤化烟煤的鉴别力差等。



胶质层指数测定仪
1.底座；2.加热炉；3.硅碳棒；4.立柱；5.上部砖垛；6.热电偶；7.压力支柱；8.胶性计（探针）；9.煤杯；10.方向柱；11.杠杆；12.砝码；13.记录笔；14.自动记录转筒

【葛金干馏试验】 Gray－King assay　以低温干馏试验测定煤的粘结性的一种方法。把一定数量的煤样或配煤按一定要求在干馏管内加热，在试验时收集焦油、热分解水、氨和煤气，并把半焦与标准“葛金焦型”进行比较，从其粘结情况判断煤的结焦性。此法的优点是可以比较全面地了解煤的热分解产物的情况，能同时表明煤的结焦性；缺点是根据“葛金焦型”判断易带主观性。

【罗加指数法】 Roga test　测定煤的粘结性的方法之一。通过测定焦渣的机械强度（主要是耐磨性）表示煤样胶质体粘结惰性物质的能力。是波兰 B. 罗加（Roga）提出的方法，计算出的粘结性指数称为罗加指数（LR）是国际煤分类指标之一。测试方法是用 1 克煤样与 5 克标准无烟煤（作为惰性物）混合干馏成焦，将焦块在严格规定的条件下进行转鼓试验后计算罗加指数。计算公式为：

$$LR = \frac{100}{3Q}\left(\frac{a+b}{2} + b + c\right)$$

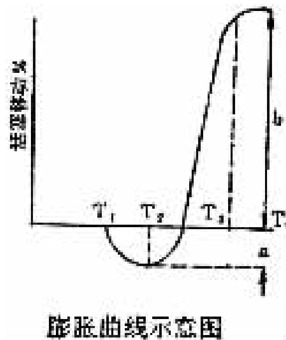
式中 Q 为焦炭总重量（克）；a 为第一次转鼓试验前 >1 毫米的焦炭重量（克）；b 为第一次转鼓试验后的 >1 毫米的焦炭重量（克）；c 为第二次转鼓试验后的 >1 毫米的焦炭重量（克）；d 为第三次转鼓试验后 >1 毫米的焦炭重量（克）。强粘结煤的罗加指数（LR）>70，中等粘结煤 >45—70，弱粘结煤为 10—45，不粘结煤（或极弱粘结

煤）为<10。

【罗加指数】 Roga－index 用罗加指数法测定焦渣机械强度所计算出的粘结性指数。以LR表示，参见“罗加指数法”。

【自由膨胀序数】 swelling index 煤样在坩埚中不受阻力情况下受热熔融膨胀，测定的粘结指数的指标。把煤样在特制的坩埚中按规定方法加热，得出的焦块与一组带有序号的标准焦块型相比较，根据近似的序号把焦块分为许多种，得出不同的序数。自由膨胀序数的大小取决于煤的熔融情况、形成胶质期间析气情况和胶质体的不透气性。此法快速简便，测定的结果能在一定程度上说明煤的粘结性，在国际煤分类方案中被选用为分类指标之一。但由于测定结果是根据外形的比较确定的，易带主观性。

【奥亚氏膨胀度试验】 Audibert－Arnu dilatometer test 根据煤样加热体积膨胀以



膨胀曲线示意图

测定煤的结焦性的方法。最初是由奥蒂伯尔特（Audibert）首先进行测定的，后经阿诺（Arnu）改进，故名。测定时把煤样按规定方法制成长度一定的煤笔，在铁管中以3℃/分的速度升温，并记录体积变化。膨胀曲线大致如图所示，通过试验测得下列指标：软化点T_1——膨胀曲线开始收缩达0.5毫米时的温度（℃）；始膨点T_2——膨胀曲线下降到最低点后再开始膨胀时的温度（℃）；固化点T_3——膨胀曲线膨起达最大值时的温度（℃）；收缩度a——膨胀曲线下降的最大距离占煤笔长度的百分数（%）、膨胀度b——膨胀曲线膨胀的最大臣离占煤笔长度的百分数（%）。根据膨胀曲线大体可分为正塑性、次塑性、流塑性、过塑性四类。此法西欧各国广泛采用。

【镜质组反射率】 vitrinite reflectance 有人译作镜煤反射率，似不确切。煤的显微组分（即煤素质）中分为三大组，即镜质组，壳质组和惰性组。在这三大组中，镜质组的反射率与温度和变质程度的线性关系最好、最明显。因此，在煤岩学中用测定煤中镜质组反射率的方法，作为判断煤的变质程度的依据。石油有机地球化学家把它引用到石油地质中，用以推测岩石中有机质热变质程度、区分油气生成与破坏的界限，评价含油远景和恢复古地温。测量是在磨光面上用显微光度计测定的。近年来有人提出，最大镜质组反射率平均值R^o_{max}（%）>0.5时，为未成熟阶段，0.35—1.3为生油阶段；1.3—2.0为凝析油气阶段；>2.0为裂解气阶段。

【粘结指数】　caking index　我国煤炭系统对罗加指数测定方法改进后得出的新的煤粘结性指标。在测验中将作为惰性物质的无烟煤粒度从0.3—0.4毫米减小为0.1—0.2毫米，从而增大了惰性物质的总表面积，相对提高了对强粘结煤的区分能力；克服了罗加指数对弱粘结煤的测定误差较大的缺陷。当测得的粘结指数<18时，将煤和无烟煤的配比由罗加指数试验采用的1克比5克改为3克比3克，改变配比后减少了对弱粘结煤的测定误差。测试中作为惰性物质的无烟煤，规定采用宁夏汝箕沟矿专用的无烟煤。试样按规定要求混合后在马弗炉中850°±10℃下焦化15分钟，作两次罗加转鼓试验，得出相应的数据。应用这些数据粘结指数的计算公式为：

$$G = 10 \pm 30g_1 + 70g_2/g$$

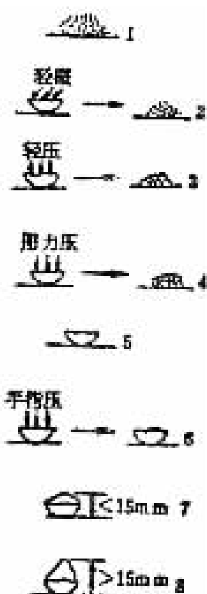
其中：G为粘结指数；g为焦化处理后的焦渣总重量（克）；g_1为第一次转鼓试验后筛上部分的重量（克）；g_2为第二次转鼓试验后筛上部分的重量（克）。测得的粘结指数$G<18$时，由于补充试验的煤样与无烟煤的配比改变，计算公式为：

$$G = 30g_1 + 70g_2/5g$$

【粘结度】　caking abiljty 我国冶金系统对罗加指数测定方法改进后的新的测定煤粘结性的指标。其主要的特点为：按试样的粘结性由强到弱，煤样和无烟煤分别取1∶5克，2.5∶3.5克，6∶0克三种配比，粒度为0.1—0.2毫米。焦化是从330℃以每分钟30℃的速度均匀升温到600℃进行的，半焦在罗加转鼓中试验两次，得出的数据按下面公式计算：

$$N = \frac{30g_1 + 50g_2}{g} + B$$

式中N为粘结度；g为第一次转鼓试验前<1毫米的半焦重量（克）；g_1为第一次转鼓试验后<1毫米半焦重量（克）；g_2为第二次转鼓试验后<1毫米的半焦重量（克）；B值为常数，依试验煤样与无烟煤的比例不同而变化，配比为1∶5时，B值为143；2.5∶3.5时，B值为80；6∶0时，B值为17。用粘结度确定煤的粘结性，优点在于区分的范围较大，对强粘结煤的区分更好。作为惰性物质试验用的无烟煤，是宁夏汝箕沟矿的无烟煤。



焦渣外形示意图

【焦渣】　coke buttcn　实验室中测定煤中挥发份产率时的固体残留物。焦渣的外形特征与煤中有机质的性质有密切关系，它在一定程度上反映了煤的粘结、熔融和膨胀性能。根据焦渣外观特征，可分为：①粉状，②粘，③弱粘结，④不熔融粘结，⑤不膨胀熔融粘结，⑥微膨胀熔融粘结，⑦膨胀熔融粘结，⑧强膨胀熔融粘结。

【低温干馏焦油产率】 yields ofcoal tar at low temperature distil – lation 煤在隔绝空气的条件下，加热到500℃—600℃时，分解出的焦油含量百分比。焦油产率是以绝对干燥煤样或可燃基为基准，分别用符号 T^g 或 T^r 表示。在缺乏仪器的情况下亦可利用元素分析数据或 V^r 值来计算煤的焦油产率。焦油产率是评价低温干馏用煤的主要依据，一般要求 T^g 不低于7%。变质程度低，挥发份高的煤，焦油产率也较高，腐泥煤和残殖煤的焦油产率比同变质程度的腐殖煤高。

【煤中矿物质】 mineral matter in coal 混杂在煤中的无机矿物质。成份复杂，通常多为粘土、硫化物、碳酸盐、氧化硅、硫酸盐等类矿物，含量变化也较大。所含元素可达数十种，主要有硅、铝、铁、钙、镁、钠、钾、硫、磷等。煤中矿物质按来源可分为原生和次生两类，前者主要来自成煤植物，较难从煤中分离出来；后者主要来自成煤过程和成煤后地下水循环过程中带来的，在煤中呈层状，凸镜状以及各种复杂形状。矿物质的种类、含量和在煤中分布的状况，决定了煤的灰份高低和洗选的难易程度，这是影响煤质的重要因素之一。另一方面，在某些煤中还含有多种稀有分散元素，如锗、镓、镍、钒、钼、钛、锆、铌、铍、稀土以及放射性元素铀、钍等，燃烧后多富集于煤灰中，具有重要的经济价值，提取这些元素是综合利用煤的一个重要方面。

【可选性】 floatability of coal 指通过洗选从煤中除去夹矸和矿物质的难易程度。从煤中选除矿物质的生产过程，叫作选煤。煤的洗选主要是利用煤和央矸及矿物质的比重不同，使它们分离，除去夹矸、矿物质和硫分。可选性是煤质研究的一个重要方面，也是选择选煤方法和设计选煤厂的重要依据之一。煤的可选性与煤中矿物质的粒度和分布情况有关，矿物质分布均匀的煤，其可选性较差。根据可选性曲线的形状来评价煤的可选性，若可选性曲线几乎是垂直下降，然后急剧地转向水平，则表明煤的可选性较好；反之曲线平滑地倾斜下降，则表明难于洗选。亦可按中煤（比重介于1.4—1.8之间的煤）量来评定煤的可选性。中煤量<10%的为易选，10—20%的为中等可选，20—30%为难选，>30%为很难选。其它还可采用邻近比重含量法等。

【火焰试验】 flame assay of coal 通过燃烧一定的煤岩成份以鉴定煤的变质阶段的一种简易方法。一般用厚度<2毫米的镜煤或亮煤块，在酒精灯上（火柴亦可，效果稍差）燃烧，观察点燃的难易程度、烟的浓淡、火焰的长短、融熔、膨胀以及结焦情况等，对煤的变质阶段做出初步鉴定。一般是随着煤化程度的增高，煤越难点燃，烟和火焰就越小，直到无烟无焰。这种方法简单方便，适于野外使用，但应结合煤的其它物理性质，如光泽、颜色、条痕色、内生裂隙发育状况等进行综合鉴定。

【燃点】 kindling point 又称着火点、着火温度、发火温度、临界温度。是指煤加热到开始燃烧的温度。煤的燃点与煤的变质程度有明显关系，变质程度低的煤燃点低，变质程度愈高则燃点也随之增高。燃点的高低与煤中挥发分含量的变化虽然关系密切，但是挥发分相同的不同煤种其燃点却差别很大。当煤氧化后，其燃点也明显降低。

【堆积密度】 bulk density 曾称容积比重、堆比重、散比重。即物质在一定容积的容器中单位体积的重量，以吨/立方米表示。测定煤的堆积密度时，使用的容器愈大，测得的值就愈为准确。在进行测定时应根据煤的粒度的大小选定容器，一般是测定粒度较大的块煤时应用较大的容器。而且容器的规格应尽量接近生产中使用的设备，如用运煤火车车箱测定时则所得数值更为可靠。目前有的国家对不同粒度煤的堆积密度测定，使用的容器也作了规定。测定煤的堆积密度的数值，是设计煤仓、估计煤堆重量，计算炼焦煤炉装煤量以及商品煤的装车重量的重要参数。煤的堆积密度的计算式为：煤的堆积密度＝煤和容器的总重（吨）－容器重量（吨）/煤的体积（米）^{3}·吨/米^3。

煤　岩　学

【煤岩类型】 lithotype 又称肉眼煤岩类型、煤岩成分、宏观煤岩成分和煤的拼分等，指腐殖煤中肉眼可以鉴别的四种基本岩石类型，即镜煤、亮煤、暗煤秘丝炭，其中镜煤和丝炭是单一组分，亮煤和暗煤是复合组分。对煤岩类型进行研究可进一步阐明煤质特征和进行煤质评价。腐泥煤分出烛煤和藻煤两种煤岩类型。

【煤岩成份】 ingredient 即“煤岩类型”。

【镜煤】 vitrain 四种煤岩类型中的一种。光泽最强，接近玻璃光泽，故名。镜煤组分单一，多呈釉黑色，玻璃光泽，内生裂隙特别发育；性脆，结构均一；断口呈贝壳状。在煤层中呈凸镜体或不规则薄层，厚度由几毫米到1—2厘米，与其它煤岩类型的界限明显，比其它三种煤岩类型的挥发份和氢含量高，粘结性强。

【丝炭】 fusain，fossil charcoal 又称丝煤，是四种煤岩类型中的一种。丝绢光泽，组分单一，具纤维状结构，外表象木炭，因得名。丝炭色黑易染手，硬度小，矿化后硬度加大。丝炭的轮廓清楚，易于辨认，比其它三种煤岩类型的挥发分和氢含量低，碳含量高，不粘结。煤层中丝炭多呈扁平体或凸镜状断续出现，一般厚一至数毫米。

【亮煤】 clarain 四种煤岩类型中的一种。亮煤为复合组份，内生裂隙发育；光泽较强，仅次于镜煤；层理隐约可见。在显微镜下观察，与暗煤相比，亮煤中的镜质组组分较多，壳质组组分较少，并常与暗煤逐渐过渡。亮煤的各种物理化学工艺性质多介于镜煤和暗煤之间。常以较厚层或凸镜体出现，甚至构成整个煤层。

【暗煤】 durain 四种煤岩类型中的一种。暗煤为复合组份，颜色暗黑，光泽暗淡，故名。暗煤致密坚硬，韧性较大，一般层理不明晰，有时为粒状结构，断面粗糙，具不规则或平坦断口。显微镜下观察，常富含孢子、花粉的角质层等壳质组分；或含较多的惰性组组分；也可含大量矿物质，因此可分出不少的亚型。各亚型暗煤的物理、化学工艺性质不同，其中富含壳质组组分的暗煤用途较广。暗煤常以较厚分层出现，以至单独成层。

【宏观煤岩类型】 coal type by lastre 又称煤的光泽岩石类型，为肉眼观察时，按照同一变质程度煤的平均光泽强度所划分的类型。按平均光泽强度依次分为光亮煤、半亮煤、半暗煤和暗淡煤四类。各类型分层在煤层中常多次交替出现。宏观煤岩类型多具复杂结构，因之又常按结构划分为若干亚型，如带状亚型、不明显条带状亚型、线理状亚型、均一状亚型……等。宏观煤岩类型通常作为煤层分层的划分单位，分层厚度为3—10厘米。影响煤的光泽强度的因素较多，如煤岩类型不同，矿物质的含量、风化程度以及挤压错动和破碎程度等，特别是煤的光泽随变质程度的加深而增强。例如高变质半暗煤的光泽往往强于低变质半亮的光泽，因此划分煤的光泽岩石类型应以变质程度相同者作比较。

【光亮煤】 bright coal 光泽最强的宏观煤岩类型。条带状一般不明显，结构近于均一，但偶尔也夹有暗淡煤线条。内生裂隙发育，脆性大，机械强度小，易破碎，常具贝壳状断口。在显微镜下观察，光亮煤一般含凝胶化组分在80%以上，因而粘结性较强。中变质阶段的光亮煤是最好的冶金用煤。

【半亮煤】 somibright coal 光泽次强的宏观煤岩类型。由亮暗不同的煤岩类型交替成明显的条带状、凸镜–条带状和线理–条带状结构；内生裂隙较发育，常具棱角状或不平坦状断口。显微镜下观察，含凝胶化组分60–80%。中变质阶段的半亮煤粘结性也较好，有时矿物质比光亮煤多一些。

【半暗煤】 semidull coal 光泽次暗的宏观煤岩类型。常具条带状和线理状结构，内生裂隙不发育，断口参差不齐，比较坚硬，比重较大。显微镜下观察，含凝胶化组分35—60%。当半亮煤的灰份增加而使光泽减弱时也可成为半暗煤，由于这种半暗煤的矿物质多分散在煤的基质中，因而增加了选煤的困难，降低了煤的质量。

【暗淡煤】 dull coal 光泽最暗的宏观煤岩类型。混有大量矿物质，层理不明显，质地坚硬，韧性大，比重大，多呈粒状结构，内生裂隙不发育，常具棱角状或参差状断

口，通常为块状构造。显微镜下观察，凝胶化组份含量 <35%。四种类型中，暗淡煤中的矿物质含量往往最高，且多分散在基质中，故不易洗选而降低煤的质量。

【显微组分】　maceral，micropetro－logical unit　又称煤的微成分。在显微镜下可以识别的煤的成分。显微组分分“有机显微组分”和“无机显微组分”两大类。“无机显微组分”为显微镜下能观察到的矿物，常见的有粘土矿物、石英、黄铁矿、方解石、菱铁矿等；“有机显微组分”为显微镜下所能识别的有机质的基本单位，有镜质体、丝质体、树脂体、角质体、孢子体、木栓质体、藻类体等等。显微组分的鉴定特征一般以低变质煤的镜下特征为准，随着变质程度的增高，显微组分的化学、物理及工艺技术特性都发生连续性的变化，总的趋势是各组分之间的差异逐渐缩小。国内外有机显微组分的分类方案很多，归纳起来，分属于两种类型：一类侧重于成因研究，组分划分较细；另一类侧重于工艺性质的研究，分类较简明，分为三个组：镜质组、壳质组和惰性组。近年来，由于显微光度计的应用，已能定量测量显微组分的反射率，因此，龚自从等提出的腐殖煤显微组分划分及命名表中将显微组分划分为镜质类、丝质类、稳定类、腐泥类，并附有不同变质阶段同一显微组分的油浸最大反射率（R^0_{max}%）。褐煤的显微组分分类研究得还不够成熟，大体归并为三个组；腐殖组、类脂组和惰性组。

【有机显微组分】　maceral，organic component in coall　在显微镜下可以区别的、来自植物构成煤的组分，有的还不同程度地保存着植物的原始结构，分为镜质组，丝质组，壳质组（稳定组）等。参见“显微组分”。

【无机显微组分】　inorganic com－ponent in coal　在显微境下可以观察到的煤中矿物质，一般有粘土组、硫化物组、碳酸盐组、氧化物组等。参见“显微组分”。

【显微组分组】　maceral group　按性质相似的显微组分进行归类的分组，如镜质组、壳质组和丝质组等。参见“显微组分”。

【次生显微组分】　secondarv rnace－ral　煤化阶段形成的显微组分，如渗出沥青体（ex－suceatinlte）。参见“显微组分”。

【凝胶化组分】　gelatinous micro－component of coal　煤中的植物木质纤维组织经过凝胶化作用形成的显微组分。凝胶化组分干馏时具有粘结性。低煤化煤中的凝胶化组分在显微镜的透射光下透明，呈橙红色；在油浸反射光下呈深灰色，无显微突起。煤化程度增高时，煤中凝胶化组分的颜色从棕红色变为深棕色，透明度变差，甚至不透明。凝胶化组内依其植物细胞结构的保存程度又可做进一步的划分。

【木煤】　xyloid coal　凝胶化作用最浅的凝胶化组分。显微镜下的特征是植物细胞结构保存较好，细胞壁保持原厚或仅有微弱膨胀，细胞腔清楚而且排列整齐，有时被矿物质或树脂充填。低变质木煤在正交偏光下具有明显的条带状消光现象。

【木质镜煤】 xylovitrain **经过较强的凝胶化作用形成的凝胶化组分。植物细胞壁强烈膨胀，细胞结构模糊，仅残留少量大小不等、排列又不规则的细胞腔；在正交偏光下低变质木质镜煤可见到清晰的条带状消光现象。有的木质镜煤附有镶边角质层，丧明其原始物质是叶肉组织。**

【结构镜煤】 structural vitrain **经过强烈的凝胶化作用形成的凝胶化组分。植物细胞腔完全被凝胶化物质所充填，但仍可通过凝胶化物质的深浅不同区分出细胞痕迹。有时细胞结构残迹表现为短细条状结构。在正交偏光下，结构镜煤常呈微弱的条带状消光或网状消光。**

【无结构镜煤】 structureless vitrain **植物细胞壁强烈膨胀分解，在透射光下细胞结构完全消失，呈均一状结构。在正交偏光下有时稍显粒状或均匀消光。无结构镜煤时有垂直裂纹或角质体镶边。**

【凝胶化基质】 gelified groundmass **植物组织经过强烈的凝胶化作用彻底分解的产物。植物组织经过强烈的膨胀形成无结构的凝胶后，在沼泽水溶液中逐步分离成碎块以至细微的颗粒而成为溶胶。随后混入了壳质组分、木质纤维组织碎片、矿物质等，当介质的温度、酸碱度或电解质影响等改变时，溶胶发生凝聚作用，成为凝固的胶体。即凝胶化基质。凝胶化基质是煤中最常见的显微组分，是与形态分子互相依存的，形态分子是胶结在基质中的壳质组和其它植物组织碎片。凝胶化基质有两种：一是均一状凝胶化基质，在高倍镜下也是均匀的；另一种是结构凝胶化基质，常呈团块状或木质镜煤状。**

【凝胶化浑圆体】 **煤呈圆形、椭圆形及纺锤形的，具有清晰轮廓的凝胶化物质，一般结构均匀致密，甚至在正交偏光下也呈均匀消光。**

【凝胶化菌类】 gelatinous scleroti – nite **煤岩中大小不等，近圆形或椭圆形而具有网孔状结构的组份，一般认为是菌核变化而成。**

【半凝胶化组分】 semigelatinonsmaceral **又称弱凝胶化组分，为高等植物的遗体在泥炭化过程中缺氧环境下分解，又经轻微氧化作用形成的显微组分。其化学工艺性质近于凝胶化组，低煤化煤中的半凝胶化组分在显微镜的透射光下呈红色，比凝胶化组分颜色略深，在油浸反射光下呈灰、浅灰色，略有显微突起。当煤化程度增高时，煤中半凝胶化组分的透明度变差，颜色也变得更暗。半凝胶化组分是依植物细胞结构的分解程度划分的。**

【弱凝胶化组分】 semigelatinous maceral **即“半凝胶化组分”。**

【半丝炭化组分】 semifusinite **又称弱丝炭化组分，为高等植物遗体在泥炭化过程中经凝胶化作用后，受氧化而形成的显微组分，其化学工艺性质近于丝炭化组分。半丝炭化组分也是依植物细胞结构的保存程度划分的。**

【弱丝炭化组分】 semifusiuite 即“半丝炭化组分”。

【丝炭化组分】 fusinite 高等植物遗体，经丝炭化作用形成的显微组分。干馏时不具粘结性，是高等植物的遗体在泥炭化过程中富氧环境下分解形成的、即丝炭化作用的产物。低煤化煤中的丝炭化组分在显微镜透射光下为黑色不透明；在油浸反射光下呈具黄色色调的白、亮白色，和高显微突起。丝炭化组的各组分是依植物细胞结构保存的程度划分的。

【木质镜煤丝炭】 xylovitrofusinite 成煤植物的木质纤维组织，在泥炭化过程中，经过一定程度凝胶化作用后，再受丝炭化作用形成的丝炭化组分。它具有细胞壁强烈膨胀，胞腔缩小，排列不规则，有时只保存个别细胞腔等特点。

【镜煤丝炭】 vitrifusain 成煤植物的木质纤维组织，在泥炭化过程中，先经比较充分的凝胶化作用后，再经过丝炭化作用形成的丝炭化组分。它具有细胞结构完全消失，偶尔可见垂直裂纹等特点。

【类脂组】 liptinite 褐煤的一种组分组，亦称稳定组。与硬煤中的壳质组相当，一般与壳质组通用，但较硬煤壳质组所含的组分种类更多，如国际煤岩学委员会的褐煤显微组分分类的类脂组就比其硬煤分类的壳质组多出木栓质体（suberi－uite），叶绿素体（chlor－ophyllite）和沥青质体（bituminite）三种组分。木栓质体由多层木栓细胞组成，一般常呈叠瓦状的近方形细胞结构；叶绿素体是第三纪软褐煤中保存下来的叶绿素，作为显微组分称为叶绿素体，具强的红荧光，沥青体无定形。在富含沥青的褐煤中，沥青质体常成为其它组分的基质，紫外光照射后荧光强度增强。有人认为硬煤中也有沥青质体。

【树脂体】 resinite 稳定组或壳质组组分之一。石化的树脂，常呈纺锤形、椭圆形。低煤化程度腐殖煤中的树脂体在显微镜透射光下多为柠檬黄色，没有结构；油浸反射光下表面均匀，呈低突起或无突起。树脂体有时充填在凝胶化木质部组织的细胞腔中。树脂体不具粘结性。

【琥珀体】 amberite 稳定组或壳质组组分之一。大于3毫米的树脂体。它是有名的工艺美术原料。特征是透射光下，颜色较浅，多呈柠檬黄色，常呈椭圆形和纺锤形，没有结构。

【孢子体】 sporinite 稳定组或壳质组组分之一，煤中保存的是孢子外壁。大孢子体（来自雌性孢子）直径一般为0.1—3毫米，在煤片中呈扁平体，纵切面呈封闭的长环状，折曲处为钝圆形；外表一般光滑，有时具瘤状、刺状等纹饰。小孢子体（源自雄性孢子）一般小于0.1毫米，多呈扁环状、蠕虫状或短细线状。孢子壁较薄的小孢子体称薄壁孢子体，孢子壁较厚的小孢子体称厚壁孢子体。孢子体在显微镜透射光下呈黄色到橙红色；油浸反射光下为深灰色，低突起。

【小孢子体】 microsporinite 稳定组或壳质组组分之一，孢子体的直径 < 0.1 毫米者。可分为薄壁孢子体与厚壁孢子体。参见“孢子体”。

【大孢子体】 macrosporinite 稳定组或壳质组组分之一，孢子体的直径 > 0.1 毫米者。在煤片中呈扁平体，纵切面呈封闭的长环状。参见“孢子体”。

【薄壁孢子体】 tenuisporinite 稳定组或壳质组组分之一，孢子壁较薄的小孢子体，参见“孢子体”。

【厚壁孢子体】 crassisporinite 孢子壁较厚的小孢子体。参见“孢子体”。

【角质体】 cutinite 稳定组或壳质组组分之一。由植物的角质层转变而来的显微组分。显微镜下呈厚度不等的细长条，外缘平滑而内缘作锯齿状。角质体多平行层理分布，有时被挤压成叠层状，有时细长的角质体保存在镜质体的周围。根据厚度角质体可分为薄壁角质体和厚壁角质体。角质体以其锯齿状内缘和折曲处呈尖角状易与大孢子区分。透射光下为黄色一桔红色。

【薄壁角质体】 tenuicutinite 稳定组或壳质组组分之一，煤中保存的厚度较薄的角质层，它生长在植物的叶、枝、芽的最外层，对植物组织起保护作用。镜下呈细长条带状，外缘平滑，内缘呈明显的锯齿状。透射光下为黄色到桔红色。

【厚壁角质体】 crassicutinite 稳定组或壳质组组分之一。煤中保存的厚度较大的角质体。镜下呈细长条状，外缘平滑，内缘呈明显的锯齿状。透射光下为黄色至桔红色。

【腐泥化组】 sapropelitic group 成煤第一阶段低等植物菌藻类的遗体在还原环境中经腐泥化作用转变而成的显微组分。藻类体和腐泥基质是腐泥化组的主要显微组分，在紫外光照射下具发光性。低煤化煤中的腐泥化组在显微镜透射光下为透明、半透明，呈黄到褐黄色，常微带绿色色调；在油浸反射光下呈褐灰色或色调不均匀的深灰色，无显微突起。煤化程度增高时，腐泥化组的透明程度变差，颜色变深，甚至不易分辨，它又可分为藻类体和腐泥基质。

【藻类体】 alginlte 煤中由藻类转变而成的显微组分。它是腐泥煤的主要构成物质，常见的有绿藻细胞组成的群体。藻类单细胞仅几个微米；群体多为椭圆形，外缘不规则，表面呈蜂窝状或海绵状结构。大小为几十到一、二百微米，亦有达三、四百微米的。在显微镜透射光下为柠檬黄色、黄褐色；油浸反光下深灰色，微突起；在紫外光照射下具绿色至黄褐色荧光。

【腐泥基质】 sapropelic ground－mass 藻类彻底分解的产物。透射光下腐泥基质大多带有黄色色调，颜色从褐黄、鲜黄、绿黄到棕、灰，被矿物质浸染后，颜色变深，透明度降低。油浸反射光下呈不均匀的深灰色，表面粗糙，不显突起。结构呈粒状、块状、絮状与条带状等。纯净的腐泥基质在自然界较少见，常见的多为腐殖－腐泥或腐泥

－腐殖混合基质。腐泥基质与混合基质在镜下用普通光难以区分，但在紫外光照射下，腐泥基质呈黄色、灰黄色或棕色荧光，而混合基质则没有发光性。

【镜质组】　vitrinite　煤的一种显微组分，主要由高等植物的木质和纤维素经凝胶化作用，形成以腐殖酸和沥青质为主要成分的凝胶化物质，再经煤化作用而成。国际煤岩学委员会着重工艺性的煤分类中属凝胶化物质和半凝胶化物质的显微组分组，大致与国内分类中的凝胶化组和半凝胶化组相当。镜质组的芳香烃和氢的含量较高。在显微镜的油浸反射光下呈灰色，并有平滑的表面，无显微突起。低煤化镜质组在透射光下呈橙红色，干馏时具有粘结性和可塑性。镜质组包括结构镜质体、无结构镜质体和碎屑镜质体等显微组分，随着煤化程度的不同，其含碳量波动于55—97%之间，含氮量一般在1%左右，含氢量变化较大，在1.5—20%之间，挥发分2—50%，粘结性和低温焦油产率变化范围很大。

【结构镜质体】　telinite　普通显微镜下植物细胞结构清晰或模糊可见的镜质组组分。其中细胞腔近圆形的称结构镜质体亚型1（telin－ire 1）；细胞腔已成为断续线条的称结构镜质体亚型2（telinite 2）。细胞腔往往被无结构镜质体充填，有时也被树脂体、微粒体或粘土矿物所充填。结构镜质体按原来植物属分为科达树结构镜质体（cordaito-telinite）、真菌质结构镜质体（fungotelinite）、木质结构镜质体（xyloteliulte）、鳞木结构镜质体（1epidophytoteliuite）和封印木结构镜质体（sigillariotelinite）五个种。

【无结构镜质体】　collinitel　在普通显微镜下没有显示植物细胞结构的镜质组组分。这一术语源自希腊字，意为胶质，以表示这一组分在普通显微镜下无结构的特点。无结构镜质体常作为胶结各种显微组分碎片和共生矿物的基质。无结构镜质体可细分为四种亚组分：均质镜质体、胶质镜质体、基质镜质体和团块镜质体。

【均质镜质体】　telocollinite　镜质组无结构镜质体的亚组分之一。常以较厚条带出现，具有正常的反射率，一般用作测定反射率，以确定煤级的标准组分。

【胶质镜质体】　gelocollinite　镜质组无结构镜质体亚组分之一。在煤中数量很少，是真正没有结构的镜质体，通常是充填到与层理近于垂直的裂隙中和菌核的空腔中，有时可观察到其流动的痕迹。胶质镜质体的氢含量稍低而反射率稍高。

【基质镜质体】　desmocollinlte　镜质组无结构镜质体的亚组分之一。多见于微亮煤与微三合组混合煤中作为凝胶化基质出现，其反射率稍低、氢含量稍高。

【团块镜质体】　corpocollinite　镜质组无结构镜质体亚组分之一，单独出现或充填在细胞腔中。大多数为圆形或椭圆形，一般的大小与细胞腔相当，但在石炭纪煤中的个体大，直径可达300微米。

【碎屑镜质体】 vitrodetrinite 镜质组组分之一，由镜质组碎屑颗粒组成。主要来源于成煤早期阶段已分解了的植物细微碎片与泥炭的碎粒。碎屑镜质体常常为基质镜质体所胶结，由于两者在颜色、突起和反射率上都相近，而且碎屑镜质体颗粒很小，往往难以区分而被作为基质镜质体。但用亚钾基碘化物浸蚀后则可以区分。当然当其被反射率不同的其它显微组分所环绕时也较易区分。碎屑镜质体是煤中较少见的显微组分之一。

【壳质组】 exinite 又称类脂组、稳定组。是煤的一种显微组分。在国际煤岩学会按工艺性质的分类中，为氢含量较高的显微组分组，包括孢子体、角质体、树脂体、藻类体和碎屑壳质体等组分。它相当于中国地质科学院分类中的角质化组，煤炭工业部分类中的稳定组。不同的是，稳定组内包括藻类体。低煤化的壳质组在显微镜的透射光下通常为透明黄色到橙黄色；在油浸反射光下为灰黑、黑灰色，一般有中等显微突起。随煤化程度的增高，壳质组的轮廓突起、结构等逐渐不清楚。孢子又按个体大小，孢壁薄厚进一步划分为大孢子体、小孢子体、薄壁孢子体和厚壁孢子体四个变种；藻类体也按能够鉴定的属分出皮拉－藻类体和伦奇－藻类体，角质体常呈细小的狭长条带，以具有锯齿状内缘及折曲处呈尖角状为特征；树脂体常呈椭圆形、纺锤形、轮廓清楚而质地均匀，有时充填在其它显微组分的细胞腔中；碎屑壳质体（碎屑稳定体）是难以鉴定其确切性质的壳质组碎屑。壳质组的氢含量（一般大于6%）和挥发分（50—97.4%）一般较高，干馏时副产品也较其它两组多。除树脂体外，大多具有粘结性。

【碎屑类脂体】 liptodetrinite 又称碎屑壳质体或译作碎屑稳定体，为壳质组的组分之一，是由孢子体、角质体、树脂体和藻类体等类脂组分的细碎颗粒所组成。在普通显微境下，碎屑类脂体与粘土颗粒很难区分，但在高倍荧光显微镜下，由于碎屑类脂体具有荧光性，可与粘土颗粒区分。

【惰性组】 inertinite 植物组织作为丝质组的原料经过丝炭化作用形成的显微组分组。国际煤岩学委员会着重工艺性质分类中属于丝炭化和半丝炭化的显微组分组。显微镜透射光下一般为黑色不透明；油浸反射光下呈灰白、白色，并有高的显微突起和高的反射率。惰性组可分丝质体、半丝质体、粗粒体、微粒体、菌类体和碎屑惰性体等显微组分。丝质体具有明显的植物细胞结构，按成因分为火焚丝质体和氧化丝质体；细胞腔有时为其它显微组份或矿物质所充填；半丝质体中的植物细胞保存较差，油浸反射光下其显微突起略低于丝质体；微粒体只有微米大小，油浸反射光下呈明亮的细微颗粒，在无结构镜质体中，有时充填在结构镜质体的残存细胞腔内；粗粒体在油浸反射光下为浅黄白色，无明显的轮廓，常胶结着小孢子等，大致与丝炭化基质相当，碎屑惰性体为分散的半丝质体和丝质体碎片，由于惰性体含有丝质体和半丝质体两种碎片，所以其反射率是有变化的；菌类体是保存在煤中的一种菌核类物质，呈圆形或椭圆形，平均直径

为 0.5—2 毫米，并具有数量不等的网孔，含碳高而含氢低，干馏时不具可塑性，也没有粘结性。

【丝质体】 fusinite 惰性组组分之一。外观象木炭，颜色灰黑，具有纤维状结构和丝绢光泽，是镜下具有明显植物细胞结构的显微组分。透射光下的细胞壁呈黑色不透明，细胞腔常被黄铁矿和粘土矿物充填。它是植物的木质纤维组分在泥炭化阶段经过丝炭化作用形成的。根据成因可区分出火焚丝质体和氧化丝质体。

【火焚丝质体】 pyrofusinite 植物木质组织受火焚烧焦成炭保存而成。细胞结构保存完好，细胞壁薄；细胞腔大，中空或被黄铁矿等矿物质所充填。显微镜下与氧化丝质体相比，细胞结构清晰，反射率和突起都高。细胞壁若受挤破裂，易形成“星状构造”。反射光下呈淡黄的亮白色。

【氧化丝质体】 degradofusinite 植物遗体堆积在积水较少的沼泽里，在泥炭化阶段，氧气供给较充分的条件下，植物的木质纤维组织经过脱水作用和缓慢的氧化作用而形成的显微组分。在显微镜下与火焚丝质体相比，具有细胞结构保存较差，细胞壁较厚，反射率较低等特点。反射光下呈白色，突起差别大，从微突起到突起都有。

【半丝质体】 semifusinite 丝质体与结构镜质体之间的过渡型丝炭化组分，是在成煤早期阶段先经凝胶化作用再受丝炭化作用而成。反射光下呈灰白色或浅灰色，突起较高。半丝质体的细胞结构因经过凝胶化作用而不如丝质体保存的好。

【粗粒体】 macrinite 无结构或未显示结构的无定形丝炭化基质，胶结着孢子体、角质体、丝质体、树脂体等显微组分。粗粒体常见于暗煤，大小为 10—100 微米或更大些。反射光下呈白色、中等突起、高反射率。

【微粒体】 micrinite 一种粒径很小（一般 <1 微米）的圆形惰性组分。常以细粒分散状态赋存于无结构镜质体中，也可以充填于镜质组的细胞腔中。反射光下呈灰白色到白色，不显示突起。

【菌类体】 sclerotinite 亦称巩膜体。由真菌遗体，包括菌核（巩膜）、菌丝及孢子等组成，此术语源于希腊文“scleros”，意为坚硬而不易弯曲。菌类体多在第三纪煤和现代泥炭中，镜下呈大小不等的圆形或椭圆形以及不规则的圆形，反射光下呈浅灰色到黄白色，突起和反射率变化较大，但以高反射率和高突起为主。

【碎屑惰性体】 inertodetrinite 由惰性组的丝质体、半丝质体、粗粒体和菌类体的碎片组成。碎片粒度多在 30 微米以下，不易区分出惰性组中的具体组分。

【腐殖组】 huminite 褐煤的凝胶化组分组，与硬煤的镜质组相当，下分结构腐殖体、无结构腐殖体和碎屑腐殖体三个显微组分亚组，分别与硬煤分类中的结构镜质体、无结构镜质体和碎屑镜质体三种显微组分相对应。结构腐殖体又分为木质结构体和腐木质体两种显微组分；无结构腐殖体又分为凝胶体和浑圆凝胶体两种显微组分；碎屑

腐殖体又分为细屑体和密屑体两种显微组分。

【结构腐殖体】 humotelinite 褐煤的一种显微组分亚组，与硬煤的结构镜质体相当。结构腐殖体按是否经受凝胶化作用分为木质结构体和腐木质体两种组分。木质结构体的植物组织基本上未经受凝胶化作用，保存着原有的细胞壁和细胞腔，有时仍含有大量纤维素，以致在薄片中呈现非均质性。木质结构体经过凝胶化作用变为腐木质体。还可根据凝胶化程度的不同，进一步分出木质结构腐木质体和充分分解腐木质体两种亚显微组分。

【木质结构体】 textinite 褐煤腐殖组显微组分之一，是结构腐殖体亚组中植物组织基本上未经受凝胶化作用的显微组分，因此仍保存着原有的细胞壁和细胞腔，有时仍有大量的纤维素，以致在薄片中呈现非均质性。

【腐木质体】 ulminite 褐煤腐殖组显微组分之一，是结构腐殖体亚组中经过凝胶化作用的显微组分。根据遭受凝胶化程度的不同又分出木质结构腐木质体和充分分解腐木质体两种亚显微组分。

【碎屑腐殖体】 humodetrinite 褐煤的一种显微组分亚组，是由腐殖组的碎屑颗粒构成的，与硬煤的碎屑镜质体相当。按碎屑结合情况可分为细屑体和密屑体两种显微组分。细屑体是腐殖质与细小的凝胶松散结合形成的；密屑体则是由于凝胶化程度加强，孔隙减少，各组成部分紧密结合而成。

【细屑体】 attrinite 褐煤腐殖组显微组分之一，是碎屑腐殖体亚组中腐殖碎屑与细小的凝胶结合松散的显微组分。

【密屑体】 densinite 褐煤腐殖组显微组分之一，是碎屑腐殖体亚组中由于凝胶化程度较高，颗粒之间孔隙度减小，因而各组成部分胶结紧密的显微组分。

【无结构腐殖体】 humocollinite 褐煤的一种显微组分亚组，与硬煤的无结构镜质体相当，可分为凝胶体和团块腐殖体两种显微组分。两者又可进一步划分。凝胶体分为多孔凝胶体和均匀凝胶体两种显微亚组分，团块腐殖体分为树皮鞣质体和假树皮鞣质体两种显微亚组分。

【凝胶体】 gelinite 褐煤腐殖组显微组分之一，属显微组分亚组无结构腐殖体，是硬煤中胶质镜质体的前身。凝胶体下分多孔凝肢体和均匀凝胶体。这两种凝胶体都是细胞腔、收缩裂隙等的充填物，但多孔凝胶体具细孔到呈细粒状，而均匀凝胶体则呈致密块状。

【团块腐殖体】 corpohuminite 褐煤腐殖组无结构腐殖体亚组的显微组分。是团块镜质体的前身，多充填在植物细胞腔内。根据成因分为树皮鞣质体和假树皮鞣质体，前者是植物细胞壁的原生分泌物，后者是充填到细胞腔中的次生的腐殖凝胶。

【木栓质体】 suberinite 褐煤中保存的树皮组织。它由多层扁平的长方形木栓细胞组成，这些细胞排列规则，纵切面上呈叠瓦状结构，弦切面上呈不规则的鳞片状结构，色调不均匀。

【叶绿素体】 chlorophyllinnite 褐煤中由叶绿素转变而成的显微组分。用荧光照射时，叶绿素体呈亮红色。

【沥青质体】 bituminite 褐煤类脂组显微组分之一，无定形，常以粒状基质出现。在低煤化烟煤中也有沥青质体，沥青质体也是腐泥煤特有的组分。它在荧光下的发光性不及孢子体，但在紫外光照射后其荧光亮度明显增强。沥青质体是藻类、浮游动物和细菌类脂物分解而成。

【形态分子】 form element 具有植物结构形态特征的显微组份，通常是胶结在煤的基质中。形态分子有的是由于本身成分稳定或具有坚实的壳膜，如孢子、花粉、角质层、树脂、树皮、藻类等，分别形成煤的显微组分孢子体、花粉体、角质体、树脂体、木栓质体、藻类体等；有的是因堆积条件有利，得以保存或部分保存原有的结构，如胶结在基质中的木煤，木质镜煤、丝炭等。

【煤中基质】 groundmass in coal 煤中胶结形态分子和其它包裹体的物质。基质没有一定形态与轮廓，其成因目前还不甚清楚，一般认为是植物的木质－纤维组织在成煤过程中，经受凝胶化作用和强烈分解作用失去原有植物结构而成。按原始物质的不同，可分为腐殖基质和腐泥基质两类。腐殖基质是高等植物遗体在泥炭化过程中高度分解后形成的。一般把它分为“凝胶化墓质”（透明基质）和“丝炭化基质”（不透明基质）两大类，前者在显微镜透射光下多呈橙红色或褐红色，后者呈黑色。有时又把过渡类型分为半凝胶化基质和半丝炭化基质。腐泥基质是低等植物遗体在腐泥化作用中高度分解后形成的，在透射光下多呈淡黄色或褐黄色。

【丝炭化基质】 fusain－groundmass 在透射光下煤薄片中呈黑色不透明的胶结角质体、孢子体或树脂体等形态分子和矿物质的组分。它不具有一定形态和轮廓。

【显微煤岩类型】 microlithotvpe 又称显微类型。是显微镜下所见各组显微组分的典型组合。1966 年地质科学院张毓爽、周宮提出了我国腐殖煤的显微煤岩类型分类方案，其特点是把煤中有机显微组分与无机显微组分之和，作为 100% 来计算。按凝胶化和半凝胶化组分的总含量百分比，划分成亮煤型、暗亮煤型、亮暗煤型及暗煤型等四种类型。按丝炭化和半丝炭化组分的总含量百分比或角质化组分含量百分比，划分亚型。在各种亚型中，分别根据植物遗体的转化程度、组分的属性和矿化程度划分煤种。国际煤岩学会按镜质组（V）、壳质组（E）、和惰性组（Ⅰ）的含量百分比划分的（表1）。显微煤岩类型又按显微组分的组合情况，分为单一组分、双合组分和三合组分（表 2）。属单一组分的是只有一组显微组分占绝对优势，如微镜煤含 95% 以上的；属

双合组分的则是两组显微组分之和 >95%，其中每一组分都必须大于第三组的含量；属三合组分的显微类型则是所含的三组显微组分都必须 >5%。腐殖煤显微组分划分及命

表 1 显微组分一览表

显微组分组	显微组分	亚显微组分	显微组分变种
镜质组	结构镜质体	结构镜质体 1 结构镜质体 2	科达木结构镜质体 真菌结构镜质体 木质结构镜质体 鳞木结构镜质体 封印木结构镜质体
	半结构镜质体	均质镜质体 胶质镜质体 基质镜质体 团块镜质体	
	碎屑镜质体		
壳质组	孢子体		薄壁孢子体 厚壁孢子体 小孢子体 大孢子体
	角质体 树脂体		
	藻类体		皮拉藻类体 伦奇藻类体
	碎屑壳质体		
惰性组	微粒体 粗粒体 半丝质体		
	丝质体	火焚丝质体 氧化丝质体	
	菌类体	真菌菌质体	假薄壁菌质体 浑圆菌质体 假浑圆菌质体
	碎屑惰性体		

名见表 3。

表 2 显微煤岩类型一览表

显微组分 (不包括矿物质)	含量	显微煤岩类型	显微组分组的组成 (不包括矿物质)	显微煤岩 类型组
单一组分				
无结构镜质体	>95%	(微无结构镜煤)		
结构镜质体	>95%	(微结构镜煤)	V>95%	微镜煤
镜质组	>95%			
孢子体	>95%	微孢子煤		
角质体	>95%	(微角质煤)		
树脂体	>95%	(微树脂煤)	E (L) >95%	微壳质煤
藻类体	>95%	微藻类煤		
碎屑壳质体	>95%			
半丝质体	>95%	微半丝煤		
丝质体	>95%	微丝炭		
菌类体	>95%	(微菌质煤)	I>95%	微惰性煤
碎屑惰性体	>95%	微惰暗煤		
粗粒体	>95%	(微粗粒煤)		
双合组分				
镜质组+孢子体	>95%	微孢子亮煤		
镜质组+角质体	>95%	微角质亮煤		微亮煤
镜质组+树脂体	>95%	(微树脂亮煤)	V+E (L) >95%	V, E (L)
镜质组+藻类体	>95%	(微藻类亮煤)		
镜质组+碎屑壳质体	>95%			
镜质组+碎片体	>95%			
镜质组+半丝质体	>95%			微镜惰煤
镜质组+丝质体	>95%		V+I>95%	V, I
镜质组+菌类体	>95%			
镜质组+碎屑惰性体	>95%			
惰性组+孢子体	>95%	微孢子暗煤		
惰性组+角质体	>95%	(微角质暗煤)		
惰性组+树脂体	>95%	(微树脂暗煤)	I+E (L) >95%	微暗煤
惰性组+藻类体	>95%			I, E (L)
惰性组+碎屑壳质体	>95%			

续表 2

显微组分 (不包括矿物质)	含量	显微煤岩类型	显微组分组的组成 (不包括矿物质)	显微煤岩 类型组
三合组分 镜质组,惰性组,壳质组	均>5%	微暗亮煤 微镜惰壳煤 微亮暗煤	V>I, E(L) E>I, V I>V, E(L)	三合煤型 V, E(L), I

注：此表系根据 Stach《煤岩学教程》略加补充。

表 3 腐殖煤显微组份划分及命名表

类	组	组分 (符号)	亚组分 (代号)
镜质类 (J)	镜质组 (J)	结构镜质体 (jj)	木质体 (jm)
			木镜质体 (jmj)
			镜质结构体 (jg)
			镜质菌类体 (jn)
		无结构镜质体 (jjw)	镜质体 (J)
			不匀基质体 (jz_1)
			均匀基质体 (jz_2)
			镜质浑圆体 (jy)
		碎屑镜质体 (js)	
	半镜质组 (BJ)	结构半镜质体 (bjj)	半木质体 (bjm)
			半木镜质体 (bjmj)
			半镜结构体 (bjg)
			半镜菌类体 (bjn)
		无结构半镜质体 (bjw)	半镜质体 (bj)
			半镜基质体 (bjz)
			半镜浑圆体 (bjy)
		碎屑半镜质体 (bjs)	

续表 3

类	组	组分（符号）	亚组分（代号）
丝质类(Sz)	半丝质组(BS)	结构半丝质体(bsi)	半丝质体(bsm)
			木镜半丝质体(bsmj)
			半丝菌类体(bsn)
		无结构半丝质体(bsw)	镜半丝质体(bsj)
			半丝基质体(bsz)
			半丝浑圆体(bsy)
		碎屑半丝质体(bss)	
	丝质组(S)	结构丝质体(sj)	丝质体(sm)
			木镜丝质体(smj)
			丝质菌类体(sn)
		无结构丝质体(sw)	镜丝质体(sj)
			丝质基质体(sz)
			丝质浑圆体(sy)
		碎屑丝质体(ss)	
		微粒体(sl)	
稳定类(WD)	稳定组(W)	孢子体(wb)	大孢子体(wbd)
			小孢子（花粉）体(wbx)
		角质体(wj)	
		树皮体(wp)	
		树脂体(wz)	
		不定形体(wd)	

续表 3

类	组	组分 （符号）	亚组分 （代号）
腐泥类 （FL）	腐泥组 （F）	藻类体 （ft）	
		腐泥基质体 （fz）	
矿物类 （K）	粘土组 （KN）		高岭石、水云母……等
	硫化物组 （KL）		黄铁矿、白铁矿……等
	碳酸盐组 （KT）		方解石、菱铁矿……等
	氧化物组 （KY）		石英、玉髓…………等
	其　他 （KQ）		长石、石膏…………等

代号：汉语拼音字母。

反射率 $R^{\circ}max\%$：$\frac{最大值-最小值}{平均值}$

【微镜煤】　vitrite　**含显微组分镜质组（V）在** 95% **以上的显微煤岩类型。**

【微亮煤】　clarite　**含显微组分镜质组（V）与壳质组（E）之和** >95%**，惰性组（Ⅰ）** <5% **的显微煤岩类型。其中** V **和** E **都不得** <5%**，也不能单独达到** 95%**。微亮煤中以镜质组为主的称为微镜质亮煤，以壳质组为主的称为微壳质亮煤。参见“显微煤岩类型”。**

【微暗亮煤】　duroclarite　**三合组分的显微煤岩类型的一种，其中镜质组（V）** > **壳质组（E）和惰性组（Ⅰ），而** E **和** Ⅰ **各自都必须** >5%**。参见“显微煤岩类型”。**

【微亮暗煤】　clarodurite　**一种三合组分的显微煤岩类型，其中壳质组（E）** > **镜质组（V）和惰性组（Ⅰ），而后二者各自都必须** >5%**。参见“显微煤岩类型”。**

【微暗煤】　durite　**含显微组分惰性组（I）与壳质组（E）之和** >95%**，镜质组** V <5% **的显微煤岩类型。其中** I **和** E **都不得** <5%**，也不能单独达到** 95%**。以惰性组为主的微暗煤称为微惰性暗煤，以壳质组为主时称为微壳质暗煤。参见“显微煤岩类型”。**

【微壳质煤】　liptite　**含显微组分壳质组（E）**95% **以上的显微煤岩类型。参见“显微煤岩类型”。**

【微镜惰煤】　vitrinertite　**含显微组分镜质组（V）与惰性组（Ⅰ）之和** >95%**。壳质组** <5% **的显微煤岩类型。其中镜质组和惰性组都不得** <5%**，也不能单独达到** 95%**。以镜质组为主的称为微镜质镜惰煤，以惰性组为主的称微惰性镜惰煤。参见“显微煤岩类型”。**

【微三合煤】　trimacerite　又称微三组混合煤。镜质组、壳质组和惰性组三组。每个显微组分的含量都各在5%以上的煤。其中镜质组 > 惰性组、壳质组的称微暗亮煤，惰性组 > 镜质组、壳质组的称微亮暗煤，壳质组 > 惰性组、镜质组的称微镜惰壳质煤。

【煤砖光片】　polished grain mounts　又称煤粒胶结光片或粉煤光片，是在反射光下对煤进行研究而特制的一种煤粒光片。制作方法是：把煤样破碎到1.5毫米以下，缩分至2—3克，然后视光片的用途以大致等量的或三分之一左右的胶结物（虫胶或松香、石腊、电木粉等）搅匀，在直径为1.5厘米的筒状模子中加热、压紧成型，再将截面磨平打光而成。优点是用煤量少而代表性较强，磨制方便。在显微镜反射光下观察煤砖光片，根据煤的反射率、反射色与突起，结合组分的形态和原生细胞结构等特点，可进行煤中显微组分的定量统计、对比以及测定煤的变质程度和氧化程度等。

煤田普查勘探

【煤田预测】　coalfield prediction　根据地质资料推断新煤田和扩大已知煤田远景的工作。煤田预测是根据区域地质测量、普查与勘探以及群众报矿等资料，分析各地区各主要成煤期聚煤作用的大地构造、古地理等条件，研究煤系的分布规律，指出找煤方向，指导煤田普查工作。煤田预测主要用图件反映，其中地质底图或煤田地质图是分析构造、研究成煤规律和预测新区的基础图件；其它还有大地构造区划图或构造体系图、岩相占地理图、煤质分布图、含煤性变化趋势图等。煤田预测图是在上述图件的基础上，结合普查、勘探资料综合分析编制的，反映煤田预测的最终成果。图中应反映出勘探程度和预测的可靠程度，如将预测区划分为“可靠的”，“较可靠的”和“可能的”等。我国已进行的全国性煤田预测图件的比例尺为1∶200万—1∶500万，各省预测图件则应根据面积大小和研究程度采取1∶50万—1∶100万的比例尺。全国性预测图一般是在区域性预测图的基础上编制的，并对编制精度更高的区域性预测图具有指导意义。煤田预测应充分利用已有资料并应投入适当的野外地质、物探和钻探工作量。

【煤田普查】　reconnaissance of coal fieLd　发现煤田和初步评价煤炭资源的地质工作阶段。为煤矿建设的远景规划、划分煤矿区和煤田勘探提供依据。应用的手段有地质测量、地球物理探矿和探矿工程等。煤田普查根据需要和条件还可以分为“初步普查”和“详细普查”两个步骤。前者在地质上的要求是：初步了解煤田的地质时代、地层和基本构造轮廓；概略了解可采煤层的层数、厚度及其可能赋存的范围、煤的牌号、煤质等。后者则要求查明煤系的地质时代，详细划分地层，了解区内的主要地质构造；初步了解煤系和主要煤层的分布范围、煤层层数、厚度、煤的牌号和煤质；初步了解区内

一般水文地质条件。

【煤田勘探】 exploration of coalfield 在煤田普查的基础上，对矿区煤炭资源进行工业评价的地质工作阶段。煤田勘探应按国家建设急需，根据普查工作结果，选择资源条件较好，开发条件有利的地区进行。应用的技术手段有地质测量、地球物理探矿和探矿工程等，以查明煤层的空间分布、厚度与煤质。煤田勘探一般先进行初步勘探（大致相当于矿区详查），为矿区总体设计提供基本的地质资料；在此基础上划分井田，然后按井田进行详细勘探（大致相当于井田精查），其结果要为矿井设计捉供可靠的地质依据。

【找煤标志】 indication of coal 能证实有煤层薮煤系存在的地质和有关标志。①与煤系有关的找煤标志有：含有大量植物枝叶化石或植物根化石的岩层，一般呈灰黑及黑色，较易风化，常形成相对低凹的地形，这些标志说明可能有煤；②与煤有关的标志有：煤的风化产物，如煤泥、煤华、煤垩等，河谷溪流中的煤屑、烧变岩以及老窿遗迹等，这些标志能说明确实有煤。

【煤层露头】 outcrop of coal seam 煤层出露地表的部份。煤层露头大部分由于受风化剥蚀作用，其中的有机质被分解，部分成气体逸散，部分被水溶解，因此，煤层露头的颜色变浅，厚度变薄，煤质疏松，甚至变成“煤泥”、“煤华”或“煤垩”。风化强烈时，几米厚的煤层在地表可以变成“煤线”，甚至完全消失。有的已风化的煤不断被水冲走，如果露头的风化程度较浅，则煤层厚度变化不大。

【煤华】 blossom 煤层露头经强烈风化后形成的褐色粉末状物质。出露地表的煤层受强烈风化后质地疏松，产出大量褐色的次生腐殖酸，受氢氧化铁的污染后则稍呈褐色，若煤层露头完全风化后则成为褐色粉末，称煤华，是重要的找煤标志之一。

【煤垩】 smut 出露地表的煤层经强烈风化后形成的白色粉末状物质。由于煤中含有一定数量的铁明矾石，在风化过程中变成白色粉末，因此煤层完全风化后就呈白色粉末状。它容易识别，是重要的找煤标志之一。

【煤泥】 coal smits 煤层露头经强烈风化后形成的松软灰黑色泥土。煤层露头受强烈风化后，有机质分解，部分成气体逸散，部分被水溶解，矿物质含量则相对增高，其与残存的有机质构成松软的灰黑色泥土，称煤泥，是重要的找煤标志之一。

【烧变岩】 burnt rock 又称火烧岩，是围岩受煤层自燃烘烤或烧熔而成。有白色、棕色和赤色；有的表面出现“琉璃瓦”状的光泽和颜色、岩性坚硬不易风化，地表常呈突起地形，可作为找煤标志。

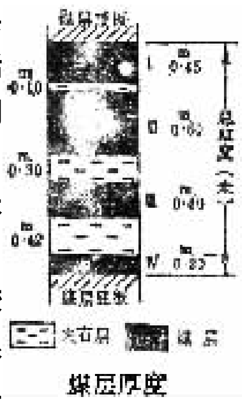
【火烧岩】 burnt rock **即“烧变岩”。**

【老窿】 old workings **又称老窑或老硐。是过去采煤遗留下来的巷道、废弃的井筒等。煤田普查勘探时，要通过实地调查和访问等方法了解老窿开采的煤层层位、厚度、结构、分布及煤质情况，以及开采的规模、深度、水文地质条件、顶底板情况、有害气体及其对开采的影响等，并据此圈出采空区以便圈定储量计算边界。**

【煤层】 coal seam，coal bed **自然界由植物遗体转变成的沉积成层的固体可燃矿产。煤层位于顶底板岩石之间，是由有机物质和混入的矿物质所组成。煤层本身常夹有一层或数层岩石夹层（夹矸）。大多数煤层呈层状或似层状，由于成煤的古地理、古构造的多种多样以及侵蚀冲刷、后期形变和岩浆活动的影响，有的煤层呈凸镜状、串珠状、鸡窝状、马尾状等多种复杂形态。煤层厚度变化很大，最厚的煤层可达二百米以上，最薄的煤层仅为煤线。煤层的厚度、层数、煤质和倾角是确定煤田经济价值及煤矿建设的重要依据。**

【煤线】 burgy，shed coal **在剖面上出露的极薄的煤层。煤线可以是原生的，也可以是由于煤层露头因受风化，大部分物质被剥蚀掉，因之使煤层的厚度变得很薄而成的。**

【煤层厚度】 coal thickuess **煤层顶底板之间的垂直距离。为便于勘探和开采工作，煤层厚度可分为：①总厚度：顶底板间包括夹石层在内的煤层全部厚度；②有益厚度：顶底扳间所有煤分层厚度的总和，不包括夹石层的厚度（Ⅰ+Ⅱ+Ⅲ+Ⅳ分层的总和）；③可采厚度：达到国家规定的最低可采厚度的煤层或煤分层的总厚度（Ⅰ+Ⅱ+Ⅲ），复杂结构煤层的计算方法另有规定；④最低可采厚度是指现代技术和经济条件下，可开采煤层的最小厚度，它主要决定于煤层产状、煤质、开采方法以及国民经济的需要程度等。急需的或工业价值较高的煤种以及资源相对较少地区的煤层，可采厚度可适当降低。根据煤层厚度，煤层可分为：①薄煤层 0.5—1.3 米；②中厚煤层 1.3—3.5 米；③厚煤层，>3.5—8.0 米；④巨厚煤层 >8 米。**



煤层厚度

【最低可采厚度】 minimum wotkable thickness **在现代技术和经济条件下，可以开采的最小煤层厚度，主要决定于煤层的产状，煤质、开采方法以及国民经济的需要程度等。急需的或工业价值较高的煤种或资源相对较少的地区的煤层，最低可采厚度可适当降低。参见“煤层厚度”。**

【有益厚度】 profitable thickness 顶底板之间所有煤分层厚度的总和，不包括夹石层厚度。参见“煤层厚度”。

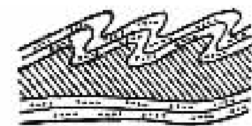
【可采厚度】 workable thickness 达到国家规定的最低可采厚度的煤层或煤分层的总厚度。参见“煤层厚度”。

【煤层稳定性】 stabilify of coaseam 煤层厚度、煤质和结构在一个井田或相当于井田范围内变化的情况。其中煤层厚度的变化直接影响勘探工程的密度和开采方法，是划分煤层稳定性的主要因素。煤层的稳定性可分为四型：①稳定型：煤层厚度及煤质变化较小，或沿一定方向逐渐变化，煤层结构简单，厚度及煤质均符合工业指标；②较稳定型：煤层厚度及煤质均有相当变化，但具有明显的规律，或煤层结构较为复杂，厚度及煤质一般均符合工业指标，仅局部地段煤层不可采或煤质不合工业指标；③不稳定型：煤层厚度或煤质变化较大，结构复杂，煤层常常变薄、尖灭或分叉，常有不可采或煤质不合工业指标的地段出现；④极不稳定型：煤层厚度及煤质变化很大或结构极为复杂，变化规律很难掌握，煤层常呈鸡窝状或扁豆状，仅局部地段可采。

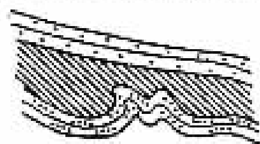
【煤层形态】 form of coal seam 煤层在空间展布上的各种形状变化。煤层形状按其在一个井田范围内成层的连续程度和可采面积与不可采面积之比分为：①层状：煤层是连续的，厚度变化不大，煤层全部或绝大部份可采；②似层状：煤层不完全连续或大致连续而厚度变化较大，其中煤层的可采面积大于不可采面积者称藕节状煤层，可采面积与不可采面积大致相当者称串珠状煤层；③不规则状：煤层断续，形状不规则，呈鸡窝状、扁豆状等，这类形状的煤层其可采面积多数小于不可采面积，其中鸡窝状煤层有的体积较大，也常具可采价值；④马尾状：是厚煤层分叉以至尖灭形成的，因此是由厚变薄，以至完全消失。

【煤层形变】 deformation of coalseam 地壳构造变动引起的煤层形态和厚度的变化。煤层和围岩相比相对较软，受到构造应力作用最容易产生塑性流动，引起煤层形变，使煤层加厚、变薄、甚至尖灭，有时出现煤层和顶、底板互相穿插的现象，而围岩则往往变化不十分明显。褶皱和断裂都能引起煤层变形。褶皱能使煤层加厚或变薄，由于褶皱轴部的挤压力比翼部大，常引起煤层在轴部加厚、翼部变薄煤层加厚带与变薄带相伴出现，并沿褶皱轴走向呈带状分布。在不协调褶皱中，尤其褶皱的岩层中央有煤层时，可以使不协调现象更为明显，煤层也因褶皱产生增厚和变薄的复杂形态。不协调褶皱产生的层间滑脱面如果是发生在煤层和底板之间，则会出现煤层和顶板产生褶皱（图 1），而煤层底板保持正常；如果是发生在煤层和顶板之间，则煤层和底板产生褶皱，而煤层顶板保持正常（图 2），两种情况都使煤层厚度出现波状起伏的变化。这种层面滑动亦可出现在煤层内部，使部分煤分层产生小型褶皱，而另外的煤分层仍然保持原来产状。底辟褶皱和刺穿构造是不协调褶皱中的一种特殊类型，也是引起煤层形变的

常见现象。底辟褶皱常迫使煤层刺破了顶板，甚至冲破了含煤地层上覆岩系。穿刺构造把煤层挤入围岩裂隙中，常按一定方向呈“煤楔”或“煤脉”状分布，断裂构造对煤层厚度变化影响比较局限，会出现断层无煤带或沿断层面两侧由于挤压而使煤层重叠加厚，以及由于牵引拖曳而使煤层变薄。



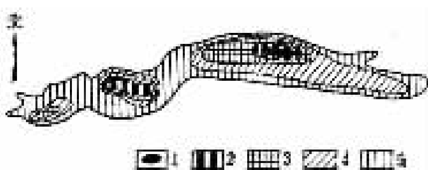
1. 顶板褶皱对煤厚变化的影响



2. 底板褶皱对煤厚变化的影响

【富煤带】　coal - rich belt　聚煤盆地同时代煤层发育较好、可采煤层总厚度较大的地段。由于古构造和古地理等条件的不同，同一聚煤盆地内不同地段的同时代含煤岩系，其含煤性的分布存在着差别。在古地理和古构造条件配合最有利于长期聚煤地段，形成了富煤带。在多数聚煤盆地中常形成几个富煤带。富煤带不是单指厚煤层分布的地带，而是指可采煤层总厚度比相邻地段较大的地带。在没有厚煤层发育的地区，同样也可以划分出富煤带。富煤带是原生的，与后期构造变动所引起的煤层加厚不同，后者应称为煤层构造加厚带。富煤带在空间分布上呈带状分布，并具有一定的方向性。在多数聚煤盆地中，富煤带的排列组合亦有一定样式。主要样式有串列式、并列式、雁列式和弧形排列式等。富煤带的分布与聚煤盆地的古构造展布方向有时一致，有时因受聚煤盆地内部次一级古构造影响或古构造体系等因素的干扰，与聚煤盆地古构造展布方向不一致而有一定的夹角。

【富煤中心】　ccal - rich center　富煤带内聚煤作用更为富集的部位。总的来说富煤带内部的含煤性也是有变化的。其中有一个或几个含煤最丰富的部位构成了富煤中心，它们和富煤带的分布一样，也有一定的方向，和富煤带相比呈较小的条带状。图中表示在一个富煤带内部，含煤性存在着差别，可进一步再圈出三个富煤中心，围绕每个富煤中心，煤层总厚度向外逐渐变薄。



富煤带、富煤中心示意图
1、2、3、4、5. 表示煤厚级别（由厚变薄）

【煤层分叉】　bifurcation of coal　单一煤层在横向上分成若干个煤层的现象。煤层的分叉与成煤时期的地壳运动、地理环境、植物堆积情况以及沉积后受到构造破坏等有关。如成煤盆地的差异沉降引起某些地段的沉降速度一度超过植物堆积速度，就会出现煤层分叉的现象。在泥炭层形成过程中和形成之后，受到河流冲刷、岩浆侵入或构造变动也会造成煤层的分叉。



霍林河中生代煤系沉积断面图

【煤层尖灭】 thin out of coal seam 煤层在横向空间的展布上变薄以致消失的现象。煤层的尖灭与泥炭堆积时的地理环境、地壳运动和植物的堆积情况有关。一般泥炭层向沼泽边缘方向尖灭，但在底面不平沼泽中，则低洼处植物残体首先堆积，形成的泥炭层较厚，向高处逐渐变薄，以至尖灭；有的由于基底沉降的差异，在沉降速度超过泥炭堆积速度的地段，则导致泥炭层分叉，以至尖灭，如果泥炭层在形成过程中和形成之后，受到冲刷、剥蚀、构造挤压和断裂作用以及岩浆侵入等，也会出现煤层尖灭现象。

【煤层顶板】 roof of coal seam 正常顺序的煤系剖面中，覆盖在煤层上面的岩层。它是泥炭堆积后覆盖泥炭层上的沉积物。常见的煤层顶板岩石以细碎屑岩和石灰岩为主；也常有粗碎屑岩，这时煤层常受到明显的冲蚀。由于顶板岩石物理机械性质的差别，在开采过程中破裂与塌落的情况也不同，因此从采矿角度按岩性将顶板划分为伪顶、直接顶、老顶三种。在煤田勘探阶段，必须了解煤层顶板的岩性及其物理机械性质，对其稳定程度做出判断。

【老顶】 hard roof 通常位于直接顶之上，有时也直接覆于煤层之上，为厚而坚硬的砂岩、砾岩、石灰岩组成。老顶比较牢固，在采空区常维持很大的悬露面积而不塌落。

【直接顶】 immediate roof 直接位于伪顶之上的岩层，无伪顶时则直接覆于煤层之上。一般由泥岩、页岩、粉砂岩等组成。直接顶在开采过程中常随回采而塌落。

【伪顶】 false roof 又称假顶。是直接位于煤层之上较薄的岩层，厚度一般在 0.5 米以下，由碳质泥岩、泥岩互层组成，常夹有煤线。伪顶与煤层之间的界限多不明显，开采过程中多随煤塌落。

【煤层底板】 floor of coal seam 正常顺序的煤系剖面中，直接伏于煤层下面的岩层。常见的煤层底板岩石有粘土岩、泥质岩和扮砂岩等，亦称根土岩。底板的粘土岩，有时是具有工业价值的耐火粘土。但底板岩石也可以是砂岩、砾岩或石灰岩。由于底板岩石的物理机械性质的差别，采矿专业常按岩性将煤层底板分为直接底与老底，在煤田勘探过程中，应该了解煤层底板的岩性及其物理机械性质，并对其坚固程度作出评价。

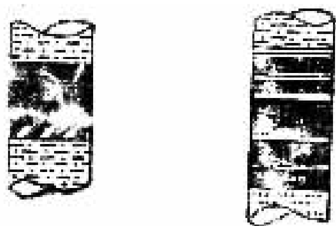
【直接底】 immediate floor 直接与煤层接触的煤层底板，常由泥岩、页岩、粘土岩构成，容易发生滑动和膨胀。参见“煤层底板”。

【老底】 hardfloor 由比较坚固岩石如砂岩、灰岩构成的煤层底板，参见“煤层底板”。

【根土岩】 root clay 又称“底粘土”，为富含植物根部化石的煤层或煤线的底板岩石。根土岩多形成于沼泽环境中，是成煤植物繁殖的土壤，一般为泥质岩、粉砂岩或粘土岩。根土岩常呈团块状，层理不明显，所含根部化石多数与层面垂直或斜交，常含分布不均匀的团块状、瘤状或鲕状菱铁矿结核。根土岩是地表找煤和确定煤层层位的重要标志，有些根土岩是质量较好的粘土岩，可作粘土矿利用。

【底粘土】 under clay 即“根土岩”。

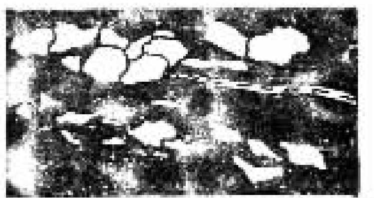
【煤层结构】 texture of coal seam 煤层中有无夹矸的存在。不含夹矸的煤层称为“简单结构煤层”，含夹矸的煤层称为“复杂结构煤层”。厚煤层或巨厚煤层多呈复杂结构，“花煤”、“花石节子”都是指复杂结构的煤层。形成煤层夹矸的主要原因是泥炭堆积过程中，沼泽基底在较短时间内下降速度超过了植物残体的堆积速度，而被其它沉积物所代替，形成了煤中的泥质岩、粉砂岩等夹层。这种情况出现得越频繁，煤层的结构越复杂。煤层结构的复杂程度，直接影响煤层的开采价值。煤层结构的特征，常用以作为煤层对比的标志。



(1) 煤层结构 (2)
1.简单结构煤层，2.复杂结构煤层

【夹矸】 parting 又称“夹石层”。夹在煤层之中的其它沉积岩层。夹矸多为泥质岩、粘土岩，高岭石粘土岩、碳质泥岩或砂岩、夹矸常呈层状、似层状或凸镜状。夹矸的存在使煤层结构复杂化，常给开采带来一定的困难，并使煤的灰份增高，降低煤的质量。但厚煤层中稳定的夹矸可作为分段开采的假顶。夹矸为分布广、厚度大的粘土岩时，可成为耐火材料或烧制陶瓷的原料；有的夹矸还含有稀有、分散、放射性元素。高岭石粘土岩夹矸常是较好的煤层对比标志。

【煤核】 coal ball 发育在煤层中的结核。它的形状有透镜状、球状、瘤状、豆状、饼状以及不规则形状等，其外部又常裹着一层煤皮，并沿煤层的一定部位断续分布。煤核的成分与围岩有明显的不同，主要由黄铁矿、白铁矿、方解石、菱铁矿、白云石或硅质等各种矿物组成，有时也能见到砂质、泥质组成的煤核。煤核的中心常含有与煤核成分不一致的物质，如砂粒、生物残骸以及其它矿物颗粒等。有时煤核中保存有十分完整的动、植物残骸，有助于对植物的细微结构、成煤古植物、成煤古气候以及煤层对比的研究。从煤核的成分可以推测当初泥炭堆积时沼泽的水介质化学条



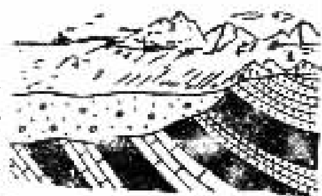
贵州汪家寨煤矿煤核分布状态

件：如方解石质、白云石质、硅质煤核是在近海的泥炭沼泽环境中形成的；菱铁矿质煤核表明沼泽是弱还原的环境，而黄铁矿、白铁矿质煤核表明水介质的化学条件是强还原的环境，常与闭塞的滞水湖沼有关。

【煤组】　group of seams　集中发育于煤系中某一或某些层段并在成因或标志上有联系的一组煤层。划分煤组需要综合考虑地层，古生物、岩相旋□结构及标志层等因素。在煤层不易对比的煤矿区，通常先按煤组进行对比，然后再在每一个煤组内，尽可能进行单煤层的对比。

【煤层冲刷】　washout of coal seam　煤层在形成过程中或形成之后，因河流、海洋等流水的冲蚀或冰川的刨蚀，遭到的局部或全部的破坏。煤层被全部冲刷掉的地带称为“无煤带”。煤层冲刷分为两类：①同生冲刷（亦称“层内冲刷”），冲刷作用是在泥炭层被上覆沉积物覆盖之前进行的，冲蚀的面积和深度都比较小；有时泥炭层在被覆盖之前，泥炭沼泽遭受海水侵入并形成灰岩顶板。由于海水反复的冲蚀，使泥炭层及转变成的煤层顶面凸凹不平，而上覆的灰岩顶板底面相应地凹凸不平，这种顶板俗称“蛤蟆顶”，见于山东、山西某些煤田。②后生冲刷，冲刷作用发生在泥炭层被上覆沉积物覆盖之后，可以是在煤系沉积过程中或在煤系形成之后发生的，其中以后一种情况冲蚀的面积和切割深度较大。冲刷带附近的煤光泽变暗，灰分、水分增加，煤层受到一定程度的破坏。煤层的冲刷给地质勘探和开采工作带来很大困难，因此在勘探及矿井地质工作中，要尽可能查明煤层冲刷的类型、范围、大小及其特点和规律，并圈出无煤区。


河流同生冲刷


河流后生冲刷

【无煤带】　want　泥炭层（煤层的前身）在堆积的过程中或堆积以后，由于河流、海浪或冰川的侵蚀，使泥炭层全部被侵蚀掉的地带。

【同生冲刷】　syngenetic washout　在泥炭的堆积过程中，河流或海浪对泥炭层的冲刷。参见“煤层的冲刷”。

【后生冲刷】　epigenetic washout（of coal seam）　泥炭层顶板沉积之后，河流或冰川等的活动对泥炭层的冲刷，参见“煤层的冲刷”。

【蛤蟆顶】　toad – roof　滨海沼泽中堆积的泥炭层，在顶板未沉积之前，由于海浪对泥炭层顶面的侵蚀，使泥炭层顶面凹凸不平，随后沉积的灰岩顶板，也相应的形成凸凹不平的底面。这种灰岩顶板称为“蛤蟆顶”。



蛤蟆顶

【构造煤】　tectonically deformedcoal　煤层受到构造应力作用产生碎裂、揉皱、擦光面等构造变动，从而失去原来条带结构的煤。按照煤的破碎程度可分为碎裂煤、碎粒煤和糜棱煤三种类型。按构造标志又可分为揉皱煤、鳞片煤和镜面构造。

【碎裂煤】　tectonically crushed coal　煤层受到构造应力作用破碎后形成的块状煤。煤受力后，在形变过程中首先产生不同方向的密集裂隙，并沿裂隙面切割成碎块。碎块之间没有大的位移，因之碎块仍保持着尖棱角状，煤仅在一些剪性裂隙表面被磨成细粉。

【碎粒煤】　granulated coal　煤层受到应力作用后破碎成粒状，并被重新压紧后的煤。在构造活动过程中，由于颗粒相互摩擦而失掉了棱角。颗粒的大小在 1 毫米以上。

【糜棱煤】　mylonitic coal　煤层受到构造应力作用后破碎成细粒状，并被重新压紧后的产物。在构造活动过程中，由于颗粒相互摩擦，不但失掉棱角，而且磨得很细，颗粒大小一般小于 1 毫米。糜棱煤是在强烈形变和发生塑性流动造成的，因之常可见到流动构造。

【揉皱构造】　corrugation structureof coal　煤层在形变过程中，煤的条带形成强烈的小褶皱，具这种构造的煤，称为揉皱煤，小的揉皱构造在镜下才能观察到。

【鳞片构造】　scaly structure ofcoal　煤层在形变过程中，破碎后压紧并呈现片理化的构造，具有这种构造的煤，称为鳞片煤。鳞片煤常出现在断层附近，其鳞片排列方向常与煤的层理斜交。

【镜面构造】　mirror structure ofcoal　煤受构造挤压而产生的磨光镜面。构造煤因经历塑性流动而常使镜面遭受揉皱。标明塑性流动的“流层”也都以磨光镜面相隔。

【煤层对比】　correlation of coalseams　根据煤层本身的特征和煤系中的各种标志，找出露头或钻孔内煤层的相应关系。煤层对比，首先需要确定对比标志，即寻找具有特殊标志的单一岩层或一套岩性、岩相组合，它们在横向上稳定，并和煤层有比较固定的联系。从实践中总结出来的对比方法较多，大致可归结为两大类：①根据含煤岩系的特点进行对比，如利用标志层、顶底板特征、古生物、岩性、岩相、旋□结构、重矿物及电测曲线等；②根据煤层本身特点进行对比，如利用煤层厚度、夹矸、煤层结构、煤质、煤层间距和煤岩特征等。实际中，常要综合应用各种方法进行煤层对比。煤层对比的可靠程度直接影响到正确地判断构造，精确地计算储量和煤矿的合理开采，因此在煤

田普查及勘探过程中，煤层对比是对煤田评价的一项根本性的工作。

【煤层倾角】　inclination of coalseam　煤层层面与水平面的夹角。按倾角的大小煤层可分为；缓倾斜煤层（小于25°）、倾斜煤层（25°—45°）和急倾斜煤层（大于45°）。煤层的倾角和厚度是确定煤矿开发方案的重要依据，并且直接关系到勘探区煤层可采厚度的确定。总的原则是倾角缓则要求最低可采厚度大，倾角陡则最低可采厚度可小些。一般规定参见下表：急需的或工业价值较高的煤种以及煤炭资源相对较少的地区，最低可采厚度标准可适当降低。

煤层倾角与最低可采厚度关系表

煤的种类	不同倾角的煤层最低可采厚度（井下开采）			
	倾角	<25°	25—45°	>45°
炼焦用煤	厚度（米）	0.6	0.5	0.4
非炼焦用煤		0.7	0，6	0.5
褐煤		0.8	0.7	0.6

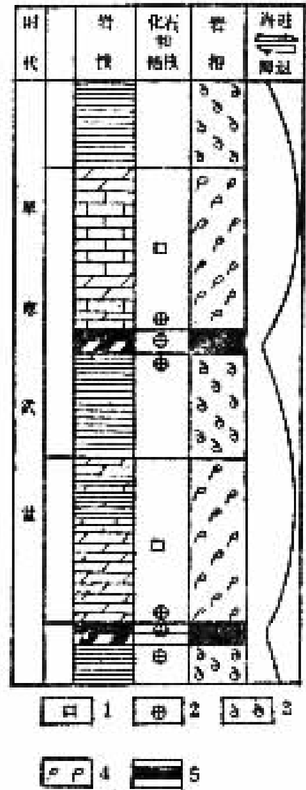
【煤相】　coal facies　指煤的原始成因类型。它是通过煤的显微组分、矿物含量和某些与煤级关系不大的化学参数，如硫、氮的含量、镜质组的碳氢比以及结构特征来表现的，它取决于泥炭沉积环境，即堆积方式、植物群落、覆水条件、介质特征等。

【煤沉积模式】　sedimentary modelof coal　以沉积模式的理论和方法用于煤系的研究，所得出的相应于一定成煤环境的煤系在时间和空间上的一般分布规律。即研究煤系、煤层在垂直层序上的组合特征和水平方向上的变化特征。重建成煤时的古地理、古地貌、古构造、古植被等一系列成煤控制条件，常以图解模型及剖面等型式反映，有时还可编制煤系的计算程序来反映。

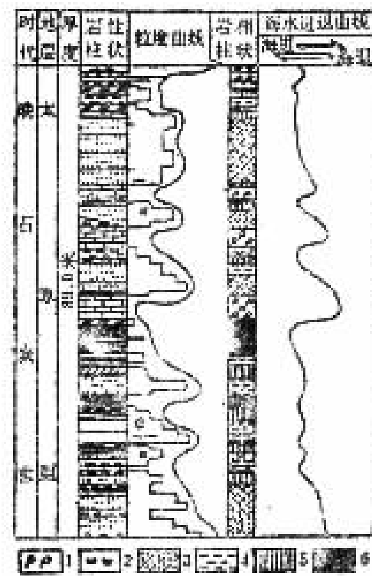
【煤系】　coal measures　①又称含煤沉积、含煤岩系、含煤地层或含煤建造，是在同一聚煤期内所形成的一套含有煤层或煤线的沉积岩系。由于煤系是在一定的古构造、古地理及古气候条件下的产物，因此，在地质历史时期随着自然条件的变化，煤系必然在横向上和纵向上过渡为不含煤的沉积岩系。煤系主要由砂岩、粉砂岩、泥质岩、碳质泥岩和煤组成，砾岩、粘土岩和石灰岩也比较常见，有时也可见到硅质岩和火山碎屑岩等。煤系中常见的其它矿产有油页岩、铝土矿、耐火粘土、菱铁矿、黄铁矿以及主要赋存于煤层及其顶底板中的锗、镓、镍、钒、铌、铍、铀、钍等稀有分散及放射性元素。②英国等欧洲国家的一个地层名词，用于上石炭统，大致相当于北美的宾夕凡尼亚系。其含义专指地层层序，而不论是否含有煤层。

【含煤建造】 coal – bearing forma – tiou“煤系”。

【含煤岩系古地理类型】 palaeo – geographic types of coal measures 根据含煤岩系形成时的不同古地理环境划分出的含煤岩系类型。古地理环境是指含煤岩系形成过程中起主要支配作用的沉积环境或地貌景观，包括聚煤盆地本身的地貌特征、水动力条件、水介质的化学特性和生物群落的分布；盆地距剥蚀区的远近以及剥蚀区的地貌特点和海洋对它的影响等而把含煤岩系划分为浅海型、近海型和内陆型三种古地理类型，然后再按其它古地理特点进一步划出亚型。


陕西南部早寒武世煤系岩相柱状示意图
1.黄铁矿结核；2.藻类化石；3.浅海泥岩相；4.浅海碳酸盐岩相；5.腐泥煤

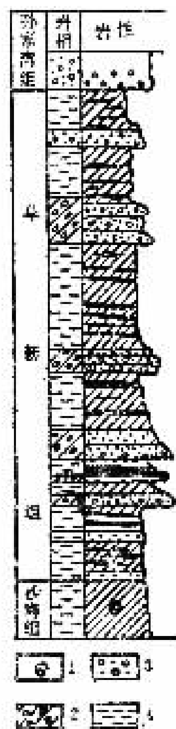
【浅海型含煤岩系】 neritic coalmeasures 聚煤盆地经常处于浅海环境下形成的含煤岩系。沉积物主要是浅海相的石灰岩、钙质泥岩、泥岩等，其中常见到腕足、珊瑚、□等多种浅海相动物化石，也有少部分滨海相的细砂岩和砾屑石英岩。煤层只在短暂的海退期形成，通常出现在两层灰岩之间，煤层的直接底板厚度不大，常为粉砂岩、泥岩，含植物根部化石，有时也有海生动物化石共生。顶板常为石灰岩。煤层薄，但分布面积广而比较稳定，煤层中硫分含量高。


山西煤田太原组岩相柱状图
1.浅海相；2.泻湖相；3.砂洲砂坝相；4.湖泊相；5.沼泽相；6.泥炭沼泽相

【近海型含煤岩系】 paralic coalmeasures 又称海陆交替相含煤岩系。为聚煤盆地长期处于海岸线附近的环境下形成的含煤岩系。含煤岩系由浅海、过渡相的泻湖、砂洲、砂滩障壁岛，三角洲、滨海湖泊和陆相河流、沼泽等的沉积物组成。岩性以细碎屑岩、粉砂岩、泥岩和石灰岩为主，与内陆型含煤岩系相比，由于沉积物多经长距离搬运，粒度通常偏细、分选磨圆度较好，碎屑成分也比较单一。近海地区的地形低洼平坦，地壳稍有升降，能引起大面积的海水进退，因此所形成的含煤岩系不但分布面积广泛，而且岩性、岩相在横向上也比较稳定；由于海水进退频繁、垂向上旋结构清晰。煤层在海退期形

成，由于滨海地区的泥炭沼泽容易被海水淹没，所形成的煤层一般较薄，结构简单、煤层稳定且易于对比。近海型煤根据煤系形成时聚煤盆地的地貌特征、河流和三角洲沉积发育的情况，进一步分出若干个亚型。

【内陆型含煤岩系】 imuic ocalmeasures 又称陆相含煤岩系。聚煤盆地在远离海洋的内陆和山间地区的环境下形成的含煤岩系。含煤岩系由山麓相、河流相、湖泊相、



阜新煤田早白垩世阜新组岩相柱状图
1.淡水动物化石；2.冲积相；3.洪积相；4.湖泊及沼泽相

沼泽相和泥炭沼泽相沉积物组成，缺少浅海相和滨海相沉积物。由于沉积物未经长距离搬运，岩石常以粕碎屑岩为主，成分复杂、分选磨圆程度较差。内陆地区的地貌景观比较复杂，因而形成的含煤岩系的厚度以及岩性、岩相横向上变化较大。内陆湖泊、河漫滩洼地、牛轭湖地区发育的泥岩沼泽也比滨海地区的泥炭沼泽要小得多，所形成的煤层的分布范围较小，常以中、厚煤层为主，稳定性差，结构亦较复杂，有时形成巨厚煤层，多不稳定，常在短距离内分岔尖灭。根据含煤岩系形成时聚煤盆地的地貌特征，河流和湖泊沉积物发育情况可划分出若干亚型。

【煤系盖层】 overlying strata ofcoal measures 又称含煤岩系上覆岩系。沉积在含煤岩系之上，不含煤层的岩系。不同地质时代的上覆岩系其特征不同，甚至同一地质时

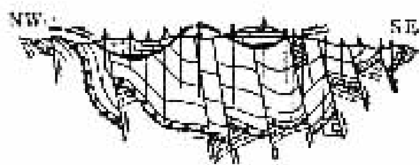
代的上覆岩系的特征随地区不同也有一定的变化。红色、杂色碎屑岩系是最常见的上覆岩系。上覆岩系与煤系之间常为连续沉积，但有的接触关系呈平行或具有一定角度的侵蚀间断。上覆岩系的厚度随地区不同而有较大的变化，一个地区上覆岩系的厚度大小是影响煤的深成变质程度的因素之一。

【煤系基底】　basement of coalmeasures　接受含煤沉积的底部岩系。不同地质时代煤系的基底岩系特征也常不同，常见的有碎屑岩系、碳酸盐岩系，也有火山岩系等。煤系基底与煤系之间的关系有的为连续沉积，有的呈平行或具有一定角度的侵蚀间断，认识这些特征对于寻找掩盖煤田可以提供可靠的标志。

【赋煤构造】　coal preserving struc－ture　能够起到保存含煤岩系作用的各种构造单元。聚煤盆地受到后期构造作用的破坏后，含煤岩系通常只能被保存在诸如构造盆地、复式向斜、断块和逆掩断层的下盘等赋煤构造中。在褶皱构造强烈地区，复式向斜构造常是主要的赋煤构造（上图）；在挤压作用十分强烈的构造带，在逆断层、逆掩断层的上盘覆盖下，其下盘常保存有含煤岩系，在断裂构造发育地区，地垒或阶梯状构造的上升部分，含煤岩系常受剥蚀，而下落部分和地堑常使含煤岩系得到保存（下图）。



湖南涟邵煤田构造示意图



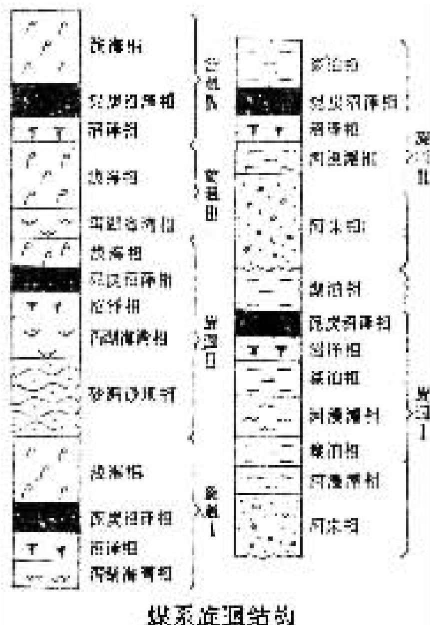
江西巨源矿区构造示意图
1. 下二叠统茅口灰岩；2. 上二叠统安源煤系；3. 煤层；4. 逆掩断层

【海退层序】　regressive sequence　随着海岸线方向移动，出现由海相逐步转为陆相和海水逐渐变浅的沉积物层序，称海退层序。例如：在海岸砂之上依次沉积了泻湖软泥与滨海沼泽的粉砂沉积，这种显示海水逐渐后退的沉积物层序，就是海退层序。一般情况下，海平面下降或陆地上升都能引起海退。

【海进层序】　transgressive sequence　随着海岸线向陆地方向移动，出现由陆相逐步转为海相和海水逐渐变深的沉积物层序。例如：在滨海沼泽粉砂沉积之上依次沉积了泻湖软泥与海岸砂，这种显示海水逐渐变深的沉积物层序，就是海进层序。然而海平面上升既可发生海进层序又可发生海退层序；当海平面上升快而沉积物供给缓慢的情况下，浅水沉积物逐渐被深水沉积物所代替，则出现海进层序。但是当海平面上升缓慢而沉积物供给较快的情况下，深水沉积物逐渐被浅水沉积物所代替，便出现海退层序。

【煤系成因标志】　genetic marking of coal measures　反映煤系沉积环境和形成条件并保存在岩石中的特征，包括岩石的岩性成份、结构、层理、化石、结核、包裹体以及岩层之间的接触关系等。煤系主要由各种粒度的砂岩、粉砂岩、砾岩、粘土岩、石灰岩和煤组成。它们具有的许多标志常常能够反映沉积环境的特征，如沉积物颗粒的粗细反映水介质流速的大小；碎屑颗粒的分选、磨圆程度，反映沉积物搬运的远近和搬运次数的多少；一定类型的层理与一定水介质运动条件有关，如具有板状交错层理的砂岩往往是在河床中形成的；化石是区分海相与非海相和水域条件的重要标志；结核的矿物成分、结构构造、形状和分布可以反映沉积环境，如浅海粉砂岩、泥质岩中常含方解石、硅质结核，而形成于海湾、泻湖以及滨海沼泽中的同类岩石则常含丰富的铁白云石、菱铁矿结核；至于岩层间的接触关系则表明沉积环境是突然改变的或是逐渐过渡的。研究沉积岩的形成环境，要综合考虑这些标志和水平的变化，以及上、下岩层的沉积环境特征，并应与现代的沉积环境相比较。

【煤系旋□结构】　cycle of sedi－mentation in coal measures　煤系垂直剖面中一套有共生关系的岩性和岩相的有规律交替。旋□结构是煤系的重要特征之一，根据岩石粒度有规律的粗细变化划分的旋□结构叫“粒度旋□”；根据岩相有规律的变化划分的叫“岩相旋□”（图），通常指的是岩相旋□结构。煤系垂直剖面中岩性、岩相的有规律交替是海平面与陆地频繁相对运动的结果。海平面升降的原因很多，如地壳运动、气候变化、冰川作用和冰消作用的交替、河道在横向上的反复迁移、沉积物堆积速率的变化以



煤系旋回结构

及沉积物的压缩等都可引起海平面的变化。地壳运动导致旋□结构变化的因素有二①地壳总的下降中伴随的小振荡运动；②间歇沉降运动。旋□的分类和命名方法很多，主要

的有以下三种：①根据旋□的形成条件分为大陆旋□、过渡旋□、海相旋□和复杂旋□；②根据旋□开始和终结的岩相分为冲刷相一浮湖相旋□，三角洲相一浅海相旋□等；③根据旋□的完整程度分为完整旋□和不完整旋□。

【振荡指数】 index of oscillation 旋□个数与煤系厚度之比（旋□个数/煤系厚度）。由于煤系的含煤性与旋□结构的数目有成因上的联系，对于主要由小振荡运动引起的旋□结构，振荡指数在一定程度上可以说明煤系的含煤性。

【含煤岩系成因类型】 genetic typesof coal – bearing strata 又称“含煤建造成因类型”。根据含煤岩系形成时的大地构造条件划分的类型。主要是以含煤岩系形成时坳陷运动的性质为依据，同时也注意含煤岩系与基底的关系、基底的构造特征以及含煤岩系形成后的变化。含煤建造形成后的变化虽然对阐明聚煤坳陷的构造性质有重要参考价值，但由于同一构造单元在不同发展阶段其运动性质可以发生转化，因此不能作为主要依据。分析含煤岩系成因类型一般考虑以下几个方面：①含煤岩系基底的特性及其与基底的接触关系；②含煤岩系的厚度及其变化；③含煤岩系的岩性、岩相组成及古地理环境；④岩性、岩相及旋□的稳定性；⑤含煤性；⑥煤的变质程度和围岩的成岩作用及其以后的变化；⑦形成后的构造破坏和岩浆破坏；⑧目前的分布范围和保存程度等。成因类型的划分一般是首先将含煤岩系分为地槽和地台两大类，然后再作进一步的划分。对于我国含煤岩系成因类型的划分，应充分考虑我国的大地构造特点，如我国的地台相对的较为活动；地槽褶皱隆起转为年青地台之后，其活动性一般仍然较大；在地槽系中夹有多种类型的中间地块以及中间地块相邻地区发育有山前坳陷等。有的含煤岩系成因类型的确定还要考虑古地理环境。

【聚煤盆地】 coal – accumulating basin 地史上发生聚煤作用的地区。这些地区在地形上和构造上都表现为盆地。聚煤盆地也可说是同一地质发展过程中发育的含煤岩系的分布范围。聚煤盆地按成因可分为非构造成因和构造成因两类，以及两类之间的过渡类型即侵蚀构造型聚煤盆地。非构造成因的聚煤盆地，也称侵蚀聚煤盆地，可分为侵蚀盆地、塌陷盆地及其它非构造成因的如死火山口、盐丘上隆引起滂侧下降而形成的聚煤盆地等。发育在这些盆地中的含煤岩系分布范围小，厚度也不大，常受后期侵蚀而被破坏，即使由于地壳后期发生下沉而得以保存，但工业价值往往不大。构造成因的聚煤盆地习惯上称为聚煤坳陷，可分为坳陷型盆地、断陷型盆地两种基本类型，两者之间还存在一些过渡类型，具有两类基本类型的某些特点。构造成因的聚煤盆地中形成的含煤岩系分布面积大，厚度可达数千米。地质时期被深存下来的大多是这一类型的盆地，多具有重要的工业价值。

【侵蚀聚煤盆地】 erosional coal – acoumulating 由于河流的侵蚀，冰川的刨蚀或岩溶等作用而形成的聚煤盆地。这种类型的聚煤盆地是在没有地壳下沉条件下，仅由于

河流、冰川的侵蚀以及地表灰岩的溶蚀作用而形成的。含煤岩系的最大厚度就是盆地的侵蚀或溶蚀的深度，沉积最终就是将侵蚀盆地填平补齐为止。因此这类聚煤盆地的特点是受盆地的侵蚀、溶蚀的幅度所限，含煤岩系的厚度不大，通常仅数米至数十米。盆地的基底也由于侵蚀、溶蚀作用常造成凸凹不平，早期形成的煤层因受到盆地基底地形的限制而成孤立的透镜体状，后期随着盆地基底的填平补齐，煤层才连成一片。

【塌陷聚煤盆地】 karst coal – accu – mulating basin **地下深处的石灰岩、白云岩等易溶岩石，受到地下水长期的溶蚀，地下产生巨大的溶洞引起地表塌陷而形成的聚煤盆地。这种类型聚煤盆地的规模一般不大。**

【坳陷型聚煤盆地】 subsiding coal – accumulating basin **又称波状坳陷型聚煤盆地，为基底呈波状起伏，基底面比较连续而分异性相对较差，断裂不发育也不起主要作用的聚煤坳陷。一般具有下列特点：古生代的聚煤坳陷面积大，有的可达数万至数十万平方公里。而中、新生代的聚煤坳陷的面积一般较小。它们的形状多呈浑圆形或长圆形。从聚煤坳陷的边缘到中心，沉降幅度由小变大，煤系在边缘地带厚度小，向中心逐渐变厚。大型聚煤坳陷的沉降中心与坳陷中心未必一致，即沉积最厚的地区不一定就是坳陷幅度最大的地区。含煤性较好的部位往往发育在坳陷两侧的斜坡带。由于聚煤坳陷的基底比较连续，分异性不大，其中发育的含煤岩系的厚度、岩性、岩相以及含煤性等在较大的范围内都比较稳定，而且是逐渐变化的，煤层也容易对比。**



波状坳陷

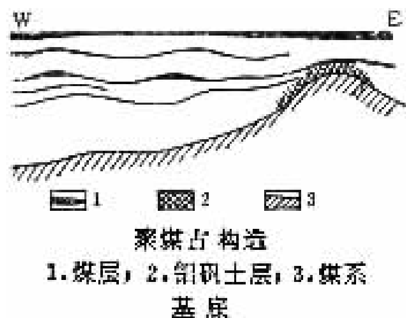
【断陷型聚煤盆地】 coal – accumu – lating fault basin **又称断裂坳陷型聚煤盆地。盆地边缘由断裂控制，基底被断裂切成块段的聚娱坳陷。由于坳陷基底不连续，断块之间下降速度具有明显的分异性，因此具有下列特点：受边缘断裂的控制，聚煤坳陷多呈狭长条状，而且面积不太大，并常按一定方向分布；由于不同断决之间存在着差异沉降，使煤系厚度、岩性、岩相以及含煤性等的变化更为显著，且煤层不易对比；在断块沉降速度适合植物遗体堆积速度的地带，往往形成巨厚煤层；尤其是靠近盆缘断裂、在沉降速度过快的地带，厚煤层分叉变薄以至尖灭。**



断裂坳陷

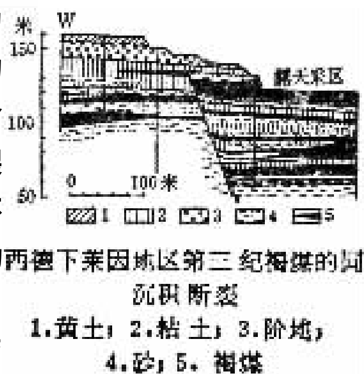
【聚煤古构造】 coal – accumulating palaeostructure **影响聚煤作用的、产生于聚煤期前或聚煤期间的构造。一般常把聚煤期前形成的背斜、向斜称为隆起、坳陷，以区别于聚煤期后形成的褶皱构造。发育在聚煤期前的隆起、坳陷以及古断裂，通常表现为盆地的基底构造，含煤岩系即形成于坳陷区，而隆起区则受剥蚀供给陆源碎屑物质。坳陷**

区内还有次一级的隆起，坳陷和古断裂的存在，如未经长时期侵蚀夷平，就会造成含煤岩系基底的起伏不平。含煤岩系形成初期，盆地基底构造直接影响煤系底部的厚度变化、底部煤组或煤层的存在及分布。图中可以看出坳陷内部次一级隆起影响底部煤层的发育情况，隆起区比坳陷区煤层要少，在第四煤层形成之初，聚煤盆地才连成一片。



聚煤古构造
1.煤层；2.铝矾土层；3.煤系基底

【同沉积构造】 synsedimentary structure 同沉积构造是在含煤岩系沉积过程中，伴随慢缓的地壳运动形成的同沉积背斜、向斜、和同沉积断裂。同沉积背斜地带，含煤岩系沉积厚度薄，向斜地带则沉积厚度大；同沉积断裂两盘的岩性、岩相和厚度常有明显的不同。同沉积构造不但控制着含煤岩系的形成，如果在聚煤期后仍然继续活动时还控制着含煤岩系的后期改造。



西德下莱因地区第三纪褐煤的同沉积断裂
1.黄土；2.粘土；3.阶地；4.砂；5.褐煤

【聚煤期后构造】 post－coal palco－structure 发育在聚煤期后上覆岩系形成阶段及其形成以后的构造，通常表现为褶皱和断裂构造。聚煤期后的构造活动不但决定了上覆岩系的构造面貌，而且也直接影响到含煤岩系和下伏岩系的构造面貌；如果含煤岩系及其下伏和上覆岩系三者属于同一构造层，它们将产生相同样式的构造面貌，如果不属于同一构造层，则会形成不同样式的构造面貌，而且聚煤古构造被聚煤期后构造所改造。因此对不同期的构造样式进行具体分析，有助于了解聚煤盆地的构造历史演化。聚煤盆地往往经历了多次构造变动，使含煤岩系改变了原有的沉积面貌，现在含煤岩系的分布，就是经历了多次后期改造而被保存下来的部分。

【聚煤区】 coal－accumulating belt 地质历史发展过程中有聚煤作用的煤田或含煤区的广大地区。这些煤田和含煤区的形成条件具有一定的共性。我国大体上可划分为六个聚煤区，每个聚煤区大都包含有一个以上地质时代的含煤地层。各聚煤区均以主要聚煤期命名；①华北石炭二叠纪聚煤区；②东北侏罗纪—白垩纪聚煤区；③西北侏罗纪聚煤区；④华南二叠纪聚煤区（秦岭淮阳山脉以南，龙门山、横断山脉以东）；⑤台湾第三纪聚煤区；⑥西藏滇西中生代及第三纪聚煤区。

【含煤区】 coal province 聚煤区内受同一大地构造条件控制的广大含煤地区。它

可以包括若干个煤田、煤产地，面积可由几百平方公里到几千平方公里，如下辽河含煤区。

【煤田】 coalfield 同一地史过程中形成并连续发育的煤系分布的区域。面积一般由几十到几百平方公里。有的地区虽受后期构造破坏而使煤系分割，但基本上仍能连成一片或呈现一定规律者，则仍属同一煤田。划分煤田的基本原则是，一个煤田内的煤系是同一地史过程的产物，其次要考虑面积大小、储量多少、受后期构造的影响以及生产上习惯用法等因素。煤田可按所含煤系出露的情况分为三类：①全区内煤系出露良好的称暴露式煤田（如大青山石拐子煤田）；②出露情况尚能据以大致了解煤系分布情况的称半暴露式煤田（如开滦煤田）；③露头情况极差，煤系大部分被掩覆的称隐伏煤田（如苏北一些煤田）。也有根据煤田边界的暴露程度划分的：①煤田边界能根据下伏岩系的露头圈定的为暴露式煤田；②边界可部分圈定的为半暴露式煤田；③边界完全无法圈定的为隐伏式煤田。

【暴露式煤田】 exposed coalfield 煤田范围内煤系出露良好，或根据下伏碧系的露头可以圈出煤田的边界称为暴露式煤田。参见“煤田”。

【半暴露式煤田】 semiconcealedcoalfield 露头出露情况尚好，能据以大致了解煤系分布情况，或根据下伏岩系的露头，可以圈出部分边界的煤田。参见“煤田”。

【隐伏煤田】 concealed coalfield 露头情况极差，煤系大部分被掩覆，无法确定边界的煤田。参见“煤田”。

【北型南相煤田】 coalfield with northern tvpe and southern phase 我国豫西和淮南一带兼有南北方晚古生代聚煤期特点的煤田。我国北方，特别是华北广大地区工业价值较高的煤层多产于上石炭统太原组和下二叠统山西组，上覆的二叠统石盒子组则为一套不含煤的杂色砂页岩系。我国南方广大地区如湘、赣、闽、粤等省晚古生代主要煤层多产于上二叠统龙潭组，层位大致与北方上石盒子组相当。而豫西淮南一带的煤田地处我国南北方过渡地带，具有南方和北方晚石炭世到二叠纪煤系的聚煤期特点，不仅太原组和山西组煤系发育，而且在上石盒子组中也形成了较好的煤层，因此，谢家荣将兼有晚古生代南方与北方煤系发育特点的豫西和淮南煤田称为北型南相煤田。

【煤产地】 coal district 煤田受后期构造影响而分隔开的一些单独而面积不大的产煤地区，或指面积和储量都较小的煤盆地。面积从几平方公里到几十平方公里。根据前面的概念，一个煤田往往由若干个煤产地组成，有些地区习惯于在煤田内划分为煤矿区，常和煤产地相当（见“煤矿区”）；有的不采用煤产地一词，对煤盆地不论大小、储量多少统称“煤田”。

【含煤性】 coal－bearing properties 煤田或井田内煤的赋存情况。含煤性包括煤层和煤质两个方面。前者主要指煤层层数、煤层厚度和变化，煤层形态以及煤层结构的

变化程度，可用煤层等厚线图、含煤系数；可采含煤系数表示；煤质方面应包括煤种、煤的化学工艺性质、灰分、硫分等变化规律以及煤岩特征等。

【含煤系数】　coal－bearing coefficient　煤田、煤产地或井田内煤层总厚度与煤系总厚度之比，用百分数表示：

$$含煤系数=\frac{煤层总厚度}{煤系总厚度}\times 100\%$$

含煤系数是用来表示煤田、煤产地内含煤的丰富程度。由于同一煤田或煤产地、井田内的煤系总厚度和煤层总厚度多不一致，所以含煤系数只能近似地反映含煤性。

【可采含煤系数】　muinable coalbearing coefficient　煤田、煤产地或井田内可采煤层的总厚度与煤系总厚度之比，用百分数表示：

$$可采含煤系数=\frac{可采煤层总厚度}{煤系总厚度}\times 100\%$$

由于可采煤层总厚度和煤系总厚度都可以有变化，因之可采含煤系数只能大致反映可采煤层的情况。

【含煤密度】　coal－bearing density　每一平方公里内煤的储量。可用来估计勘探程度低的广大含煤地带的煤储量，并常常用来表示含煤性的相对好坏。

【可采含煤率】　ratio of muinable coal　勘探工程控制圈定的范围内，可采煤层的延伸长度或分布面积与煤层的总长度或总面积的百分比。可采含煤率用来表示极不稳定煤层分布地区的含煤情况。此数乘以煤层加权平均厚度、体重和面积（或总长度）可得出低级储量。

【煤层水平切面图】　horizontal sectiou map of coal seam　不同煤层在同一标高的水平投影，其标高一般与矿井设计的开采水平下界一致。它可以反映在这一开采高度上煤层的赋存情况、产状变化、褶皱、断层等。是矿山开采设计的重要图件。

【煤田测井】　electrolog of coalfield　应用地球物理测井仪器测定钻孔内的地质情况及岩石物理性质的工作。测井方法主要有电测井、放射性测井等，一般在测井的同时还配合进行井壁取芯。通过测井能了解钻孔内的岩性、煤质、煤层结构，确定煤层的层位、深度、厚度以及井斜、井径及井温等。结合钻探等资料，进行综合分析，为查明矿区地层剖面、地质构造、计算储量等提供重要依据。

【煤层底板等高线图】　contour map of seam floor　煤层底界面标高连接而成的等值线图。是反映煤层底板产状变化、褶皱、断层等构造形态的图件，煤层储量计算的底图，也是指导勘探，为煤矿设计、建井及生产服务的重要图件。煤层倾角平缓时，一般用水平投影；倾角大于60°时，则采用立面投影。立面投影必须同时附有水平投影图。

【煤层等厚线圈】　isopach map of coal seam　表示煤层厚度变化的等值线图。将井

田内煤层厚度点按座标投影在水平面上，结合地质构造将同一厚度的点连接成线，即成煤层等厚线图，它是反映煤层厚度变化规律的主要图件，也是指导勘探，为煤矿设计、建井和生产服务的重要图件。

【氧化煤】 oxidized coal 地表露头附近的煤层，受到以化学风化为主的作用后，改变了化学性质，其物理变化不如风化带煤层那样明显。煤层的氧化深度主要是受煤层产状、地质、地貌条件、水文地质条件以及自然地理条件的制约，并与老窑开采破坏的程度有关。确定氧化煤的主要指标为水分（w）、灰分（A^g）、发分（V^r）、胶质层厚度（Y，炼焦煤）、氧（O^r）、发热量（Q^T）、焦油产率（T^c 炼油煤）。氧化煤样的测定，是确定煤层氧化带边界的主要依据，据此深度圈定井田的氧化带的边界，分别计算储量。在煤田地质勘探过程中氧化带的测定只限于炼焦煤、化工用煤以及炼油煤。一般动力用煤、工业用煤，只圈出煤的风化带边界即可用以圈定储量计算边界。煤样的采取方法用刻槽法，煤样自风化带边界开始，间隔由疏而密，具体距离依据煤层产状而定。在薄煤层中采样可自顶到底取一个样，在厚煤层中可以只取其中一段，以选择煤层结构简单而稳定的一段为宜，但采样的层位必须保持稳定，煤样采取后要及时送验，并力求迅速取得分析成果，如果连续三个煤样分析的指标稳定，即可认为已穿过氧化带。



氧化煤

【风化煤】 weathered coal 出露于地表或埋藏于浅部的煤层，受到风化作用后，其化学性质、物理性质，都发生了极为明显的改变，这一部分煤层称风化煤。确定煤层的风化带，目的在于圈定煤层的储量计算边界。测定方法是做煤的简单的燃烧试验，观测煤样从不燃、稍燃过渡到良好燃烧的界线，如果燃烧良好，即认为已穿过风化带，据此深度圈定井田储量计算边界。

【煤样】 coal sample 按照一定规格和要求，从大量煤中抽取具有代表性的供试验用的样品。煤样是用以了解煤的物理化学性质和工艺特性，以便确定煤的类型、牌号和煤质，为安排采煤、选择洗煤方法、用煤设备和确定合理用途等提供依据。从普查、勘探到矿井生产，根据目的的不同，采取不同要求的煤样。如在钻孔中采取煤心煤样、煤岩煤样，以初步了解煤质。有时还要采取一些专门煤样，如采取孢粉样做孢粉分析用于煤层对比，风化带煤样用以确定煤的风化带和氧化带（次风化带）的界线等。

【煤层煤样】 seam – section sample；bed sample 从煤层顶板采到底板的煤样。采取煤层煤样是为了确定煤层的质量和开采利用的阶值。煤层煤样分为“可采煤样”、和“分层煤样”。

【分层煤样】 slice coal sample；interstratified seam sample 从煤和夹石的每一自然分层分别采取的煤样。煤层厚度小于1米时，煤中厚度小于20毫米的夹石层可并入相邻的煤分层中，不需单独采取；煤层厚度超过1米时，厚度小于30毫米的夹石层可并入相邻的夹石层中，不必单独采取。采样时自上而下，按自然分层次序分别采取。

【可采煤样】 minable slice coalsample 采煤时应开采的煤分层及其夹石层中采取的样品。但伪顶伪底及采煤时不采的分层均不得采入煤样内。采取可采煤样时，将应开采的煤分层及夹石层自上而下一起采取，如夹石层单独剔出时，则应先采取夹石层上面的煤样，再采取夹石层下面的煤样，装入同一口袋内，做为煤质分析试验的样品。

【煤芯煤样】 coal core sample 又称“钻孔煤样”，即从钻孔煤芯中按照储量计算煤层厚度的分合原则，采取的煤层煤样。煤芯煤样用于煤层的煤质化验、煤岩鉴定和小体重测定。煤田普查勘探阶段通过大量的煤芯煤样化验鉴定结果，可以了解矿区或井田各煤层的煤质变化情况。

【煤岩样】 sample for coal petrography 用做煤岩鉴定的煤样。可在巷道、煤层露头、探槽、浅井中用刻槽方法采取，也可从煤层煤样、煤芯煤样中缩取。煤岩煤样主要用于宏观和显微镜下研究以确定煤的组分、工艺性能、成因、变质程度、煤的风化带和氧化带界限等。

【体重试验煤样】 coal sample tordetermining bulk specific gravity 为确定煤的体重而采集的煤样。一般分为“小体重煤样”和“大体重煤样”两类。小体重煤样是以小于2立方厘米的煤块用涂腊法测定的，样品可在煤芯煤样、煤层煤样中采取，测得的煤块体重可大致代表全层煤的体重。大体重煤样指在井巷中用全巷法采掘的1立方米体积的煤样，其中凡厚度大于10毫米的夹矸均应剔除，并从总体积中减去夹矸的体积，测得的体重能比较准确地代表全层煤的体重。

【可选性试验煤样】 coal samplefor washability test 又称筛洗煤样，是为进行煤的“筛分试验“和“浮沉试验”而采取的煤样。通常在煤矿井巷中用全巷取样法或剥层取样法采取。“煤的筛分试验”是把煤样筛分成若干粒级，大于25毫米的各粒级，要求手选，分出煤、夹矸煤、矸石和黄铁矿，并系统的测定各粒级的产率和质量。“煤的浮沉试验”是把筛分后的各粒级经过手选再用浮沉法测定其比重及产率。通常是用比重液测定各级浮煤量和沉煤量以及浮煤的煤质。此外，还有中间浮选法等。确定煤的可选性是为选煤厂的设计提供资料，同时也为评定煤的质量和用途提供依据。

【筛洗煤样】 coal sample forscreening test 即“可选性试验煤样”。

【筛分试验】 screening test of coal 煤田地质勘探过程中，对炼焦用煤，化工用煤，低温干馏用煤工业评价进行的一项半工业规模试验，是煤的可选性试验的一项内容。样品用全巷法采取，不同煤层应分别采取，样品重量不少于10吨，通过筛分将煤样分成以下各粒级：>150、150—100、100—50、50—25、25—13、13—6、6—3、3—0.5和<0.5毫米，大于50毫米各粒级的煤样，用手选分选出煤，夹矸煤、矸石和硫化铁四种产物。筛分操作一般从最大的筛孔开始，逐次向最小级的筛孔进行，各粒级产物分别称重，并分别进行各粒级煤样的原煤、洗煤工业分析。通过筛分试验，了解各煤层的产块率和不同粒级煤的质量特征。从>50毫米各粒级煤的含矸率，获得工作面生产原煤的含矸率指标。

【浮沉试验】 float and sink test 煤田地质勘探中对炼焦用煤，化工用煤及部分动力用煤工业评价的一项半工业规模验验，为煤的可选性试验的一项内容。是把筛分后的各粒级煤样经过手选再用浮沉法测定其比重和产率。通常是用不同的比重液、测定各粒级的浮煤量和浮煤的煤质（灰分、硫分等），从而了解煤的可选性，为新建选煤厂确定合理的分选比重和洗选流程提供可靠的技术依据。生产矿井的选煤厂，进行原煤入选试验，可以及时了解因煤质变化而产生的可选性变化，及时采取措施控制精煤产率和质量。

【生产煤样】 exploitation sample 煤矿正常生产条件下采取的、用来确定煤产品质量的煤样。生产煤样一般用全巷取样法或在矿车、皮带运输机上采取。煤田勘探阶段则模拟生产条件采取生产煤样。生产煤样通常用于进行筛分试验以确定各种粒度煤的数量和质量，进行浮沉试验以确定煤层的可选性，还用以确定煤的工艺性质的试验。根据这些试验结果，确定煤层的合理利用途径，并用以检查和保证原煤质量。

【瓦斯煤样】 coal sample for gastest 为测定煤层中的瓦斯成分和含量而专门采集的煤样。它是在钻孔、勘探坑道、矿井或小窑中用密闭采样器采取的，以确定瓦斯成份（二氧化碳、氮、甲烷等）和每克可燃物中瓦斯的含量，是评价煤矿瓦斯含量和瓦斯等级的重要资料，也是煤矿建井设计的重要参考资料。

【煤矿区】 coal districx 简称矿区，根据煤田范围内的地形、地质、交通和生产管理等因素，划分出的若干个含煤地段。在煤矿区内又可划分为若干个井田，以便进行合理开发和生产管理。

【矿区生产规模】 production scale of coal district 煤矿区各个矿井的年设计生产能力的总和称为矿区生产规模。它主要决定于煤的储量，尤其是据以建井的探明储量，其次是地质条件、开采技术水平等。

【井田】 mine field 煤田或煤矿区内划归一个矿井开采的部分。井田是煤田地质勘探和开拓的基本单位。由于煤田或煤矿区的范围广、储量大，而且各部分的自然地理和

地质条件存在着差异，常把煤田或煤矿区划分为若干井田进行开采。划分井田应考虑地质及技术条件、地形条件、交通条件及生产规模等。井田的形状尽可能划成长方形，井筒在井田走向方向的中央，使井田两翼的储量尽可能相近，以保证均衡生产，合理运输，使井下生产维持最低费用，并与相邻井田很好地衔接。露天井田的划分要考虑煤层厚度、煤层倾角、夹矸厚度、覆盖层厚度、生产规模和生产技术条件等因素。

【井田边界】　boundary of minetield　划分井田范围的界线。通常以煤层露头线、断层、褶皱轴、采空区边界、河流及地面建筑等作为自然的井田边界；但也有根据井田开拓能力所达到的范围划定的，如沿煤层走向则以一定长度（如3—6公里），沿煤层倾向按可能开采的深度的底板等高线来划分。

【井型】　pit type　矿井设计的年生产能力。通常按矿井的年设计生产能力分为大、中、小三个类型。一定的井型要求有一定的煤储量，以保证矿井有一个合理的服务年限。井型越大，服务年限越长，要求煤炭储量越多。井型的大小主要决定于井田的地质条件、储量规模和服务年限，以及煤的供需状况。

【矿井地质】　mining geology　煤矿建井和生产过程中进行的、直接为煤矿生产服务的地质工作，是煤田地质普查和勘探工作的继续。矿井地质工作的目的，是提供准确而足够的地质资料，保证煤炭资源的合理开采和利用。因此，矿井地质工作的任务是：在建井和生产过程中研究煤矿的煤层，地质构造和水文地质等有关问题，查明影响正常生产、开拓和回采的地质条件；研究煤的物理、化学性质及其变化规律；研究围岩的物理性质；研究煤层和围岩中瓦斯赋存及泄出的情况；掌握煤矿储量变化情况，提供生产过程中所需要的地质资料，编制必要的文字说明书和图表，指导煤矿生产并为煤矿生产服务。

【煤矿设计】　mine design　根据国家对煤的需要，在地质勘探成果和有关资料的基础上编制的合理开发煤炭资源的方法和程序。煤矿设计通常分为三类：①矿区总体设计：确定矿区生产规模，矿井和其它单位工程合理的布局，以及正确安排建设程序。一般是在初步勘探（相当于矿区详查）的基础上编制，是矿区内矿井等单位工程设计和施工计划的主要依据。②矿井设计：是在一个井田内，确定井型，布置巷道等工程，选择设备，计算材料和投资。一般在详细勘探（相当于井田精查）的基础上编制，是投资、施工和设备订货的依据。③施工图设计：根据批准的矿井设计编制的详细图纸，是指导施工、以及编制施工予算和决算的依据。

【回采率】　rate of recovery，extraction rate　煤的生产设计或实际采出的储量占工业储量的比例。它是设计或实际损失率的逆指标；回采率的大小与损失率成反比。回采率分“设计回采率”和“实际回采率”。设计回采率根据设计中规定的损失量计算；实际回采率则是根据开采中实际损失的煤量计算。回采率还可根据开采范围的大小，分为

工作面回采率、采区回采率和矿井回采率。回采率与储量、产量和损失关系，用下列通用公式表示：

$$回采率（\%）=\frac{储量-损失量}{储量}\times 100$$

$$实际回采率（\%）=\frac{实际产量}{储量}\times 100$$

【含矸率】 refuse rafie 单位重量原煤中未能拣除的大于50毫米矸石的重量百分比。煤矿生产过程中，由于夹矸、顶板和底板岩石混入煤中，使煤的质量降低，一般用含矸率表示煤质降低的程度，含矸率高表示煤的质量差。煤矿生产要求尽可能地降低含矸率以提高原煤质量。

【煤矿瓦斯】 mine gas 煤矿中从煤和围岩中逸出的甲烷、二氧化碳和氮组成的混合气体。瓦斯沿裂隙突然大量喷出称瓦斯突出。瓦斯有时和煤一起突然大量喷出，称煤和瓦斯突出。瓦斯是煤矿生产中的有害因素，它不仅污染空气，而且当空气中瓦斯含量达5—16%时，遇火会引起爆炸，造成事故。但瓦斯爆炸是可以予防的，瓦斯突出也是可以予测的，如经常测量巷道空气中的瓦斯含量，测量“瓦斯涌出量”，并采取有效通风、严禁烟火、预先抽放，开采保护层、人工突出等措施，以保证煤矿生产的安全。重要的是应该研究解决煤矿瓦斯的综合利用问题，变害为利，专门抽放集中瓦斯用作气体燃料和制造炭黑等。根据一昼夜内每开采一吨煤涌出的平均瓦斯量，把矿井分为四级：瓦斯涌出量小于5立方米/吨一昼夜称一级瓦斯矿；5—10立方米/吨一昼夜称二级瓦斯矿；10—15立方米/吨一昼夜称三级瓦斯矿；大于15立方米/吨一昼夜称超级瓦斯矿。地质勘探中应采取瓦斯煤样以测定瓦斯含量，为矿井设计和建井提供资料。

【瓦斯突出】 gas inrush 蕴藏于煤层或顶底板中的瓦斯，从巷道掘进工作面和回采工作面突然快速冲出的现象。有时瓦斯突出还带有大量煤块，被称为煤和瓦斯突出。

【瓦斯涌出量】 gas－emission rate 煤矿在正常开采时，瓦斯由煤层和围岩的裂缝中涌出到巷道、回采工作面和采空区，被总回风流排出井外。全天外排的瓦斯量与当天的出煤量之比，即每昼夜采一吨煤所涌出的瓦斯量，称为该煤矿的瓦斯涌出量。用米^3/吨一昼夜表示。

【煤尘】 coal dust 采煤过程中在巷道中飞扬着的煤粉。煤尘污染空气，影响矿工的身体健康，煤尘在空气中达到一定浓度时，遇火会引起爆炸，造成灾害。预防的措施有，向煤层中注水，在采煤工作面喷雾洒水，有效通风降低煤尘数量等。煤的脆度大容易产生煤尘，镜煤和丝炭比亮煤和暗煤的脆度大，中变质烟煤的脆度最大。

【矿井涌水量】 mine inflow，inflowrate 流入矿井巷道内的地表水、裂隙水、老窿水、岩溶水等总的水量。矿井涌水量的大小常用每小时或每分钟的流量表示。矿井涌水量是煤矿开发的一个重要技术条件。勘探工作应查明矿区、井田的水文地质条件和预

计开采矿井的涌水量，以便在建井和生产时采取相应的流、排、堵、防等措施。

【底板隆起】 floor heave 又称底鼓。是煤矿巷道中底板岩石的上隆。粘土质底板受到水的渗透浸泡发生膨胀，在巷道压力（包括巷道所受的垂直压力、静水压力等）下使巷道底板隆起。底板的隆起影响巷道中的运输和通行，严重的还会使巷道堵塞。

【底鼓】 floor heave 即“底板隆起”。

【冒顶】 roof collapse 煤矿采空区的煤层顶板，因失去支撑而冒落的现象。煤矿生产中采用加强顶板管理的办法，有计划地冒落顶板，防止突然的冒顶事故，保证生产的正常进行。巷道两壁塌落现象称片帮。井下如果支护不牢，伪顶又未很好清理时，常发生上述事故，尤以春、秋两季为最。

【煤自然】 spontaneous combustion of coal 煤不经点燃而自行着火的现象。煤层露头、老窿以及煤堆都是容易引起煤自燃的场所。煤的自燃不但浪费地下煤炭资源，而且常引起煤矿火灾、爆炸，严重影响煤矿生产和安全，为此应采取有效的预防措施。煤自燃的原因，主要是煤与空气接触，发生氧化作用。它一方面使煤的温度升高，同时又使煤的燃点降低，因而易于引起煤的自燃。此外，煤层由于地质构造变动或因采掘而破碎，以及通风不良等也是引起自燃的因素。煤中黄铁矿是否能引起煤的自燃，还有不同的认识。可以从同一煤层的还原样和氧化样的燃点之差$\triangle T_o$推测煤的自燃程度。我国的研究工作表明：$\triangle T_o > 40℃$的煤是易自燃煤。$\triangle T_o < 20℃$的煤，除褐煤、长焰煤外，都是不易白燃的煤。勘探煤田时要了解煤的自燃性质，搜集有关自燃的资料，圈出火区范围。

【安全煤柱】 bottom pillar 曾称保安煤柱，指煤矿开采范围内为地面建筑和矿井生产的安全而保留不开采的煤。例如为了保护矿区内地面上铁路、桥梁、城镇和村庄而在相应的地下区内保留的安全煤柱。为了矿井安全生产，防止地表河流、湖泊等地表水漏入坑道；为了井巷的两侧在没有特殊措施时的安全等而保留的煤柱。安全煤柱的形状大小是根据地表被保护物的形状、重要性和煤层埋藏深度而确定的。储量计算时，必须扣除安全煤柱。

【酸性煤矿水】 acid mine water 煤矿中含有游离硫酸的酸性水。煤矿酸性水对铁轨、排水管以及各种金属器材起腐蚀作用。通常采取的措施是用生石灰和水中和，并使用陶瓷、不锈钢，耐酸青铜或塑料排水设备等。

【岩溶陷落柱】 karst collapse column 简称陷落柱，曾称喀斯特陷落柱，是煤田地区因下伏的石灰岩层岩溶发育，在重力作用下，上覆岩层（包括煤系地层）呈柱状或圆锥状塌陷形成的地质体的专称。岩溶陷落柱在华北的阳泉煤田、太原西山煤田等比较发育，有的在地表出现大规模的塌陷，周围被时代较老的地层所封闭，有的直径仅有数米，与低角度逆掩断层受剥蚀后形成的地窗极为类似；有的仅在地表出现简单的褶

皱。在矿井中，煤层被上部塌陷的破碎岩石所代替，构成无煤区，故又称“无煤柱”、“无炭柱”、“矸子窝”。其规模和陷落幅度受岩溶发育的程度所制约。在野外填图工作中，须将陷落柱的地表位置，范围、规模、地表岩性以及其它有关的构造形迹，准确的填绘在地质图上，为煤矿建设的设计、施工提供依据。矿井中因有陷落柱的存在，不但给采矿工程造成困难，有时会突然大量涌水，淹没矿井，故在矿井地质工作中，必须对陷落柱进行充分的调查研究工作。

【动力用煤】 coal as fuel 又称燃料用煤或燃烧用煤。为适于用作动力燃料的煤。例如用于发电、机车、船舶或工业锅炉等的煤。各种类型的煤都可作为动力燃料，但为了合理利用煤炭资源，应尽可能选用非炼焦煤和不能作为化工原料的煤。发热量是评价动力用煤的主要指标，动力用煤一般是灰分越低，发热量和灰熔点越高越好。具体质量要求随用途及锅炉类型而异，如火车机车和船舶用煤要求较高，不但要求灰分低（A^g 分别 $<25\%$ 和 $<20\%$）、硫分低 CS_Q^g 一般 $<2.5\%$）、灰熔点高（$T_2>1250℃$），而且要求有一定的粒度（13—70 毫米和 6—25 毫米），以减少燃料的损失；发电厂可用质量较差的煤以及选煤厂的中煤和煤泥等。在煤矿就近建立坑口电站利用劣质煤发电，可以合理利用能源和节约铁路运输量。

【炼焦用煤】 coal for coking 适于炼制金焦炭的煤，炼焦用煤必须具有良好的结焦性，通常用具有粘结性的气煤、肥煤、焦煤和瘦煤（或其中的二、三种）按比例配成炼焦原料。随着工业技术的发展，为扩大炼焦用煤资源，长焰煤、弱粘煤、不粘煤、贫煤和无烟煤等也可以少量地参与炼焦。除粘结性外，炼焦用煤要求低灰（A^g 最好不超过 10%）、低硫（$S_Q^R<1.0\%$）和低磷（$<0.02\%$），以保证获得高强度、低杂质的优质焦炭。炼焦的副产品有焦炉煤气和煤焦油，它们都是重要的化工原料，从煤焦油中分离和测定的化合物已经近百种。

【液化用煤】 coal for liquid fuels 适于通过化学加工获取液体燃料及化工原料的煤。液体燃料煤主要是褐煤、长焰煤和部分气煤等，此外腐泥煤也可用来炼油。制取液体燃料的主要方法有低温千馏和加氢液化。低温干馏是煤或油页岩在 550℃ 温度下，进行千馏，以制取低温焦油并生产半焦和低温焦炉煤气，其中主要产品低温焦油可制作高级液体燃料和化工产品。评价炼油用煤的主要质量指标是焦油产率，一般要求 $T^g>7\%$，弱粘结或不粘结，$W^Y<10—15\%$，$S_Q^g<3\%$ 和高热稳定性。加氢液化法是将煤、催化剂和重油混合在一起，在高温高压下使煤中的有机质破坏，与氢作用转变成低分子液态和气态产物，加工可得汽油、柴油等。氢化用煤一般要求 $C/H<16$，$V^r>35\%$，$W^r<15\%$，$A^g<5\%$，丝炭化组分低。

【气化用煤】 coal for gasification 通过化学加工可制取气体燃料的煤。气化是在高温并有一定量氧的情况下，使煤中有机质转变成可燃气体的过程。煤通过气化所得的煤气有空气煤气、水煤气、半水煤气和混合煤气等，可作工业或民用燃料，也可作化工合成原料，如制成合成氨生产氮肥。通常要求气化用煤具有较强的化学反应性能、较高的灰融点和挥发份以及较低的硫分。沸腾层发生炉主要用褐煤、长焰煤、弱粘煤作原料；固定层煤气发生炉一般用无烟煤、贫煤或焦炭作原料。气态燃料和原料便于运输和净化，对环境污染较小。

【煤炭地下气化】 underground gasification of coal 将煤直接在地下变为煤气的一种利用方法。目前在国际上尚处于试验阶段。煤的地下气化是通过坑道或钻孔通到煤层，压入空气，点燃煤层，将煤气导出地面。所得的煤气的成分，主要是氮、氢、一氧化碳、二氧化碳以及少量甲烷等气体，可以作为气体燃料与化工原料，但其发热量一般较低。进行煤的地下气化时，除了鉴定一般气化性能外，还要考虑煤层埋藏的地质条件、地下水和周围岩石特性等。煤的地下气化可以更有效地利用当前技术难以开采的深煤层或薄煤层。

【煤炭综合利用】 coalplexes 通过物理或化学加工等途径，回收和利用煤中的各种有益组份，以获得多种产品。目前主要通过洗选、焦化、气化、液化等加工方法，从煤中制取焦炭、焦油，气体和液体燃料，并通过各种途径提取和制成多种产品，如涂料，化肥、染料、塑料、合成纤维、合成橡胶、炸药、药品、石墨、电极、活性炭、炭黑制品以及感光材料等。有时还可以从煤中或煤灰中提取锗、镓、钒、铀等稀有分散及放射性元素；其它有提取价值的金属，有钼、钍、锌、钴、镍、铟、铼、金、铂等。被称为“空间金属”的稀有金属铍，是制造宇宙飞船、导弹、喷气飞机的重要材料，其赋存与镜煤有密切关系。用煤制成的碳素纤维制品，比玻璃纤维的强度还高，比钢的抗拉强度大四倍以上，可用作喷气发动机和宇宙飞船的结构材料。煤灰渣可用来制造多种硅酸盐制品以及轻质高强度的混凝土。

石油地质学

总　　论

【石油地质学】　petroleum geology　经济地质学的一个分科，是研究地壳中石油及天然气形成和分布规律的科学。它以地质理论为基础，并利用沉积学，构造地质学和石油有机地球化学等学科的成就，来研究石油及天然气的生成、运移，聚集和保存条件。通过对石油、天然气的物质成分和生油岩、储集岩、盖层以及沉积盆地的地质发展史的研究，探索石油及天然气的成因、运移、聚集作用过程和阐明油气田在地壳中的分布规律，从而有效地指导油气田的调查、勘探和开发工作。

【石油有机地球化学】　organic geochemistry of petroleum　石油地质学和有机地球化学相结合而派生的一门科学，是研究石油有机质组成成分、被埋藏有机物质在地温和地压作用下，向石油和天然气转化和演变、油气的运移和聚集的地球化学的科学。其主要内容包括：生油物质的丰度、生油母质（干酪根）的类型，生油母质向油气转化的条件和成熟度、生物标记化合物及油源对比、油气运移聚集的方式和条件、生油能力和资源量估算等等。近20年来，石油有机地球化学的发展，主要表现在认识到干酪根是生油母质，温度在生油中起重要作用，有机物质在沉积物中经历了生物降解、退解（退化）、变生（蚀变）作用阶段，油气的成熟需要一定的门限温度，门限深度，建立了一套油气成熟度指标，利用生物标记化合物进行油—油和油—生油岩对比，生油量和资源量的定量计算和有利生油区的具体圈定方法等等。目前已开展的石油有机地球化学的分析项目有：有机炭、吸附烃、族组分、CH元素、卟啉、氨基酸、正构烷烃优势碳指数，脂肪酸、异戊二烯类烷烃、有机差热以及原油和有机质的红外、紫外、热重、同位素分析等。

【地震地层学】　seismic stratigraphy　利用反射地震资料研究地层学和沉积相的一门科学。它对地震反射同相轴的终止方式和结构给以地层层理模式的解释，并且用以识别和对比沉积层序，进而解释沉积环境、估计岩相和进行海平面相对升降分析。在研究方法上，可以结合地面露头、岩心、测井资料进行地质和沉积相的分析，也可以利用速度谱、人工合成记录、虚测井、真振辐保持，地质地震模拟等资料或方法，研究砂泥岩

比、判断油气层位、研究岩性变化、甚至判断隐蔽圈闭的可能位置。

【储集层地质学】 reeervoir geolo－Sy 研究砂岩、碳酸盐岩储集层的岩石类型、形成条件、沉积环境、分布规律、储油性能等特征的学科。研究目的在于用以指导油气田勘探和开发。

【油藏工程学】 petroleum reservoirengineering 按照 T. V. Moore（1955）的定义，油藏工程学是“达到最经济地开发和开采油气的一门艺术”。而按照 S. J. Pirson（1950）的定义，油藏工程学是“预测油、气藏未来开发动态的一门艺术，用以预报按照可能的和预定条件开发时所能得到的产量”。它的工作手段是：地下地质学、应用数学、以及决定地层中油、气、水的液相和气相的静态和动态状况的物理和化学的基本定律。油藏工程学的基本内容包括：储集岩的基本物理性质，油、气、水的基本物理、化学性质、烃类系统的地下相态特征，多相流体在孔隙介质中的渗滤规律和油，气替驱机理，物质平衡，油藏开发动态预测等。这门学科的命名来自欧美，苏联把它译作油层物理，尽管它的内容与苏联的油层物理学不尽相同。国内有人主张译作油藏物理学，有人主张称作油潴力学。这里采用直译命名，因为它基本上是一种实用科学。

【油田水文地质学】 oil－field hydrogeology 用于研究油气田勘探和开发的水文地质学。它研究地下水在油气田开发中的作用，油气田地下水的分类及在油气田开发过程中的运动，层间压力和温度的分布，层间水的物理和化学性质，岩石的空隙性，油气层的动态，地下水在淹井中的作用，合理开采方案的制定，注水驱油方案等。此外，在油气普查阶段，还研究盆地的含油性的水化学标志，也有称这个领域为油气普查水文地质学的。

【石油开发地质学】 petroleum development geology 欧、美国家近年提出的一门学科，其内容和苏联的油矿地质学有些近似。石油开发地质学主要任务是为合理开发、新发现油田，所必须进行的各种油田和油气层的地质研究。

【石油无机成因说】 inorganic petroleum origin theory 关于石油成因的一类假说。无机成因说出现于十八世纪后期至廿世纪中叶，包括有机碳化说（1876），宇宙说（1889）、岩浆说（1949）、陨石说（1955）等。这一类假说认为石油的生成是由宇宙天体中的简单的碳氢化合物，或者地球深处岩浆中所含的碳和氢以无机方式合成的。当地球形成初期，这些简单的碳氢化合物被岩浆或基岩所吸收，然后转入地壳深处，经高温高压和复杂的化学作用，逐渐促使非饱和的碳氢化合物集合成为饱和的碳氢化合物。当岩浆上升冷凝时，分离出的石油，沿裂隙、断裂运移到各处形成油藏。虽然从理论上和实验室方法上可以通过无机方法合成某些烃类，虽然人们在火山喷发岩中发现有沥青，甚至在玄武岩中找到了为数极少的工业油藏，但是这种假说有着一些无法解释的弱点，首先，世界上绝大多数油气田均产于沉积岩而不是岩浆岩或变质岩中。其次，在石油中

发现了许多指示生物成因的生物标记化合物，如卟啉、三萜烷等。石油成分中所具有的旋光性，也是生物所特有的性质。因此，尽管少数学者仍然坚持这种学说，但是绝大多数石油地质学家不支持这种学说。

【石油有机成因说】 organio Petroleum origin theory 关于石油成因的一类假说，此说认为石油是由沉积岩中动物、植物，或动植物混成物质转变而成的。最早出现于十八世纪六十年代，先后有动物说，植物说和腐泥说等。现代石油有机成因理论已经获得新发展，认为石油是在伴随水域的沉积地质发展过程中，由以低等生物为主的动植物遗体，在长期稳定的还原环境和良好的埋藏条件下，在适当的温度下经由复杂的物理化学、生物化学作用转化而成。有机质向石油及天然气转化大体经过三个阶段。第一阶段是生物化学作用阶段，有机质经过生物化学作用的改造，形成千酪根和生物化学成因的天然气。第二个阶段是形成石油的主要阶段，干酪根在适当的温度、压力和催化剂的作用下，发生了热解和转化过程，生成了大量的石油。第三个阶段是热裂解阶段，使已生戍的液态石油进一步裂解，生成大量气态烃类，其最终产物是甲烷和石墨。生油岩中生成的油气，排挤到储集岩层中之后，经过侧向的运移，聚集在适当的圈闭中，即形成油气藏。现代石油有机成因的主要根据是：①世界上绝大多数油气田分布在沉积岩区；②沉积岩中的有机质和石油有亲缘关系，并发现现代海湖盆地沉积物中有机质存在向石油封化的趋向；③石油中的卟啉类、三萜烷和甾烷族化合物等有机化合物都是有机质的产物，它们是一些生物标记化合物；④石油中普遍具有旋光性等等。关于石油生成的物理化学条件方面的研究，也有很大进展。现已证明，温度（或埋藏的深度）是最重要的因素，温度大约达 60℃至 150℃，就可以使有机物转变形成为成熟的石油，而压力、接触剂、放射性也可能起些作用，但却非重要的条件。实验证明，如果温度不增高，不论增加多大的压力，也不能使有机物变成石油。微生物作用在沉积后不久埋藏很浅的情况下，对有机质的改造起着重要的作用。近几十年来，由于石油有机化学和近代沉积学的发展，以及世界各国大规模石油勘探活动的开展，积累了丰富的资料，使有机成因理论日趋完善，现已成为指导油气田调查勘探实践的基本理论之一。

【石油】 petroleum 在中国，石油一词是北宋时代的沈括（1031—1095）提出来的。在西方，石油是拉丁文的 petra（石头）和 oleum（油）的合成词。石油是一种成分十分复杂的天然有机化合物的混合物，广义的石油包括气态的天然气（不包括沼气）、液态的原油、固态的沥青和地蜡等。因此也有人称之为石油系列或石油沥青类。原油是液态石油。而沥青则是液态和固态石油的总称。烃类是从有机化学引用过来的术语，专指碳氢化合物，它可以是气态、液态和固态。与石油不同之处在于它不含其它非碳氢化合物的杂质。有人把石油和原油等同起来，但多数人采用第一种定义。石油的成分主要由碳氢化合物（烃类）组成（包括各种烷烃、环烷烃和芳香烃），还有少量的含

氧、含氮、含硫的化合物。

【原油】 crude oil 又称天然石油。在天然储集条件下呈液态的石油。有的国家把凝析油包括在原油中，有的国家把它们划入天然气中，称作天然气液。原油是一种褐黑、绿褐、棕、浅黄等色的液体，密度一般介于 0.75—1.00 之间。在油层的温度和压力下，原油中溶解有一定数量的天然气，和一些高分子的固体，它们呈溶解状态或者乳化状态。这些高分子化合物中有些是烃类、石蜡；有一些则含有少量氧、氮、硫的成分，构成氮硫氧化合物，它们不是烃类。不同油田的原油性质差别很大。有些原汕几乎完全由密度轻的、尢包透明的、低分子量的烷烃组成，所含润滑油、渣油甚少。而另一些原油则由高分子量的环烷烃、芳香烃组成，渣油很多，汽油很少。有些原油富含硫（中东），而我国的原油则多含蜡。组成原油的烃类十分复杂，截止 1967 年在原油中已经鉴定出 234 种烃类化合物，约占所分析油样总体积之半，另一半由分子量更高的化合物组成，更复杂，更堆确定。原油的含硫量是原油商品质量的一项重要指标。原油的物理性质中、以凝固点、比重、帖度最为重要。

【天然石油】 naturai oil 即“原油。”

【人造石油】 artificial petroleum 从煤或油页岩及焦油砂中提炼出的类似天然石油的液体，又称合成石油。

【轻质石油】 light oil 比重小于 0.87 的石油。其颜色较浅，汽油及润滑油含量较多，沥青质较少。

【重质石油】 heavy oil 比重大于 0.92 的石油。其颜色较深，汽油含量较少，沥青质含量较多。

【含气石油】 gas – bearing petroleum 又称混气石油，是石油和游离天然气的混合物质。它是非均质液体。当地层压力低于饱和压力时，原来溶解在油中的气，一部分便从油中分离出来，呈游离气混合于石油中，此时地层中的石油便为混合石油。

【石油密度】 density of petroleum 20℃的石油与 4℃同体积水的重量比值，用 d_4^{20} 来表示。石油的密度一般介于 0.75—1.00 之间，个别油田的石油密度超过 1.00 或者小于 0.75。石油密度的大小取决于油质和胶质及沥青质的相对含量。密度小于 0.87 的叫轻质石油，其颜色较浅，油质含量较多，汽油及润滑油含量较多。密度大于 0.92 的叫重质石油，其颜色较深，汽油含量较少，而沥青质含量较多。密度介于 0.87—0.92 之间的叫中等石油。美国常用 API 度、西欧常用波美度来表示石油的密度。API 度和波美度与国际通用密度成反比关系，APl 和波美度越大，其密度越低。这种关系可以列表如下：

【API 度】 American PetroleumInstitute gravity 美国石油学会规定的重度标准。它与国际通用的密度之关系为：

$$\text{API 度} = \frac{141.5}{15.5℃\text{时的密度}} - 31.5$$

由于 15.5℃相当于 60°F，故式中亦可用 60°F 代之。

密　度（15.5℃时）	波美度	API 度
1.0000	10.0	10.0
0.9655	15.0	15.1
0.9333	20.0	20.1
0.9032	25.0	25.2
0.8750	30.0	30.2
0.8485	35.0	35.3
0.8325	40.0	40.3
0.8000	45.0	45.4
0.7778	50.0	50.4

【波美度】 Baumc 根据水的重量新测定的液体的密度。它用于石油工业以表示石油的密度，由于石油比水轻，故波美密度计与国际通用的密度关系为：

$$\text{波美度} = \frac{140}{15.5℃\text{时的密度}} - 130$$

【石油粘度】 viscioyitv of petroieum 反映石油流体的内摩擦力（或流动能力）的一个参数。通常用泊的$\frac{1}{100}$表示，即厘泊。泊的定义是当 1 达因的切力作用于液体时，使相距 1 厘米、面积 1 平方厘米的两个液体层发生恒速的相对流动，如果液体流动的速度恰为 1 垣米/秒，则其粘度为 1 泊。20℃下脱气石油的粘度变化很大，从零点几厘泊到上千个厘泊。石油的粘度取决于温度，压力和石油的化学组成。温度升高，粘度降低。压力升高，粘度增加。轻质石油比重质石油粘度低，而天然气在石油中溶解会降低粘度。在地层中，石油受着温度、压力和溶解气三与面的影响。其中温度对溶解度的影响比压力的影响强烈，因此，地卜石油的粘度比地面脱气石油的粘度要低很多，压力对石油粘度的影响分两个阶段。当压力小于饱和压力时，随着压力的增加，溶解气量增加，石油的粘度明显降低；当达到饱和压力后，继续增加压力，则石油粘度稍有增加。有些国家还用相对粘度值来表示石油的粘度。其方法是让一定数量的石油通过一定直径的小孔并计算其时间。常用的仪器有塞伯特粘度计，恩格勒粘度计等。

【石油溶解性】 petroleum solubility 石油具有能溶于有机溶剂的性质。石油不溶于水，但能溶于氯仿、四氯化碳、苯、石油醚、醇等有机溶剂。根据石油的溶解性，可以鉴定岩石中是否含有微量的石油。在实际工作中常用有机溶剂对岩石样品进行抽提分析，以鉴定是否含油。

【石油发热量】calorific capacity of petroleum 单位重量的石油经燃烧所能发生的热量。其单位为大卡/千克。石油的发热量变化幅度在 9000—11000 大卡/千克之间。因石油的化学成分不同，其发热量也有差异，一般烷烃石油含氧较多，其发热量比环烷烃和芳香烃石油为高。

【石油荧光性】　fluorescence of pctroleum 石油在紫外线照射下能显现荧光的特征。除了轻汽油和石蜡以外，所有的石油沥青类都具有荧光性。在岩样中石油或沥青的含量在十万分之一时也可由荧光所测知。因此，可以利用石油的荧光性检验各种岩样、岩屑、岩心和泥浆的含油性。石油由于其组分和含量不同，荧光反应的颜色及强弱也不同。轻质石油的荧光颜色较浅（浅蓝色）重质石油的荧光颜色较深（黄色），沥青的荧光颜色最深（褐色）。这是由于油质发天蓝色、胶质发黄颜色、沥青质发棕褐色荧光的缘故。因此，可以利用荧光比色分析的方法确定石油的组份及其含量，□可用来对比油层。

【石油旋光性】　rotarv polarization of petroleum　当偏光通过石油时能使偏光面的位置发生小角度偏转（偏转面向左称左旃，向右称右旃）的特性。石油一般多为右旋，少数为左旃，产生旋光性的原因与物质的不对称分子结构有关。石油中含有很多具旋光性的物质，其中多环环烷烃的旋光性最大，芳香烃次之，烷烃最小。石油中的胆甾醇（$C_{27}H_{47}OH$）及植物性的甾醇（$C_{25}H_{43}OH$）均为不对称结构。由于从生物界常可得到这些旋光性的物质（胆甾醇存在于动物的胆汁、鱼肝油及蛋黄中，植物性甾醇存在于植物油及脂肪中），田此石油有机成因论者，把它作为有机成因的证据。

【石油电性】　electric property of petroleum　石油的导电性。石油是一种不良的导电物质。可以利用这种特性在钻井时进行电测井以了解含油层的位置和深度。

【浊点】　turbidity point　石油冷却时开始出现浮云状物时的温度。它是由溶解于石油中的石蜡开始析出造成的。石油中含蜡越多，其浊点越高。

【凝固点】　solidification point　石油开始不再流动时的温度。一般比浊点低 2—5℃。由于石油是多种碳氢化合物的混合物，每种化合物有它自己的凝固点，因此，石油不是在一个温度下凝固，而是在一个很宽的温度范围内凝固。我国很多油田的原油是高含腊的，它的凝固点比较高，容易造成井中结蜡和输送上的困难。

【石油含硫化合物】　sulfur compounds in petroleum　硫是石油中的有害物质，容易产生硫化氢、硫化铁、硫酸铁、亚硫酸或硫酸，严重腐蚀设备。含硫量是评价石油的重要指标。通常把含硫量大于 2% 者称高硫石油，0.5—2% 为含硫石油，小于 0.5% 者为低硫石油。石油中的含硫量变化从万分之几到%。我国原油含硫一般不高。硫在石油中可以呈元素硫、硫化氧、硫醇、硫醚、环硫醚、二硫化物、噻吩及其同系物等形态出现。石油中的硫可能来自蛋白质的分解或围岩中的含硫矿物。

【石油含氮化合物】　nitrogen compounds in petroleum　石油中的含氮量在 0.1—0.5% 之间。含氮化合物主要是由生油有机质分解而成，如由植物叶绿素和动物血红素的衍生物构成的卟啉化合物就是含氮化合物。石油中的胶质及沥青质中含氮量较高，尤其在沥青质中含量最稳定。

【石油含氧化合物】 oxygen compounds in petroleum 在各种原油中都有含氧化合物，但其含氧量变化很大（从千分之几到百分之一）。氧多含于石油的胶质、沥青质及环烷酸、脂肪酸和酚中。

【石油灰分】 ash of petroleum 石油燃烧后的余烬。其含量不一，墨西哥、南美和中东原油的灰分含量为0.003—0.78%。到目前为止在石油灰分中已发现的元素有30多种，其中常见者

如下：C、H、S、O、N、Fe、Ca、Mg、（Si）A1V、Ni、Cu、Sb、Mn、Sr、Ba、B、Co、Zn、Mo、Pb、Sn、（Na）、K、P、Li、Cl、Bi、Be、Ge、Ag

AS、Gd、Au、Ti、Cr、Cd等。大部分灰分元素是以环烷酸盐形式存在于石油中。在灰分中，钒和镍是石油中普遍存在述具有成因意义的两种微量元素。

【天然气】 natural gas①大气圈以及地壳中的各种天然气体；②石油地质学所说的天然气是指从地下产出的含碳氢化合物的气体。它们可以是和油藏共存的油田伴生气，与油田有密切关系的气田气，与成煤作用有密切关系的煤成气。天然气的组成成分可以分成烃类气体及杂质气体两部分。烃类气体中主要是甲烷（CH_4），但常含少量乙。丙、丁、戊、己甚至庚、辛、壬烷。甲烷在一般情况下总是气态，而丙烷以上的成分在高压下很容易液化。人们根据天然气中丙烷以上成分的含量多少，把天然气分为干气与湿气两类。天然气和石油存在着复杂的相态平衡关系，□对地下石油的密度、体积、粘度等物理性质有很大影响。由于地下石油中通常溶有大量天然气，因此，天然气又是重要的驱油动力之一。天然气的杂质成分含量不等，以氮、二氧化碳、硫化氢、氦等气体最多。还有少量一氧化碳、氩、氙等。天然气是一种重要的能源，它在世界能源构成中占了很大比重。它不仅是重要的化工原料而且是制造碳黑、合成氨、乙炔、氢氰酸、甲醇、酒精、轻汽油、合成橡胶、合成纤维的重要原料。我国汉代已知应用天然气煮盐、炊爨等。

【干气】 dry gas 又称贫气或瘦气。主要由甲烷构成，仅含少量乙烷，不含或含很少量乙烷以上的重烃。干气相对密度值约0.58—1.6（当空气=1时），无煤油味，点燃呈蓝色火焰，遇水无油膜发生。目前对干、湿气划分标准意见不一。主要说法有：①A. L. Levorsen（1967）认为每千立方英尺天然气中所含液态蒸气量小于0.1加仑时为干气，大于0.3加仑时为湿气；②B. C. Craft等人（1959）认为，油气比大于100000标准立方英尺/桶的气井产品为干气；③J. W. Amgx（1960）认为在油气分离器中得不到凝析液体的称为干气，我国把在普通高压下1立方米天然气中得到的汽油蒸气少于100克者称作干气，大于100克者称为湿气。也有人提出在常温常压下1立方米天然气中含的凝析油少于10克者称为干气，多于30克者为湿气。一般认为干气是纯气田气，与油藏没有直接关系。

【湿气】 wet gas 又称富气、肥气。其成分主要是甲烷和乙烷，但含相当数量的液态重烃。其具体划分界限见干气。湿气相对密度约大于1.6（空气=1），具煤油味，火焰黄色，遇水有油膜，在普通压力下一部分可以压缩成汽油。湿气的产生常与油藏有密切关系，也可以是油藏中的气顶气或者溶解气。

【油田气】 oil－tield gas 油田产出的碳氢化合物气体。其成分主要是气态的烷烃，以甲烷为主，尚含少量乙烷、丙烷、丁烷等重烃气体。此外含有不定量的非烃类气体，如氮、二氧化碳、硫化氢、一氧化碳、氢及氦、氩、氙等惰性气体。

【气田气】 gas－field gas 气田产出的碳氢化合物气体、其成分与油田气大致相同。

【惰性气田】 inert gas field 天然气中含贵重惰性气体氦达0.1%以上的油田气或气田气，含惰性气的气田可以单独开采。

【沼气】 marsh gas，fire damp 又称沼泽气。它形成于闭塞的沼泽底部，其成分几乎全，为甲烷，不含重烃类，据此可与干气区别。有时在沼气中含大量的氮和二氧化碳，这些气体显然与植物纤维腐烂分解有关。

【泥火山气】 gas ot mud volcano 泥火山喷溢过程中，伴随水、泥浆、岩石碎块一起喷溢出的大量气体。其成分与气田气相似，一般含甲烷74—98%，乙烷0—5.17%，丙烷0—2%，丁烷0—1%，更重的碳氢化合物0—1.6%，二氧化碳0.5—11%，不燃烧的残余气体0—20%。泥火山气的流量有时很大，有的一昼夜流量可达数万立方米。

【天然气水合物】 hydrates of natural gas 亦称碳氢水合物。天然气在高压低温条件下长期和水接触，一部分水蒸气混入天然气形成的一种水合物。水合物外表是白色的结晶体，类似冰或被压实的雪块。碳氢水合物由某种碳氢化合物分子和几个水分子组成，如甲烷水合物为$CH_4 6H_2O$或$7H_2O$。水合物很不稳定，在常温常压条件下分解为气体和水。采气时，井口管线中常可形成水合物，甚至将管子堵死。为防止形成水合物，一般采用调整井口压力和温度或往管线中注入甲醇。

【天然气绝对湿度】 absolute humidity of gas 1立方米或1千克天然气中所含水蒸气的克数。这是个很重要的参数。因为在高压降温条件下，水在天然气中的溶解度降低，压力促使水与天然气在水的冰点以上结合成雪一样的固体水合物，堵塞了管线，妨碍了正常生产。

【天然气相对湿度】 relative humidity of gas 1立方米天然气内水蒸气含量与在相同压力和温度下的1立方米天然气中最大水蒸气含量的比值。由于水在高压下降温过程中容易和天然气合成固态水合物，堵塞管道，因此这是个重要参数。参看“天然气的绝对湿度”。

【天然气密度】 density of naturalgas 1 米^3 天然气在 0℃ 及一个大气压条件下的重量。密度单位为千克/米^3。实际工作中是采用相对密度，即单位体积的天然气的重量与同体积空气重量的比（在 0℃ 及 760mm 水银柱）。下表是天然气中常见成分的密度。

组分名称	相对密度（与空气之比在760mm水银柱及0℃条件下）	1米^{3}气体重量（在760mm水银柱及0℃条件下）
甲 烷	0.5543	0.7116
乙 烷	1.0488	1.3561
丙 烷	1.5617	2.0193
丁 烷	2.0665	2.6720
戊 烷	2.4872	3.2159
氢	0.06952	0.0899
氧	1.1058	1.4289
氮	0.9673	1.2605
二氧化碳	1.5291	1.9768
硫化氢	1.1906	1.5392
氦	0.1380	0.1782

成 分	高热值 大卡/米^3	低热值 大卡/米^3
甲烷	9520	8550
乙烷	16820	15230
丙烷	24320	21800
异丁烷	31530	29050
丁烷	32010	29510
异戊烷	37600	34800
戊烷	37700	34800
己烷	42400	39200
庚烷	49000	45500
氢	2880	2430
硫化氢	5970	5530

【天然气发热量】 calorific capacity of natural gas 又称天然气热值，天然气燃烧热。单位体积或重量的天然气燃烧时所产生的热量。按体积计的热值比较常用，但丙烷以上易液化的天然气也可按重量计算其发热量。发热量的单位是大卡/米^3 或大卡/千克。英制单位为 BTU/立方英尺或者 BTU/磅。天然气的发热量变化很大，依其成分不同而定。

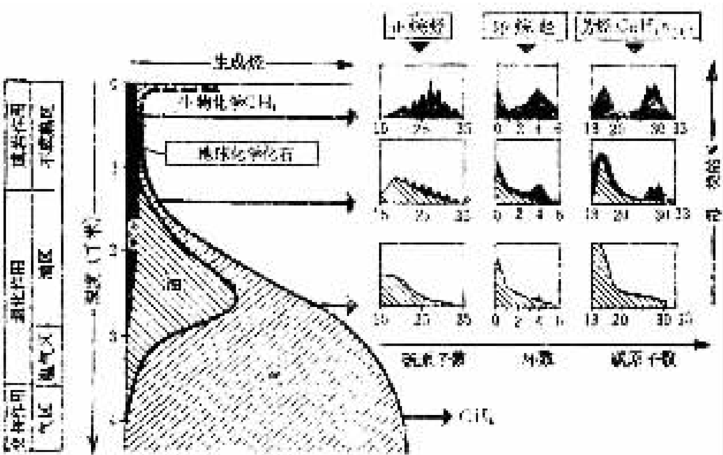
【天然气溶解度】 solubility ot natural gas 天然气能溶于液体的程度。每 1 米^3 的石油能溶解的天然气体积的数量（米^3）称为天然气在石油中的溶解度。溶解度的大小取决于天然气和液体的成分、性质及温度、压力的状况。一般轻质石油溶解天然气要比重质石油为多，而重的碳氢化合物气体又比轻的碳氢化合物气体易于溶解。天然气在石油中的溶解度比在水中的溶解度大得多，如甲烷在石油中的溶解度比在水中的大十倍。现场资料表明，天然气在油田水中的溶解度约为在油中溶解度的 6%。通常温度的增加会减少天然气在石油中的溶解度。常温状况下，天然气溶解于石油中的数量与压力成正比。石油溶解了天然气后体积增大、粘度降低。

【石油组分】　oil Component；　对石油中不同成分在不同溶剂中溶解难易不同而作的分类。可分为油质、苯胶质、沥青质等。

【石油族分】　石油中不同的化合物组分。可分为饱和烃（包括烷烃和环烷烃）、芳香烃（不饱和烃）　非烃（包括氧、硫、氮的化合物）和沥青质（碳、氢、氧、硫、氮等多种元素组成的复杂结构的高分子化合物）。组分与族分的大致对应关系如下：

组分	族分
油质	饱和烃
苯胶质	芳香烃
酒精—苯胶质	非烃
沥青质	沥青质

【烃】　hydrocarbon　又称碳氢化合物。一种由碳和氢组成的有机化合物。它可以是气体、液体，也可以是固体。天然产出的烃类来源很多。现代沼泽中的沼气、煤矿中的“瓦斯”、现代深海底淤泥中的天然气水合物等就是，甚至火山气中有时也含有烃类气体。然而，最主要的天然烃类还是来自石油（包括与石油成因密切相关的天然气和沥青）。由于后者（石油）作为一个大类在石油地质学中常用“沥青类”（bitumen）来代表（在苏联文献中则用“биТуМи－иод”代表），所以，有些文献中又把化石烃类与沥青类混同起来予以通用。但是严格说来，沥青类中不仅有烃类化合物，还包含有一定数量的氧、硫、氮及其它非烃类化合物。就碳键结合方式可以把烃类分为饱和烃与不饱和烃两类。饱和烃指所有碳原子之间都由单一共价键连接，碳原子中剩余的电子则分别由一个共价键和一个氢原子相连接，如甲烷（CH）由于碳和氢原子的外电子层已被电子对占满，所以饱和烃的化学活性较差，较稳定。当某些碳原子之间由两个或两个以上共价键相结合时，就构成第二种烃类——不饱和烃，如苯（C_6H_6 不饱和烃不象饱和烃那样稳定。烃类的结构是十分复杂的。许多烃类具有相同的成分，但是分子结构不同。形成同分异构体。分子量越大，同分异构体越多。同分异构体彼此间的物理化学性质有明显差别。根据碳氢原子比例和分子结构可以把烃类分为三大族：烷



烃类生成与生油岩埋藏深度关系图

族烃，即石蜡族烃，通式为 C_{2n+2}。又可分为正构烷族烃和异构（支链）烷族烃两类。环烷族烃，即环石蜡族烃，通式为 C_nH_{2n}。芳香族烃，化学通式为 C_nH_{2n-6}。它在天然原油中的含量一般较少。石油有机地球化学研究表明，石油烃类是由有机物质演化而来的。埋藏在沉积物中的生物遗体，在生物化学作用下，一部分降解为甲烷，一部分则缩

聚为干酪根（生油母质）。在地质历史中，随着埋藏的加深，主要是在温度作用下，干酪根逐渐热解为石油和天然气，随着成岩和变质作用的加深，最后完全转变成天然气（干气）以及碳质沥青等固态残余物，见上图。

【烷烃】 paraffin alkane 又称烷族烃、石蜡族或脂属烃。化学通式为 C_nH_{2n+2}。n 为碳原子数。是一种饱和的直链烃。碳原子之间皆以单链相结合，其周围完全为氢所饱和。烷族烃从最简单的成员——甲烷（CH_4）起到含有 60 个碳原子以上的复杂分子，每次增量均为 CH_2。烷烃有正构和异构两种。烷烃在化学性质上较稳定。多存在于气态和液态石油中。从甲烷（CH_4）至丁烷（C. H_{10}），在常温常压下呈气态，是天然气的主要组分。从戊烷（$C_5H)_{12}$至十五烷（$C_{15}H_{32}$）之间的呈液态，是直馏（非裂化）汽油的主要组分。从十六烷以上的都是含蜡质的固态物质，是地蜡的主要组分。主要由烷族烃组分组成的原油称为石蜡基油。

【石蜡基油】 parafine - base crudeoil 主要由烷族烃组分组成的原油。参见“烷烃”。

【环烷烃】 napthene 又称环烷族烃、脂环烃、亦称环石蜡族烃。这是一种饱和的碳氢化合物，它的碳原子是以单链环状结合的，所以叫环烷。其化学通式为 C_nH_{2n}。（n 为碳原子数）。目前已知环烷族烃包括从环内有三个到三十个以上的碳原子。石油中的环烷族主要由环戊烷（C_5H_{10}）及环己烷（C_6H_{12}）组成。

【环烷酸】 naphthenic acid 环烷烃的含氧衍生物。常见于石油中。因它稍溶于水，所以常作为水化学找油的一个指标。

【环烷基油】 naphthene - base crudeoil 以环烷族烃为主要组分的原油。参见“环烷烃”。

【芳香烃】 aromatics，aromatic hydrocarbon 又称苯烃。因芳香烃多具有强烈的芳香气味而得名。它是一种不饱和的单键和双键相间闭环（碳环）族烃，化学通式为 C_nH_{2n-6}。（n 为碳原子数）。本族烃中最简单常见的是苯（C_6H_6），是一种无色易挥发的液体，其常见的有甲苯（$C_6H_5CH_2$）及二甲苯（$C_6H_4CH_3CH_5$）。虽然所有石油中都有芳香烃，但其含量一般都很少，它们主要含于石油的高沸点组分中。

【轻烃】 light hydrocarbons 岩石中有机质转化时，或者油气运移时被周围岩石吸附的烃类气体。一般认为，生油岩中轻烃，主要是自生的，可以用其含量和种类评价生油岩中烃类丰度和有机质成熟度。

【吸附烃】 adsorbed hydrocarbons 被岩石颗粒吸附的烃类。吸附烃的存在和类型反映了原生有机质在地质历史中的地球化学发展过程。吸附烃经过脱附和分析后，有助于指示油气层位、评价生油岩、预测油气在平面上的分布。参见“轻烃”。

【非烃类】 nonhydrocarbons 石油族分中烃类以外的化状物，如含氧化合物（环烷酸、酚、脂肪酸）、含氮化合物（卟啉等）、含硫化合物（如噻吩、硫醇等）以及少量含金属元素的其它有机化合物。石油中的非烃类一般在25%以下，一些轻质石油几乎完全不含非烃类。但是，有一些原油的烃类含量低到40%以下，非烃类占了60%以上。我国有的盆地的原油中，非烃类含量达60%以上。

【油质】 oil 一种淡色的，主要由碳氢化合物组成的粘性液体，少数可呈固态（如在地蜡中的）。它能溶于石油醚中而不被胶状二氧化硅所吸附。荧光反应为天蓝色，是石油的主要组分。在含硫较多的油质中，则含有硫化物的混合物。

【胶质】 resins 石油中的一种粘度很大的半流体（胶体）状含硫、氮、氧的高分子杂环化合物的混合物。它能溶于石油醚正戊烷。胶质的化学成分和化学性质并不固定。它存在于所有暗色原油中，特别是环烷或芳香基的石油中含量最高。热力学上胶质是不稳定的，容易聚合或分解。一般其含氧量随深度加深而减小，环烷基环数随深度加深而减少，芳香基环数随深度加深而增加。人们通常把溶于石油醚中的胶质称中性胶质，把能溶于洒楮的胶质称为酸性胶质，原油中一般主要是中性胶质。石油中胶质的含量变化幅度为4—20%。

【沥青质】 asphaltenes 成分和胶质相似，但烃类含量更少，分子量更高，结构更复杂的暗褐到黑色的固态物质。成分大致为碳85.2%，氢7.4%，硫0.7%，氧6.7%。荧光反映为褐色。它不溶于石油醚，但能溶于苯、氯仿和二硫化碳中，以此可与胶质区分。它在石油中含量很少，一般小于1%，个别的可达3—5%。它是固体沥青的主要组分。

【碳青质】 carbene 沥青的组成部分。只溶于二硫化碳。是沥青中分子量最高的成分。

【高碳青质】 carbenoid 不溶于任何中性有机溶剂中的有机矿物。不属于沥青类（битумоидъi）。

【沥青】 bitumen 这是一个在国内外用的混乱、译名也混乱的一个术语。地质学家、化学家、建筑工程技术人员各有不同的理解。工程技术人员把天然的沥青；炼油残渣、某些煤焦油产品等能够用于铺路和建筑的材料统称为沥青，化学家们认为凡是能够用有机溶剂氯仿（$CHCl_3$）、四氯化碳（CCl_4）、苯（C_6H_6）、丙酮（$CH_3 \cdot CO \cdot CH_3$），二硫化碳（CS_2）、石油醚等从现代或古代沉积物中抽提出来的物质都叫沥青，或者把它们叫作类脂或有机抽提物抽提沥青；地质学家的理解有所不同。A、I、Levorsen

(1967) 认为沥青“一般指任何一种能溶于二硫化碳的易燃的、粘性的液体或固体烃混合物”与“烃类”一词常通用。美国地质研究所 M. Gary 等人主编的《Glossaryof Geology》(1980) 中把沥青定义为：用于天然的、易燃的、各种颜色、硬度和挥发分的物质的一个统称，这种物质主要由基本上未遭氧化的碳氢化合物的混合物组成。沥青有时与矿物质共生，其非矿物成分是易熔的□大部可溶于二硫化碳中，溶后得到不溶于水的磺酸盐。石油、地沥青、天然矿蜡和石沥青都属于沥青。苏联地质保矿部全苏地质科学研究所主编的地质词典中对沥青的定义是：固体、液体、气体碳氢化合物及其混合物的统称，不含氧化物。沥青常以与包含它们的岩石充分混合的形式产出。大多数沥青溶于二硫化碳，不溶于二硫化碳者称为焦沥青，沥青可以是天然的（石油气、石油、地蜡、地沥青），也可以是经过蒸馏的产物。

【石油沥青类】 苏联对有机矿物的分类方案中的一大类。他们把有机化合物组成的各种成因的有机物质统称为有机矿物，下分两大类，即石油沥青类和热变质沥青类。石油沥青类包括：石油、石油风化产物（基尔沥青、地沥青、石沥青、硬沥青）、腐殖碳质沥青（高氮沥青）、石油的物理分异产物（地蜡等）、石油矿物变质产物（碳质沥青、碳沥青）等。

【固体沥青】 solid bitumens 又称固体油广物类或沥青，以区别于分散沥青。它们是石油在地壳内不同条件下衍生出来的固态到半固态的碳氢化合物。如地沥青、地蜡、软沥青、碳质沥青、碳沥青等。它们是一些褐至黑色，固态至半固态，高沸点和高分子量烃类的混合物。其特点是没有固定的化学成分和晶形，也没有固定的物理特性。密度大都大于 1。大部分溶于常见的中性有机溶剂。固体沥青大部分是石油在地表遭受分异、氧化、缩合等物理化学变化而形成的不同阶段的产物，或者是变质作用的产物和原油提炼后的残渣。天然产出的固体沥青或充填在岩石孔隙中成浸染状或沿裂隙、断裂充填，成层状、脉状，有时也可沿裂隙大量溢出地面形成沥青湖或沥青丘。地面上天然固体沥青的存在，说明这里有过生油和聚集过程，可以作为找油的标志。

【地蜡】 ozocerite 一种贵重而稀有的有机矿物类。为浅黄、灰绿到褐色的固体到半固体物质，外观似蜂蜡，密度小于 1，含有大量的石蜡和针状蜡结晶体，也含有少量液态碳氢化合物。元素组成接近于烷属石油，主要是由方格状异构烷烃组成含碳 84.44—86.15%，含氢 13.71—15.30%，O+S+N 不超过 1.5—2.0%。它是由石油在地表冷却，使高分子碳氢化合物（石蜡、针状蜡）结晶析出而成。常见产状为脉状、鸡窝状。可用于绝热、绝缘、隔水、工业涂料及医疗等。我国柴达木盆地冷湖地区有天然地蜡产出。

【高氮沥青】 algarite 富含氮、碳水化合物及蛋白质的一种沥青。高氮沥青常与地蜡共生，是地蜡或烷烃石油在细菌作用下的产物（亦说是藻类演化得来）。外表为黄

色、褐色土状或脉状充填于岩石缝隙中。含 C：42.96—66.79%，H：4.66—8，6% N：1.62—1.41%，O：33.96— －36.97%；S：1.25—4.86%。遇水溶解、膨胀、最后变成粘性胶体。

【基尔沥青】　kir　为烷烃及环烷烃烃基石油在地表的风化及蒸发的产物。褐色到暗褐色，呈半固态或固态。熔点较高，大于 100℃。常出现在油苗附近，有强烈的油味，易溶于有机溶剂。与地沥青的区别是含有较多石蜡及针状蜡。kir 又译含沥青岩，硬化石油，油砂。

【地沥青】　asphalt　一种棕至黑色粘性的树脂状无定形固体沥青类。地沥青是软沥青进一步风化的产物，是固体沥青类中分布最广的一类。其硬度 0.5—2，密度 1—1.2，熔化温度高于 100℃。易溶于松节油、氯仿和二硫化碳等有机溶剂之中，而较难溶于苯和酒精中。其元素组成：C80—88%，H9—11%，N0.5—1.4%，O 和 S5.9—11%。组分中沥青质及胶质含量相对（比软沥青）增多。地沥青可在岩石孔隙中分散产出或呈团块状、脉状产出，也可大量流出地面形成沥青丘或沥青湖。地沥青是重要的油气显示。地沥青可用于铺路，作漆布、油墨、电气绝缘材料以及制造生橡胶等。

【软沥青】　maltha，minerat　石油和地沥青之间的过渡产物。由富含环烷烃和芳香烃的重质石油氧化而成，棕黑色至黑色，粘稠状液态到半固态，硬度小于 1 密度近于 1。在地下多呈脉状产出，并且部位较深，接近油藏，在地面大量聚集时则多分布于沥青湖或沥青丘的中心部位。

【石沥青】　rock asphalt　地沥青进一步风化戎变质的产物。较地沥青更硬，有时也称硬沥青、脆沥青等。更富含沥青质和胶质组分，可溶于二硫化碳和氯仿中，难溶或仅可部分溶于石油醚和酒精中，熔化温度可达 175℃，硬度 1—3，密度 1—2。多呈脉状或鸡窝状产出，也可分布在沥青丘或沥青湖的顶部及边缘，至沥青丘或湖的内部和底部常过渡为地沥青、软沥青或石油。其元素组成为 C：76—88%，N：0.7—5.3%，H：4.7—11%，O：3.5—5.5%，S：0.9—7.0%，它是油漆工业的贵重原料之一。

【碳质沥青】　carboid　地沥青、石沥青遭受变质作用的产物，不溶于或稍溶于有机溶剂，熔化温度高于 300℃，密度 1—1.3，硬度 2—3，黑色，性脆，大部呈脉状产出。碳质沥青尚可根据变质程度分为黑沥青和焦沥青两种，前者变质程度低、可燃，后者变质程度较高、不易燃。

【酸性碳质沥青】　一种含氧较多的沥青，不溶于所有的有机溶剂，但溶于碱性溶液中。

【腐殖碳质沥青】　在石油高度风化过程中有腐殖质参加而形成的沥青。褐色到黑褐色。不溶于有机溶剂，溶于 1% 苏打水中，根据苏打水溶液的颜色可以判断腐殖质的含量多少。它的元素组成是：C：50—60%，H：3—4.6%，N：1.8%，S：11.17%，

O：32.46%，灰分可达10%。

【碳沥青】 anthraxolite 地沥青、石沥青进一步碳化的产物。外表和性质与无烟煤相似，多为暗一亮光泽。为不溶于有机溶剂、也不熔化的黑色坚硬物质，几乎全部由碳类物质或游离碳组成。根据变质程度又可分为：低级碳沥青，高级碳沥青和次石墨三种。

【热变质沥青类】 苏联对有机矿物的分类方案中的一人类，是当接触变质作用时，沉积岩有机物质的裂解蒸馏产物。

【游离沥青】 free bitamen 即氯仿沥青“A”和酒精一苯沥青“A”两者的统称。

【束缚沥青】 fixed bitumen “沥青C”。用氯仿或其它溶剂从已经抽提过沥青“A”（游离沥青）的残余样品（经过盐酸处理）中抽提所得到的抽提物。

【抽提物】 extract 沉积岩中可以用有机溶剂抽提出来的有机物质，或称有机质抽提物。它和泛指的沥青类物质、类脂可以看作是同义词。沉积岩中的有机质可以分为沥青类和干酪根两大类。

【抽提沥青】 extractable bitumen 抽提物的一大类。岩石中分散沥青通过不同有机溶剂抽提出来的物质组分。通常用氯仿做抽提溶剂抽提的沥青组分，称为氯仿沥青（A）。它可分为：油质、苯胶质、酒精—苯胶质及沥青—苯胶质及沥青质组分。其中油质及苯胶质为还原性组分，酒精—苯胶质及沥青质组分为酸性组分。我国中新生代陆相土油层中氯仿沥青（A）组分以胶质及沥青质为主；而非生油层一般油质及苯胶质组分含量偏高。

【氯仿沥青】 chlorofocm biumen 岩样末被盐酸处理前，用氯仿抽提出来的沥青物质，由饱和烃、芳香烃、胶质、沥青质组成。通常氯仿沥青（A）值用被抽提出来的沥青物质重量与岩样重量之比表示。氯仿沥青能比较准确的代表岩样中溶于氯仿的沥青物质含量。与酒精—苯沥青相比，氯仿沥青的烃类含量较高，在成分上更接近石油。因此，在有机物质相同的情况下，氯仿沥青的含量愈高，说明有机物质向石油转化的程度愈高。常用氯仿沥青（A）与有机碳（c）的比值（即A/c值）表示有机物质向油气的转化程度。

【荧光沥青】 fluorescent bitumen 用氯仿作溶剂溶解岩样，用荧光系列对比溶解物而测得的沥青物质含量，一般用B表示。在岩样有机质含量相同的情况下，B值的大小表示有机质向石油转化的相对程度，故常用荧光沥青含量与有机炭含量的比值B/c来表示转化程度。

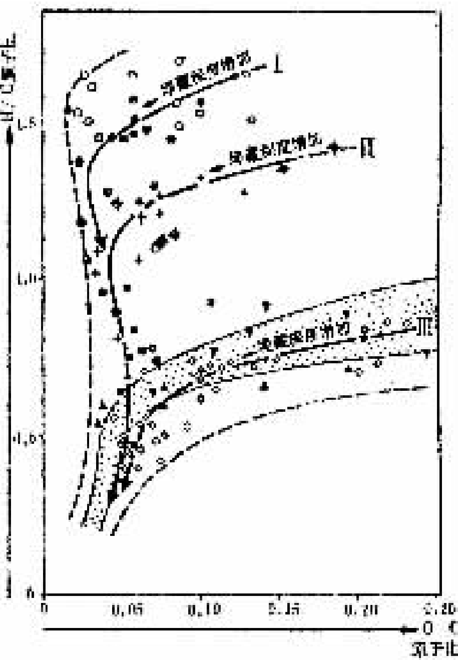
【MAB抽提物】 MAB extract，methanol - acetone - benzene extract 又称甲醇 - 丙酮 - 苯三元溶剂抽提物。一般指经过氯仿抽提后的岩样再次用这种三元溶剂抽提所得的抽提物。三种试剂的比例是甲醇15%，丙酮15%，苯70%。所得抽提物是氮含氮、

硫、氧等成分的重质杂原子化合物，属可溶性沥青的一部分。

【分散沥青含量】　content of dispersed bitumen　呈分散状态赋存在岩石中的沥青物质的含量。一般认为岩石中分散沥青是油气运移以后遗留下来的重质部分。它虽然不能代表原始有机物质封化为油、气的总含量，但一般可以认为，分散沥青含量愈多，其转化为油、气的总量也愈多。因此，分散沥青含量在一定程度上反映了所生成油、气的丰富程度。分散沥青含量是要通过氯仿、四氯化碳、乙醚、丙酮等有机溶剂进行抽捉才能测定的。

【腐黑物】　humin　用稀释的氢氧化钠（0.1N）和焦磷酸钠 1%）混合液处理土壤中所含有机质的不溶部分。其可溶部分为腐殖成分。有人认为腐黑物是干酪根的前身。其区别在于有一部分腐黑物可以水解。

【干酪根】　kerogen　又称油母质，沉积岩（一般为页岩）中保留下来的、不溶性的有机物质。沉积岩中有三种分散有机质，一种是可溶性液态烃类，一种是可溶性非烃类（沥青），一种是不溶性有机质（干酪根）。干酪根是由腐黑物进一步缩聚来的，被认为是生油原始物质。干酪根在沉积岩中分布非常广泛，占了沉积物中总有机质的 70—90% 以上。在显微境下，干酪根虽然有一些是有机碎屑，但往往是无定形的物质，外表呈黑色或褐色。干酪根的成分及结构复杂。就目前所知，干酪根在成分上是由碳、氢、氧、硫、氮等元素组成的不均质的、大分子量物质。在结构上是一种由多个结构单元（核）通过桥键和不同基因结合而成的三维分子。它的核可以是单环或缩合环、芳香环、脂族环和含硫、含氮的杂环。它的桥键多半是氧、硫或肽键、基团的种类和数量更多、有饱和直链、亦有



干酪根类型

侧链，以及其它有机化合物中常见的官能团。干酪根加热，可以产生各种烃类和可溶性沥青。干酪根根据其埋藏深度的地质条件不同，可以分为腐泥型（Ⅰ型），过渡型（Ⅱ型）和腐殖型（Ⅲ型）三类（见图）。

【油母质】　kercge　即“干酪根”。

【腐泥型干酪根】　sapropel－typekerogen，capropelic kerogen　又称（Ⅰ型）干酪根。共成分中氢碳比较高，氧碳比较低，链式结构多，特别富含类脂化合物，芳香族少量，主要来源可能是藻类和经过细曲改造的有机物。腐泥型干酪根的生油潜力大，是成

油的主要母质。

【腐殖型干酪根】 humic type kerogen 即（Ⅲ型）干酪根，其成分中氢碳比低，氧碳比高，主要含多环芳香烃和官能团，脂肪键被连结在多环网格结构上。腐殖型干酪根的主要来源是富含木质素和碳水化合物的高等植物，其生油能力低，生气能力强，是天然气的主要母质。

【过渡型干酪根】 Ⅱ－type kerogen 即（Ⅱ型）干酪根、其成分界于腐泥型和腐殖型两种干酪根之间。氢碳比和氧碳比中等，来源于浮游动物和植物。其生油、生气能力取决于接近于腐泥型或腐殖型干酪根的程度。

【类脂】 lipids 所有不溶于水但可被某种脂肪溶剂提取出来的所有有机物质。类脂包括动物脂肪、植物油等脂肪物质及植物叶上的蜡，以及油溶性色素、萜烯类化合物、甾族化合物等。这些物质中有许多物质的主要构成单位是异戊二烯（5 个碳原子）和一个甲基侧链。大部分类脂物质是不溶于水的。许多有机物的坚固部分，如膜、表皮、孢子、花粉等是富含类脂物质的。因此，有机物中的类脂部分常在颗粒状有机质中残存下来，构成最可能的潜在油源。类脂沥青（bitumen）和抽提物可以看作是同父词。

【地球化学化石】 geochemical flossiI 地质体中直接从动植物的遗体衍生而来的某种有机化合物。它们是在有机质的热演化过程中，没有或者很少变化的一些能够传达有机物的组成、性质、生存环境、地球化学历史等信息的生物标志。通常是一些直链脂族烃化合物，异戊间二烯化合物、萜烯、甾族化合物、卟啉色素。它们有相当高的分子量，性质比较稳定，在地质历史中，能够保留原始的化合物骨架。由于地球化学化石可反映原始生油有机物的类型，故可用以进行油源对比，重塑当时的古沉积环境，解释成岩和深成（热催化）阶段的化学转化作用，以及从海洋或湖泊沉积中区别外来的混入物。因此被视为化学分子化石，或者叫生物标记化合物。

【指纹化合物】 fingerprint compounds， 又称指纹化石。指分布在岩石和原油中的一些化学性质上相当稳定的化合物。它们很少或者几乎不受运移和热变质作用的影响。人们可以利用原油和生油岩抽提物之间的这些特征，化合物的异同和相对分布，判断原油和生油岩之间是否有亲缘关系，并可追踪石油的运移途径。目前应用最广泛的指纹化合物是异戊间二烯类烷烃中的姥鲛烷（2，6，10，14，四甲墓十五烷）和植烷（2，6，10，14，四甲基十六烷）。

【碳同位素】 isotopes of carbon 碳的同位素有^{12}C、^{13}C，^{14}c，碳在原油的组成中占了大约 85%。^{14}C 是放射性同位素，

不稳定。稳定同位素为^{12}C 和^{13}C。通常是研究^{12}C 与^{13}C 之间的含量比。其量度单位有$^{12}C/^{13}C$，$^{13}C/^{12}C\times10^5$ 和 $C^{13}C$ 样三种。其中以 $б^{13}C$ 最常用。它是样品中的$^{13}C/^{12}C$ 比值与某一标准物$^{13}C/^{12}C$ 比之间的差值，通常用千分之几表示，即

国际上通常取美国南加罗林纳州白垩系 Peedee 构造中的箭石作标准，即 PDP 标准。我国石油部采用的标准是北京周口店奥陶系灰岩，其$^{13}c/^{12}C \times 10^5 = 1123.6$。

$$\delta^{13}C_{样} = \frac{(^{13}C/^{12}C)_{样} - (^{13}C/^{12}C)_{标准}}{(^{13}C/^{12}C)_{标准}} \times 1000$$

研究原油，天然气和岩石中分散有机质中的碳同位素有助于解释石油、天然气和沥青的成因，进行油源对比，确定原油是否经过生物降解，研究海相沉积物的有机物源组成情况、以及推测古地温等等。

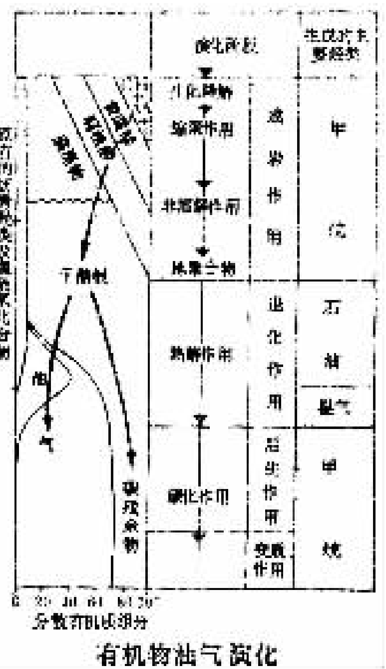
【油源对比】　oit ati source rockcorrelation　它包括油油对比和气气对比，以确定获得的油气流是否来自同一生油岩。另一对比是油气与生油岩之间的对比，以确定具体的生油层位，对比时选择对比双方共同含有的、并且不受运移和热变质作用影响的“指纹”化合物（fingerprint compounds）作为油源对比指标。符合这一标准的对比指标有：C_{27}十甾烷族，异戊间二烯类烷烃，正烷烃分布特征，碳同位素等。

【热解色谱】　Pyrography　热解色谱法的简称，即把不挥发的高聚合物在热解仪器中裂解为挥发性产物，然后送入气相色谱仪进行分析。热解色谱法特别适合于研究干酪根的类型、演化程度、裂解的烃类组成和产率等。样品是在充满氮气或氦气的装置中热解的。热解后的产物可以直接送入火焰离子化鉴定器分析（简称 P—FID），也可经色谱柱分离之后再鉴定（简称 P—GC）。后一种方法可依据不同的研究目的，选用不同的热解条件（不同温度、不同步骤），以侧重于研究某一部分有机质。

【卟啉类化合物】　porphyrins　又称卟啉□素或□族化合物。它是一个以闭合成十六圆环的四个吡咯核的结构为基础的一种复杂的含氮化合物，是由动植物色素（叶绿素或血红素）变化出来的，这些色素含吡咯核。主要以金属（钒、镍为主，也可能有铁、铜、钴、锌等）络合物的形式存在。它们很稳定。地质体内的卟啉类化合物是 1934 年由 Trei－bs 首先在原油和沥青岩中发现的。这一重要发现，第一次使原油成分和它们的祖系生物源物质间建立了直接的联系，使石油有机成因说有了一个可靠的依据。在石油地质研究中应用卟啉类化合物可以作为：①确定岩石原始有机质的类型，为区别成油、成煤环境提供依据（因为原油中和煤中的卟啉类化合物不同）；②查清原油的运移和追索油源的方法（因为当石油在长距离运移途中，所含的卟啉类化合物可能被粘土矿物所吸附，运移越远卟啉类化合物越少，粘土矿物吸附的卟啉数量也相应减少）；③测定石油生成温度和测定地温的标志，因为卟啉类化合物在超过一定温度（250℃）时即行破坏；④由于油源对比。

【甾烷】 sleranes　一组不对称异构多环环烷烃的总称，具有旋光性。包括有胆甾烷（choiestane）、麦角甾烷（ergostaue）和谷甾烷（sistostane）等。在沉积物和原油中已经找到许多甾烷（还有甾烯）。它们显然是生物中的甾族（甾醇）化合物转化而来的。它们可能来自动物（如胆甾烷）、植物（如麦角甾烷、谷甾烷等）。一般认为，陆地动植物体内的甾族化合物不如水生的动植物中的重要。因此，富含甾烷化合物的沉积物一般是海相的或者湖相的。甾烷化合物是重要的生物标记，在低温下比较稳定，可以用来进行油源对比，指示沉积环境和成岩作用。

【有机物质演化】 evolution of organic matter　沉积岩中的有机物质在上覆沉积物不断增加、沉积物不断下沉（即在压力不断增加，温度不断提高、催化作用不断增强）的背景下，不断发生的变化（转变）。这种演化大体可以分成三个阶段：①生物化学降解生气阶段；②有机质热催化转化阶段（又称热降解阶段）；③有机质热裂解阶段（又称甲烷化阶段）有机物质演化历史归纳如图所示。



有机物油气演化

【有机物质成岩作用】 diagenesis of organic matter　指有机物演化的早期阶段。在水体中沉积下来的沉积物中含有大量的水、矿物、死有机物质和很多活的微生物。在这个阶段（深约数百米，少数情况可达2000米）沉积物逐渐固结成岩，而且其中有机物质则发生生物化学的降解作用、缩聚作用、非溶解作用，使沉积物中所含的由生物合成的生物聚合物转变为地聚合物——干酪根。在此期间，可以生成一定数量的天然气（浅层气）。成岩阶段的特征是氧减少，O/C比值降低，H/C比值稍受影响。在石油的演化历史上，成岩作用是个未成熟阶段。成岩作用结束于煤阶分类中的褐煤与硬煤的分界处，相应的镜煤反射率为0.5—0.7。

【生物化学降解作用】 biochemicaldegradation　沉积物中有机物质向油气转化的第一个阶段。这个阶段一方面产生生物成因的天然气，一方面生成生油母质干酪根。

【缩聚作用】 polyco）ndeusation　许多分子互相作用，产生高分子化合物，同时释放出水、醇、氨、氮化氢等物质的作用。参加缩聚反应的化合物必须有两个或两个以上的官能团。当参与反应的是二个官能团化合物时，产生线性聚合物。当参与反应的是三个官能团化合物时，产生立体型结构聚合物。在石油地质研究中，有人认为干酪根是不饱和化合物、碳水化合物、蛋白质、脂肪等是通过微生物作用等多种途径缩聚而成的。

【生物降解作用】　biodegradation　又称原油微生物蚀变作用，捕集到油藏中的原油受微生物作用而降解。它的发生往往与水洗作用相伴生。含有氧气和微生物的大气水进入油层□运移到油水界面附近。微生物有选择地消耗某些类型的烃类而使之降解。其作用的总趋向与热成熟作用相反，首先是消耗正构烷烃，接着是异戊间二烯烷烃，然后是低环的环烷烃和芳香烃。在缺氧条件下，某些细菌可以从硫酸盐中摄取所需的氧，从而使硫酸盐类还原成硫。生物降解作用多发生在接近地表容易接受地面水的油藏中。

【退化作用】　catagenesis　又译成热催化作用、退解作用、后生作用和深成作用。在几千米深处的温度、压力（温度约 50—150℃，地静压力约 300—1000 或 1500 巴）条件下，沉积物因压实而进一步致密，水不断地排出，孔隙度、渗透率明显减少，干酪根首先演化成液态石油，然后进一步演化成湿气和凝析油，□伴生大量甲烷。退化作用以干酪根中脂肪族碳链的消失，半无烟煤的开始而告结束，退化作用阶段顶底界的相应镜煤反射率分别约为 0.5 和 2.0。

【热力蚀变作用】　thermal alterafion　石油被捕集到油藏后，由于温度增加而引起的石油性质的变化。原油由于热力蚀变作用，高分子量的重质组分逐渐减少，低分子量的轻质组分却不断增加。热力蚀变过程是一个歧化反应过程，即两极分化过程，一方面一些烃类从芳香型结构向着脂肪族分子转化，朝着更稳定的低分子量成分发展，最终变成甲烷；另一方面则出现不溶解的富含碳的焦沥青等高分子量化合物，中间型的成分贫乏。

【有机物质变质作用】　lmetamorphism of organic matter　有机质演化的最后作用阶段。即通常的变质作用阶段，可以再划分为二个亚段。第一亚段干酪根和已经形成的液态烃向两个极端：甲烷，碳质沥青和焦沥青发展（歧化反应），液态石油和湿气完全消失，镜质体反射率上限为 2.0，下限为 4，煤转变为无烟煤。第二亚段煤转变为变质的无烟煤，甲烷消失，残留干酪根变成石墨。

【转化率】　transformation ratio　干酪根实际形成的油气和生油潜量（即干酪根可以转化为石油的总量）的比值。其数值可用热解法求得。转化率的大小取决于有机物的性质，和以后的地质历史，特别是温度史。反映有机质转化成油的效率指标有许多，常用的有烃比值。此外，还有如下的一些比值，如：总烃/氯仿沥青，氯仿沥青/有机碳；饱和烃/（非烃 + 沥青质）等。

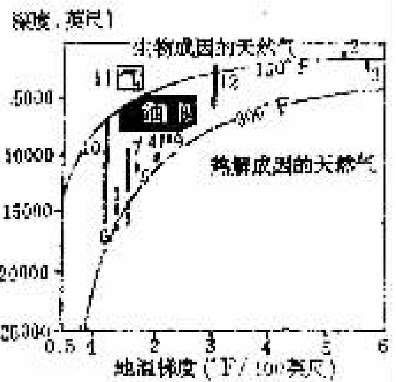
【脱沥青作用】　deasphalting 当 C_1 一 C_6 的轻烃大量溶解于石油中时，沥青质从重质到中等石油中分离出来的作用，推测已捕集在油藏中的石油，由于热力变质作用产生的气态烃，以及由二次运移注入的气态烃，都可以引起油藏中石油的脱沥青作用。

【非溶解化作用】　insolubilizaticn　有机物质逐渐变得不易溶解的过程。在年青沉积物浅处几米内所含的有机物质中，大分子有机物占 90% 以上这当中，黄腐酸和腐殖酸又占了很大比重（10—70%）。随着时间的延长和埋藏深度的增加，黄腐酸将由于失去其表面的亲水官能团而逐渐演化成溶解能力差的腐殖酸，然后变成完全不溶的腐黑物（或干酪根）。

【水洗作用】　water washing　接近地表和容易接受地面水的油藏中的原油，受流入油层大气水的冲洗作用而发生的变化。水洗作用是已被捕集到油藏中的原油发生变质作用的一种机制，它经常与由生物降解引起的原油变质作用同时发生。水洗作用本身可以使未被烃类饱和的地层水从原油中溶解出容易溶解的烃类（一般是轻质烃类）。水中所含的氧可以引起原油的无机氧化作用。但是更重要的是在这些氧的维持下，造成微生物的降解作用。

【温度门限值】　temperature threshold　或称温度门槛值、门限温度。生油岩开始大量生成石油所需要的温度。根据 Pusev Ⅲ，W. C。（1973）提出的液态窗概念，液态烃类大量形成于 150°F（65. 6℃）—300°F（148. 9℃）之间。然而，据 лопати. H. B.（1971），石油的成熟是温度高低和时间长短的双重函数。因此，不同地区应当有不同的门限温度。在稳定的地台区，特别是年青的地层区，由于构造变动和缓，可以把目前的地温和地温梯度（据井温测井求得）近似地看作生油时期的古地温及古地温梯度。然而，在变动激烈的地区，由于地层可能经历频繁升降，因此，必须设法求出油气生成时期的可能的最大古地温及其梯度。

【液态窗】　liquid window　液态烃类能够大量形成并保存的温度区间。它是由 Pusey 于 1973 年提出的。他根据开采油气田的经验数据和实验室的实验结果，发现液态烃类开始大量形成的温度是 150°F（65. 6℃），低于 150°F 生成的主要是生物成因天然气。当温度超过 300°F（148. 9℃）时，液态烃类受到破坏，变成热解类型的天然气。因此他把 150°F—300°F（65. 6℃—148. 9℃）这个温度范围称之为液态烃的窗口。Pusey 根据一些油田的实际资料编制了地温梯度 – 油藏的埋藏深度关系曲线。如图。由图看出，当地温梯度很高时，它的液态烃窗口很浅，但很窄。当地温梯度很低时，它的液态烃窗口很深、很宽。Pusey 的这个图解只适用于 100 万到 2 亿年（侏罗纪以来）的沉积物。但是有一些例外，有些油藏在低于 150°F 范围内产出。据分析，它们都是在受热后又抬升或者是石油沿上倾方向向上运移造成的，产于 >300°F 的高温油藏很少见，它们多出现在碳酸盐



地温梯度 油藏 关系曲线
图中数字代表世界各大油田地区

岩层中，或者具有异常高的地层压力。

【生油指标】 indicators of sourceroak evaluation 反映生油岩某种特征或条件的定量参数。其种类繁多，并且随着科学技术的进步，不断地产生新的指标，淘汰老的指标。就目前常用的指标，依其目的，大致可以分为如下几类（其中有一些是跨类的）：①生油母质丰度指标：剩余有机碳（$C_{有机}$）含量，氨基酸总量，氨基酸总量/剩余有机碳含量，分散沥青含量等；②有机质成熟度指标：干酪根的颜色及H/C—O/C原子比的关系，镜质体（镜煤）反射率，孢粉颜色（热变指数），孢粉半透明度，正烷烃成熟指标（NPMI，碳优势指数（CPl），奇偶优势（OEP），芳香烃结构分布指数（ASI），自由基含量，碳化率与定碳比，有机差热，易氧化度，天然气或岩屑气的重烃/甲烷比，碳同位素^{13}C等等；③烃类转化指标：可溶性沥青含量，总烃及正烷、环烷或芳香族烃含量；④油源对比指标：异戊间二烯类烷烃（主要是姥鲛烷、植烷）相对含量，C_{27}+甾烷族相对丰度，正烷烃分布特征，卟啉化合物，碳同位素^{13}C等等。

【有机碳】 organic oarbon 沉积岩中含有的与有机质有关的碳素。常用单位重量岩石中有机碳的重量百分数表示。测定有机碳采用的是氧化的方法，可用耗氧量近似地表示有机质的丰度。有机质在沉积和成岩过程中，经历了各种复杂作用（先是生物化学作用，后来是地球化学作用），损失了很大一部分，目前测得的有机碳含量是有机物质以干酪根形式保存下来的残余有机物质中的碳含量，因此，又叫剩余有机碳。它近似地反映了生油母质的丰度。沉积岩中的有机质总量与有机碳数量之间存在一定的比例关系，此值通称有机系数。经统计，有机系数一般介于1.16—1.60之间。有机碳是生油岩研究中的一个基础指标，它可用于确定生油岩、指示有机质丰度，判断生油效率、转化效率和演变程度，计算生油量，推测石油初次运移方向等。

【有机变质程度】 level of organicmetamorphism 由胡德等人（Hood et al.，1975）提出的一种与其它参数无关的等级，用以表示生油岩成熟等级的尺度表。它随深度呈线性关系，并在石油生成的整个范围内连续变化。

【耗氧量】 oxygen consumption 单位重量岩石燃烧时的耗氧量。它可以代表有机碳含量。也可以在测定沉积物中有机碳含量时，使有机质燃烧氧化，然后测量产生的二氧化碳的重量或体积，□折算出碳的含量。

【热变质指数】 thermal alterationindex（TAI） 科雷亚（Correia，1967）和斯塔普林（Stap－lin，1969）根据显微镜下有机残体（孢子、花粉、藻类等）的颜色、形状和纹饰的变化等确定的五个级别，用以表示有机质的演化变质程度：1 级：无变化，有机质残渣呈黄色；2 级：轻微热变质。呈桔色；3 级：中等热变质，呈棕色或褐色；4 级，强变质，呈黑色；5 级：强烈热变质，除有机残渣呈黑色外，岩石有变质现象。石油、湿气、凝析气的生成阶段相当于热变质指数 2.5—37 之间。

【阿伦尼乌斯公式】 Arrhenius formula 一个从化学动力学中引用过来的定量地描述有机质热降解过程的方程式：

$$K = Ae - \frac{E}{RT},$$

式中，K 为温度 T 时的反应速度常数；A 为频率因子；代表单位时间内分子碰撞的次数，E 为反应的活化能；R 为气体常数，T 为绝对湿度°K；e 为自然对数的底。公式说明，有机质转化为石油的反应速度“常数”K 随温度 T 呈指数关系。即当温度很低时，反应速度是很低的。只有当温度到达一定温度（门限温度）时，才开始大量生成石油。

【碳优势指数】 carbon preferenceindex（CPI） 又称 CPI 值。一种反映沉积岩中所含有机物质成熟度的指标，是 Cooper. J. E，Bray. E. F（1963）提出来的。它和正烷烃成熟相数（NPMT 值）和奇偶优势（DEP 值）相似，都是反映有机质所含正烷烃中奇数碳原子与偶数碳原子之间相对丰度的参数。提出这个参数的依据是，现代沉积物的有机质中或者现代大多数生物体中的正烷烃含量少，所含正烷烃的碳原个数一般均 $> C_{20}$，而且奇数碳的烷烃（如 C_{27}、C_{27}、C_{31}、C_{23}）数量多于偶数碳烷烃的数量。现代沉积物的 CPI 值介于 2.4—5.5 之间。而随着埋藏深度的增加，温度的增加，正烷烃的数量明显增加（人们认为正烷烃是脂肪酸脱羧而来的），由于新生和外来烃类的加入，轻烃数量明显增加，重烃数量减少，正烷烃分布的主碳峰从高碳数向低碳数转移，奇数碳的优势消失，原油的 CPI 值接近午 1。因此，CPI 值可以作为反映有机质或生油岩成熟度的指标，据统计，生油岩的 CPI 值应当 <1.3。

【奇偶优势】 odd－even predominanceln 简称 OEP 值。一种反映沉积岩中所含有机物质成熟度的指标，由 R. S. Scalan，及 J. E. Smith 于 1970 年提出。它是对 CPI 值的改进，它只选用 5 个组份（CPI 值为 11 个组份），因此适用于碳数范围窄的样品。其结果与 CPI 值相近。也反映了有机物质中正烷烃内的奇数碳与偶数碳原子间的相对丰度。

【正烷烃成熟指数】 normal paraffin maturity index 简称（NPMI）。一种表示正烷烃分布特征和奇、偶数碳原子的相对丰度的指标，由菲力皮（G. T. Philippi，1965）提出的。

$$NPMI=\frac{2C_{28}}{CP_{28}+C_{30}}。$$

式中 C_{28}、C_{20}、C_{30} 分别代表含 28、29、30 个碳原子的正烷烃的浓度或含量。此指数可与 CPI 及 OEP 指数相比使用。

【环烷烃指数】　naphthene index　简称 NI. 420—470℃时的异构烷烃一环烷烃部分中 1 环加 2 环的环烷化合物的百分比。这个指数是由菲力皮（Philippi，1965）提出的，用来表示干酪根中由于形成比较单一的单环或双环环烷烃而造成生物成因的 4 环和 5 环烃逐渐稀释的情况。这个指数可以指示生油岩的成熟阶段。

【芳香烃结构分布指数】　aromaticstructaral index　简称 ASI。表示石油或岩石中有机物质成熟程度的一种指标。原意是指含有 18 个碳原子（至少 10 个碳原子）以上的稠环芳香烃中，和每个苯环上的碳原子相连的氢原子有两种类型，一种是只有 1 或 2 个相邻的氢原子，称Ⅰ类初级氢原子；另一种是有 4 或 5 个相邻氢原子，称为Ⅱ类初级氢原子。这两种氢原子数目（即丰度）之比，即为芳香烃结构分布指数。

【沥青比值】　bitumen ratio　有机物变为石油的比例，可用下式表示：

$$\text{沥青比值}=\frac{HC+R+A}{C_o}。$$

式中，HC 为碳氢化合物；R 为胶质；A 为沥青质；Co 为总有机碳。

【烃比值】　hydrocarbon ratio　生油岩中有机物质变为碳氢化合物的比例。烃比值是一种有机质转化为石油的指标，用 F 式表示：

$$\frac{\text{碳氢化合物}}{\text{总有机物}}=\frac{HC}{C_o=}\text{烃比值}。$$

它是反映生油岩层有机质成熟度的一个参数，反映有机质生成烃类的效率。一般认为生油岩的下限的烃比值为 1—2%。处于成熟阶段的生油岩，其烃比值 >3%。而不成熟或者过成熟生油岩的烃比值均较低。

【易氧化度】　oxidizability　岩石内有机质中易被氧化的程度。饱和烃和芳香烃等在硫酸和铬酸混合液中不易氧化。但在有机质中活泼的杂原子宫能团含量多时，则易氧化。易氧化度是有机质成熟度的一个指标。易氧化度越高，有机质的成熟度越低。

$$\text{易氧化度}=\frac{\text{易氧化的有机碳含量}}{\text{总有机碳含量}}\times 100\%$$

【自由基数】　number of free radicals　一个分子或分子的一部分的正常化学键被破坏而产生的不配对自由电子数。凡物质含有不配对的自由电子，都具有顺磁性。物质的自由基个数（N）越大，其顺磁磁化率 Xp 也越大。二者的关系是 $N=X_P\times 4.75\times 10^{26}$。沉积岩中的干酪根以及煤、石油、沥青等中广泛存在着自由基。而且随着埋藏深度的增

加，随着热演化程度的加深，自由基数也增加。在镜煤反射率为2%左右处，自由基数达到最大。以后则由于有机自由基的再结合而减少，甚至消失。这种现象可以用来指示天然有机物的成熟程度，也可用以指示古温度。

【电子自旋共振信号】 electron spinresonance signal 即ESR信号。每克有机碳中的顺磁磁化率 $X_p \times 10^9$/克有机碳。用以指示有机质的成熟程度和古温度。

【自旋密度】 spin dersity 每克干酪根中的自由基数，1973年普塞提出，自旋密度指示有机质的成熟度和古温度。

【氢指数】 hydrogen index 热解分析中的一种参数。用 I_H 表示 $I_H = \frac{O_2HC}{C_{oT}} \times 100$ 毫克烃/克有机碳式中，Q^2HC 为热解谱中第二峰（即干酪根）热解产生的烃类和少量可抽提组分的总量；C_{oT}为总有机碳数量。由于 I_H 与H/c原子比有良好对比关系，故称氢指数。把它和氧指数相结合，可以用来划分有机质类型，确定生油岩演化程度，评价生油岩中有机质丰度和估算生油量等。

【氧指数】 oxygen index 热解分析中的一种参数，用 I_o 表示：$I_o = \frac{OCO_2}{C_{oT}} \times 100$ 毫克 CO_2/克有机碳式中，QCO_2 为热解谱中第三峰即二氧化碳的数量；C_{oT}为总有机碳数量。由于 I_o 与O/c原子比有良好对应关系，故称氧指数。把它和氢指数相结合，可以用来划分有机质类型，评价生油岩中有机质丰度，估算生油量、确定生油岩演化程度等。

【铁还原系数】 redurion coefficieat of ferrcte 表示沉积岩形成的氧化还原环境的一种指标，以K表示，即沉积岩中 $Fe^{z+}HCI \times 0.236 + Fe^{2+}FeS_2$ 与FeO的比值。其中，FeO为岩样的总含铁量：Fe^2HC 为岩样所含黄铁矿中的 Fe^{2+} 含量；0.236是根据化学反应式计算所得的常数，此常数表示分别形成一克 $Fe^{2+}HCl$ 和一克 $Fe^{2+}FeS_2$ 所需消耗有机碳数量的比值。由于此指标将 $Fe^{2+}HCI$ 换算成相当于黄铁矿的量，因此能较好地反映出沉积物形成时的还原程度。

【还原硫】 reduced suiphur 反映沉积物氧化–还原环境的一种指标，以 S^{2+} 表示。它以沉积物中的二价硫（S^{2-}）的百分含量表示。岩层中的还原硫主要是由硫酸盐还原而成。测定还原硫时，首先测定岩层中的总硫量及硫酸盐的含硫量，然后计算两者之间的差值即得。总含硫量包括有：硫酸盐硫（石膏、芒硝等）、有机硫、元素硫、黄铁矿硫（FeS_2、硫化铁（FeS）及部分硫化氢（H_2S）。其中除有机硫外，其余都是硫酸盐硫被有机物质还原的矿物。因而岩石中还原硫的含量，能说明岩层所处环境的还原程度。在具体研究生油层时，常仅测定 S^{2-}（二价硫），已能代表环境的还原程度。

【时间–温度指数】 time – temperature index 简称TTI值。一种反映有机质成熟度的参数。首先由苏联人洛帕廷（1971）提出。他认为在石油的牛成和破坏中温度

和时间是两个重要因素，而且这两个因素是可以互换的。即高温下短期作用和低温下长期作用的效果相当。他认为时间与有机质成熟度之间呈线性关系，而温度与成熟度呈指数关系。即 TTI∞ Tγ，T 是温度，γ 是温度系数（或温度因子）。时间－温度指数对于确定生油时间、生油量、油气保存下限等具有重要意义。

【油气临界释放因子】　critical release factor of oil and gas 由 MonperJ. A（1966）提出的一种研究油气运移的参数。他认为，生油层中的有机物质（主要是干酪根）开始生成石油后，并不能马上开始排驱。只有积累到一定数量，超过了干酪根的吸附力，由于干酪根的体积缩小增加了生油母岩的孔隙度与渗透率，由于超压的形成而造成生油层的层面裂隙和微裂隙，这时才能发生大规模的石油排驱作用。据有人计算，石油的临界释放因子是生油岩中的可抽提沥青数量超过 15 桶/英亩英尺（约 825—850ppm 或者 19. 3 米^3/公顷·米）。天然气的临界释放因子目前尚认识不清。但是，干酪根能够释放出一定数量的天然气，其碳化率必须达到 84—85%（C 的重量百分比）。对于生气的干酪根，其碳化率应达到 88—91%。

【暴露时间】　exposure time　生油岩的受热时间。生油层中的有机质能否形成石油、天然气，并经运移聚集成油气藏，除了和温度、时间有关系外，还和其暴露时间，即在不同温度中暴露时间的长短有密切关系。

油气地质

【生油岩】　source rock　又称生油母岩、油源岩。凡是在过去地质时期中曾经生成过石油的岩石。一般认为富含有机物质的沉积物，在具有持续长期拗陷的埋藏条件和良好的还原环境中，由于温度作用等，有机质经过去氧加氢、富集碳的过程而成熟转化为分散状态的石油。生油岩具有以下几个特征：①因还原环境有利于有机质聚集、保存和转化成石油，故其颜色一般多呈暗色，如黑、灰黑、暗褐等色，在岩层中常见有黄铁矿、菱铁矿等自生还原环境的指相矿物；②生油岩沉积环境多属流动不畅较为闭塞的水体，一般以海相、湖相的细粒碎屑沉积和化学、生物化学沉积物质为主，如泥岩、页岩、粉砂岩、粉砂质泥岩、灰岩、生物灰岩等；③岩石中富含腐泥型的有机质（油母质）和生物遗体（化石）；④生油岩中及生油岩出露地区，常见有各种油气显示或分散的沥青。温度在石油形成中起重要作用，只有温度达到一定门限值之后，作为生油母质的干酪根才能转化成石油。

【生油岩层】　Source beds　生油岩组成的岩层。

【二次生油】　secondary generation of oil　一种生油理论。认为在一次生油过程中，

由于埋藏深度、特别是温度不够，未能使有机质达到应有的成熟度，因此，生油层中的有机质没有能够转变成石油。在后来的地质历史过程中，这些生油层没有遭到剥蚀，而是在新的地层掩盖下，达到了生油的门限深度和门限温度，因而形成了石油。有人提出，我国有些地层，如华北的奥陶系灰岩，有可能成为二次生油或生气的地层。

【有效生油母岩层】 effective sourcebeds 根据已有的证据，不仅已经产生而且已经排驱了工业价值石油及天然气或者天然气的生油岩层。

【潜在生油母岩层】 potentialsourco beds 根据油提物（如果生油的话）的数量、成熟度和碳化程度证明具有生油条件但未达到排驱条件的生油母岩层。

【油页岩】 oil shale 指用任何干馏热解能够产生工业页岩油的岩石。其成分从粘土矿物组成的页岩到泥灰岩甚至碳酸盐，岩，但不包括砂岩。其成岩时代，从前寒武纪到第三纪，沉积岩相有浅海、湖泊、沼泽、泻湖相等。我国各主要中新生代含油气盆地的含油层系中，都有油页岩产出。油页岩中的有机质必须 >5% （亦说 8.4%） 以上才有工业价值。构成这些有机质的主要成分是固态的不溶解的干酪根，可溶性天然烃类极少或没有，可用溶剂抽提的沥青也很少。这些是它和生油岩的区别。油页岩中的干酪根和生油岩中的干酪根没有明显差别。但是油页岩中只含Ⅰ型（腐泥型）或Ⅱ型（腐泥腐殖混合型）干酪根，与高等植物演变来的Ⅲ型（腐殖型）干酪根无关。说明油页岩的前身是腐泥质的页岩。世界上的油页岩储量很大，它是一种潜在的巨大能源。

【死生油层】 dead source beds 有机质含量丰富，一般认为可以生油，但是由于某些原因未能转化、排驱、运移、并在相邻储集层中形成工业油气藏的生油层。造成这种现象的原因可能是温度低或者在生油门限温度范围内暴露时间短，没有达到临界释放因子值。有机质类型不合适也可能是一种原因。也有人认为有机质含量过多，也可能造成‘死’生油层。

【可燃有机岩】 caustobiolith 由生物有机质沉积形成的具有燃烧能力的矿物和岩石，如石油、天然气、煤、固体沥青、油页岩等。其组成元素主要是碳和氢；同时含有为数不等的杂质，如氧化物、硫化物、氮化物以及少量其它金属元素（如钒、镍）的有机化合物。

【含油（气）层】 oil -（gas -）bearinghorizon 含有油（气）的储集岩层。

【工业油（气）层】 commercial oil（gas）reservoir 又称油（气）层。根据国民经济发展的需要，在现有技术、交通以及成本核算等条件下具有工业开采价值的含油（气）层。

【油气层】 oil horizon oil layer，oil bed 即“工业油气层。”

【含气层】　gas－bearing stratum，gas laver，gas ltorizon　仅含有天然气的储气层。

【盖层】　covering（overlying）strarum，caprock　位于油气层上面能阻止油气逸散的不渗透或低渗透岩层。泥岩，页岩，粘土岩、泥灰岩、硬石膏等都是良好的盖层。

【隔层】　intercalated beds　在多油气层的油气田中，夹在各油气层之间的对流体运动起隔挡作用的不渗透岩层。泥岩、页岩、粘土岩、泥灰岩、硬石膏等都可以成为良好的隔层。隔层在我国陆相油气田中较为常见。正确地划分隔层，有利于制定合理的开采方法。

【油气运移】　migration of oil andgas　石油和天然气在地壳中的移动。它是形成油气聚集的必要条件，也是造成油、气藏破坏的因素。油气在岩石的孔隙和裂缝等通道中运移的物理状态有液态、气态与蒸气状态。碳氢化合物（即烃）亦可呈单独的分子或分子团运动（如扩散现象）。油气运移的方式分为：扩散和渗滤。运移的性质分为：初次运移和二次运移。运移的方向分为：垂向和侧向运移。促使油气运移的动力有：①由上覆沉积岩层的重量引起的静压力；②构造运动和构造变形引起的动压力；③油、气，水三者密度差异产生的浮力；④岩层孔隙中水的流动引起的水动力；⑤油气水在微小孔隙中产生的毛细管力；⑥烃类因浓度差而呈分子或分子团扩散的分子力。

【初始运移】　initial migration　沥青或者其它挥发份向有机物表面的运动。它基本上是沥青滴和天然气分子从有机物表面向外释放。它是石油初次运移四个阶段中的第一阶段。初始运移限于从宿主有机物向外释放沥青（初生的石油或者石油的前身）和气体（烃类气和非烃类气体）。此过程如何完成尚不清楚。但是Beju，D. N，（1976）在研究孢粉的碳化作用时，曾经在处于产油高峰期的干酪根样品表面拍摄到沥青或微石油液滴的照片。油滴沿生油层层面分布，其直径从10—100毫微米，有些液滴在制备过程中因挥发而干裂。这样大的油滴比粘土矿物颗粒间的超毛细管孔隙直径大3—4个数量级，不可能从中渗透出来。因此推测，这些石油是通过沿着层面缝隙、裂隙等排驱出来的。

【层内运移】　internal or intrasource migration　石油天然气或者天然气从它的母质沥青初生地（即释放点）通过生油母岩向生油母岩系统中任何排驱点的运动。它是石油初次运移四个阶段中的第一阶段。造成层内运移的机理可能有二，一是生油层内造成超压；二是这些超压造成生油母岩产生微裂隙。造成超压的原因可能是初始运移形成的油滴，尽管稍许减少了干酪根的体积，但是新产生的沥青和挥发分加上剩余的干酪根，使得有机质的总体积比原来大了许多（据计算，有时可高达25%），从而增加了孔隙医力。粘土矿物转化过程中结晶水的脱出以及水热增压效应，也加大了孔隙压力。因此造成生油岩系统内的超压异常，形成天然的、自发的”水力压裂“条件，并产生平行层面以及其它方向的微裂隙。这就为层内运移以及初次运移第三阶段的排驱作用创造了条

件。层内运移在开始阶段主要是沿层面与收缩了的干酪根之间，矿物颗粒与干酪根之间，次生晶体之间，易碎页岩的层面间进行的。

【排驱作用】 expulsion 油气初次运移的第三阶段。石油和天然气或者天然气从生油母岩系统排出，进入载烃系统（或称输导岩层）或者进入储油层。

【初次运移】 primary migration 油气运移的第一阶段，通常泛指生油岩层中生成的油气或天然气通过翰导系统向储集岩层中的运移。Mfomper，J. A.（1978）把油气进入储集层之前的运移分成四个阶段，即①初始运移；②层内运移；③排驱作用；④初次运移。发生初次运移的条件以及初次运移的机理十分复杂，目前争论较多。

【二次运移】 socond migration 油气在储集岩层内的运移，是初次运移的继续。初次运移到储集层中的呈分散状态的油气经过二次运移集中起来，形成油气聚集。二次运移主要靠储油气岩层中油气水比重不同而产生的浮力，毛细管压力和水动力作用。其方向有垂向的，也有侧向的。在二次运移过程中，如果遇到圈闭条件，油气便聚集成油气藏，否则会导致油气散失。

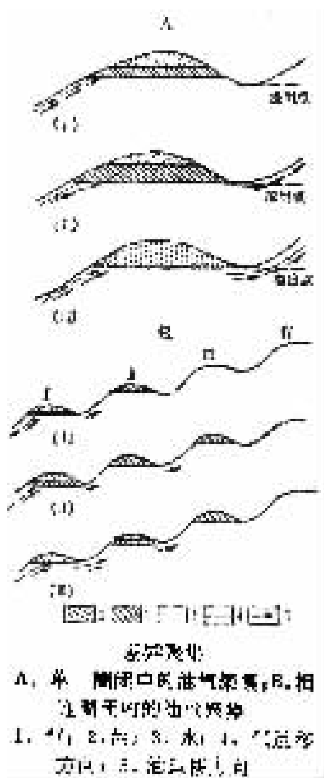
【供油面积】 oil－accumulating arcd 又称集油面积。意义是在这个面积之内的石油，都向着该面积范围以内的圈闭聚集，而在这个面积以外的石油，就朝着另外一些圈闭的地方聚集。例如一个穹窿背斜的聚油面积范围，就是背斜的四周。向斜轴线所围绕起来的面积。由于水动力等的作用，背斜的油气，还可以向更高位置的背斜运移、聚集。供油面积应根据具体地质条件加以考虑。

【石油密度分异】 gravitational differentiation of oil 同一油藏中石油密度从上部到下部的逐渐增加的现象。油藏内部密度分异程度与油藏的高度成正比。有些油藏并未见密度分异现象。

【石油密度地层梯度】 stratigraphic gradiont of oil gravity 含油层深度每增加一百米所引起的石油密度变化数值。石油密度的地层梯度与油层倾斜度有关，油层倾斜平缓则其石油密度的地层梯度不明显，油层倾斜陡则其密度梯度愈大。

【重力分异】 gravitationad differenfiation 处于圈中的油、气水，在重力影响下，轻者上浮，重者下沉，逐渐形成自上而下的气、油、水的层状分布现象。但分异是相对的，一些油气藏常常出现油、气、水层分异的过渡带，如气－油过渡带、油－水过渡带等现象。

【差异聚集】 differential entrapment，dilferential tratpping 油、气在同一储集层内运移过程中，当遇到溢出点逐渐升高的几个圈闭时，常常会形成在溢出点最低的圈闭中含气，稍高者含油或油、气、最高者含水的现象，这种油气聚集的差别称为差异聚集。差异聚集的形成可分三个阶段：第一阶段，油、气开始沿着储集层向上倾方向运移，首先进入□占据圈闭Ⅰ，水逐渐从圈闭Ⅰ中通过溢出点排出，在圈闭Ⅰ中油、气、水因重



力分异分为三层；第二阶段，油、气继续不断进入圈闭Ⅰ，使其油、水界面逐步达到溢出点以下，油开始通过溢出点，□进入和占据圈闭Ⅱ，第三阶段，油气继续源源而来，使圈闭Ⅰ的油—气界面达到溢出点，石油全部排出到较高的圈闭Ⅱ中，最低的圈闭Ⅰ全为天然气所占据。结果形成由低圈闭Ⅰ、较高圈闭Ⅱ到最高圈闭Ⅲ分别聚集气、油、水的现象。如图。由于岩性变化、溶解于石油和水中天然气的析出、构造运动以及水动力方向的改变，有时这种差异聚集现象□不显著。

【倾斜油水面】　inclined oil – watercontact surface　油藏中呈倾斜状态的油一水界面。它是处在储集层内的油藏受区域水动力梯度的影响造成的。当区域水压梯度足够大时，可以使本来应当聚集在背斜构造顶部的油藏向顺水流方向转移，形成聚集在背斜一翼的悬挂油藏。区域水压梯度是形成圈闭的重要条件之一。

【垂向运移】　vertical migration　又称纵向运移或垂直运移。是二次运移的一种方式。油气运移的方向与地层层面近于垂直。其运动通道主要是断层及裂隙。

【侧向运移】　lateral migration　又称横向运移，是二次运移的一种方式。油气运移的方向与地层层面近于平行。移动通道除岩层孔隙，裂隙外，层理和不整合也是侧向运移的通道之一。

【三次运移】　third migration　由于地层倾角的改变、埋藏深度的改变，新通道的形成所引起的油气藏的转移。即形成次生油藏。一些大的地面油气显示可能也是这样形

成的。

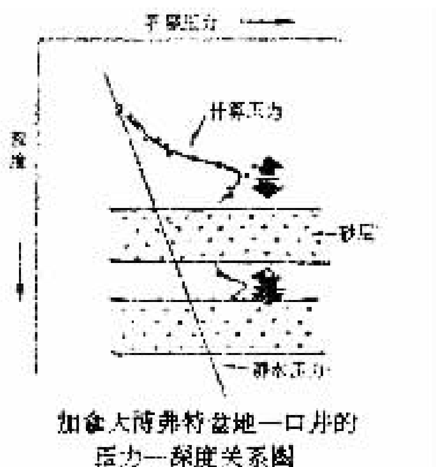
【原生油气藏】　primary petroleumaccumulation　在主要生油期后发生的第一次构造运动期间，油气发生第一次区域性运移而形成的油气藏称为原生油气藏。

【次生油气盛】　secondary petroleum accumulation　原生油气藏经过后来的构造运动遭到破坏，油气沿着构造运动产生的断裂面，或者沿着不整合面运移到新的圈闭中并聚集起来形成新的油气藏，即次生油气藏。我国东部上第三系馆陶组或明化镇组内的一些油气藏，大多数是下第三系的原生油气藏破坏后运移聚集来的次生油气藏。

【生－储－盖组合】　source－reserviolrcaprcck association　生油层、储集层和盖层在岩石地层剖面中的组合关系。它的形成，取决含油建造形成的沉积旋回性和横相岩相变化，以及古海（湖）岸线变迁规律。有人认为生储盖组合与古海（湖）岸的变迁有密切关系。水退层序中，油藏一般位于生油层之上；水进层序中，油藏一般位于生油岩之下，前者属于短途运移，后者属于长途运移。根据我国石油普查勘探实践的经验，可将生储盖组合划分为几种类型：①旋回型——生、储、盖层里垂向的有规律组合；②侧变型——生、储、盖层在横向上彼此交替的组合：③同（自）生型——生油层本身包括有储集层的组合。正确认识和划分生储盖组合，有利于油、气田调查勘探和含油、气区的远景评价。

【遮挡】　barrier screen　阻上油气在储集岩层中继续运移的地质条件。它是构成圈闭的要素之一，也是划分圈闭或油气藏类型的重要依据之一。遮挡可以由构造、地层、水动力遮挡或这些因素的任何组合所构成，如背斜遮挡、断层遮挡、盐丘遮挡、岩体（如火山颈）遮挡、地层不整合遮挡、沥青塞遮挡和岩性遮挡，水动力遮挡等。

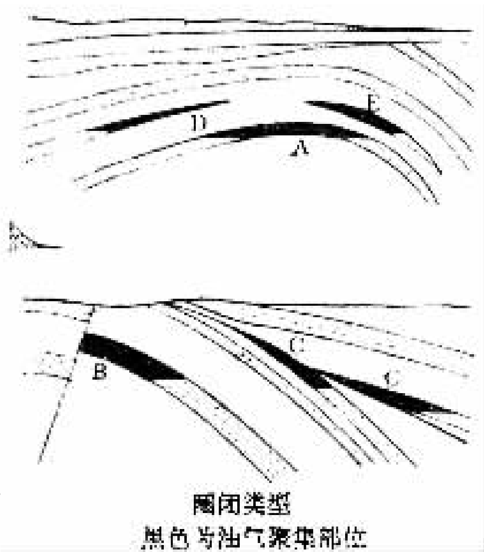
【压力封闭】　pressufe seal　在混合压实相的剖面中，轻微欠压实的（高孔隙压力的）页岩与正常压实页岩和砂岩互层。这些轻微欠压实页岩由于孔隙流体压力大于正常静水压力，可以阻止砂岩中流体的垂直逸散，此即所谓压力封闭，见图。压力封闭有如下特点：①可以形成任何形式的烃类封闭，无论是溶于水的，还是呈游离状态的；②发育在页岩的中等压实阶段；③对气的封闭可能比油更重要，因为气易溶于水。



加拿大阿弗特盆地一口井的压力—深度关系图

【圈闭】　trap　也称油气捕。能阻止油气在储集层中继续运移□将其聚集起来的空间场所。构成圈闭必须有下述条件：一是可以聚集油气的储集层：二是阻止油气逸散的盖层；三是阻止油气向四周继续运移的封闭条件，即遮挡。圈闭的类型很多，按成因

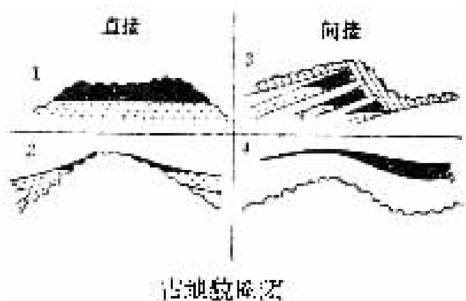
大致可以分为三大类：①构造圈闭，如背斜圈闭（A）、断层圈闭（B）；②地层圈闭，如不整合圈闭（c），岩性尖灭圈闭（D、E）；③构造、地层复合圈闭，见图。有人主张把岩性圈闭独立出来。水力在圈闭中也起着重要作用。



圈闭类型
黑色为油气聚集部位

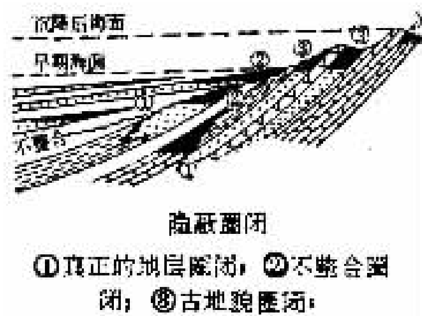
【复合圈闭】　combination traps　由构造和地层要素，或者还包括流体的遮挡要素等复合形成的圈闭。

【古地貌圈闭】　palecgeomorphictrap　在不平整的古地貌表面（一般为侵蚀面）附近形成的圈闭。有直接与间接之分。前者是古地貌面本身（如礁、沙坝、沙丘和古潜山斜面上的砂）构成遮挡面，后者是在古地貌附近因古地形或者其它后生作用（如侵蚀面附近孔隙的胶结以及埋藏谷上的粗粒沉积等）影响而形成的圈闭。



古地貌圈闭

【隐蔽圈闭】　subtle trap“subtle”的原意为神秘、微妙。首先由HalboutyM. T. 于1972年提出。用以指示地层，不整合和古地貌形成的圈闭。近年泛指所有非构造圈闭，其油藏称隐蔽油藏。隐蔽油气藏的勘探比较困难，但是它具有很大潜力。美国的油气地质储量中，非构造油气藏储量已占到$^1/_3$左右，有些盆地的比值还要高。



隐蔽圈闭
①真正的地层圈闭；②不整合圈闭；③古地貌圈闭；

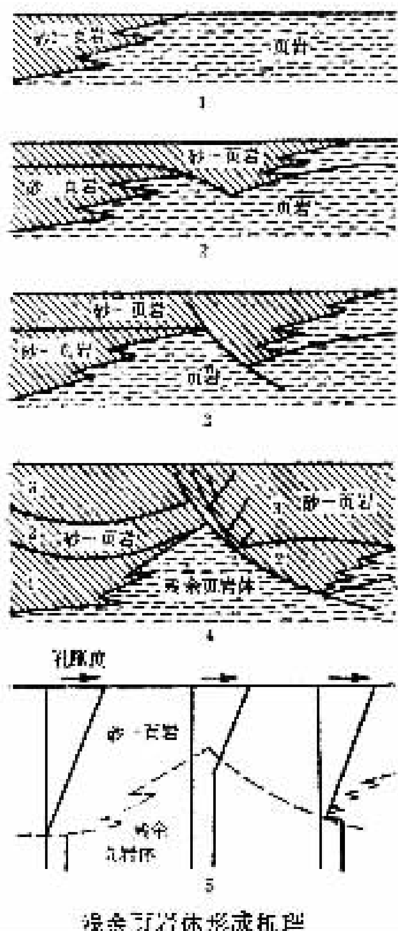
【背斜理论】　anticlinal thcory　一个过时的、但在石油地质学发展中曾起过重要作用的学说。人们从大规模应用石油开始就注意研究油气藏的形成条件。此学说何时由

何人提出已经不清楚了。从文献中看到，Logan. W. E（1842）曾记载过加拿大东部一处油苗与背斜的关系，引起了石汕地质同行的重视。后来，1885 年 White. I. C. 结合宾夕法尼亚气井与背斜的关系，系统地阐述了天然气聚集的背斜学说。这个理论曾经推动了石油工业的巨大发展，发现了一批油气田。但是随着经验的积累，人们发现，造成油气聚集的不仅是背斜，地层，岩性等因素也起着重要作用，因此产生了更为概括性的“圈闭”的概念。这是 1934 年由 McCollough. E. H. 提出来的。圈闭学说的概念也在实践中不断丰富和完善。40 年代以来人们逐渐认识到，水动力在形成圈闭中起着重要作用。近年来提出的隐蔽圈闭，古地貌圈闭、水力封闭等概念，又在这一概念中增添了新的内容。

【储油（气）构造】 oil－bearing structure　能聚集油（气）的地质构造。这一术语的应用，仅限于与构造作用有关的储油圈闭，如背斜构造、穹隆、盐丘，断层圈闭等。而非构造的储油圈闭，如地层和岩性圈闭不能称为储油构造。

【残余页岩体】 residual shale mass　它是一种和三角洲的跃阶式推进以及与之伴生的拉张性生长断层（同生断层）有关的沉积体。其成因机理如图所示。

图中 1 是第一期三角洲的发育状况；图中 2 为第二期三角洲跃阶式地前积到第一期三角洲之前，造成上覆沉积物负载的不均衡，并诱发产生同生断层（图中 3)。它的进一步发展，则如图中 4 所示。这时，处在同生断层左下侧的残余页岩体，实质上是在重力滑动和差异压实的双重作用下的产物。残余页岩体的形成和沉积速度与盆地沉降速度的比值有密切关系。只有在三角洲迅速前推，沉积速度大于沉降速度时，才有可能形成残余页岩体，我国东部一些狭长形中新生代箕状凹陷中，发育了残余页岩体。构成突起于箕状凹陷中心的隆起带。当凹陷中有一列以上相互平行的同生断层时，处于前列同生断层下方的残余页岩体实际上又是浮在后列同生断层面上的重力滑块。见下图。



残余页岩体形成机理



指状式底条砂岩体

【逆牵引】　antithetic drag　常出现于同生正断层下降盘一侧的一种重力滑动现象。同生断层上盘在拉张的机制下下滑时，由于水平距离不断加大，断面附近的沉积物因重力而下落弥合同拉张形成的缝隙，从而使地层下垂，□形成与区域地层倾向相反的倾斜，即逆牵引现象。

【滚动背斜】　rollover anticline　逆牵引所形成的背斜。

【储集岩（层）】　reservoir rock（bed）　具有连通孔隙和渗透性的岩石或岩层。它只说明具备流体储存和流通的空间条件，而□不考虑其中是否有油气存在。储集岩按成分可分：碎屑岩类、碳酸盐岩类和其它岩类储集层，按储集空间性质可分为：孔隙型和裂缝型两种。对储集有石油或天然气的储集岩（层），有时又称储油岩（层）或储气岩（层）。

【储油岩（层）】　oil reservoir rock（bea）　储集有石油的储集岩层。

【储气岩（层）】　gas reservoir rock（bei）　储集有天然气的储集岩层。

【碎屑岩类储集层】　clastic reservoir　储集层的一种。由砂岩、砂砾岩、砾岩等碎屑岩构成，其储集空间主要是碎屑颗粒之间的孔隙。一般以沉积和成岩过程中逐渐形成的原生孔隙为主，次生孔隙仅占次要地位。但也有因次生淋滤作用，使碎屑岩胶结物或碎屑颗粒遭受溶蚀而形成的储集空间。这类储集层储油物性的好坏主要决定于碎屑颗粒的粒度、分选程度、成分、胶结物成分和胶结类型。本类型储集层是重要的储油岩层之一。世界上约有一半的油气储量产于碎屑岩类储集层中。

【碳酸盐岩类储集层】　carbonate reservoir　储集层的一种。是具有孔隙性和渗透性的碳酸盐岩类构成的储集层。介壳灰岩、礁灰岩、块状灰岩、碎屑灰岩或白云岩、块状白云岩、次生白云岩等都可以形成碳酸盐岩类储集层。碳酸盐岩的储集空间住往比碎屑岩类复杂，孔隙的成因除原生的而外，主要是次生的。决定储集层储油物性的因素有：沉积成岩作用、后生作用（如构造运动、地下水溶解、重结晶、白云岩化作用等）；原生孔隙一般仅占次要地位。这类储集层是重要储集油气的类型之一，世界上约有一半的已知油气储量蕴藏于其中。其产量约占世界总油气产量的60%。中东地区的大型池气田的储集层主要是碳酸盐岩。

【结晶岩类储集层】　crystalline rese rvoirt　岩浆岩、变质岩等构成的储集层。这些岩石一般都很致密，对储集油气一般意义不大。但是在个别情况下，由于原生喷发、次生风化、剥蚀作用或构造变动，可以形成原生和次生的孔洞或裂缝，构成油气储集空间。在邻近生油坳陷的岩浆岩、变质岩的古老风化壳上，在适宜的构造和古地貌条件下，可以形成产量很高的基岩油藏。

【泥质岩类储集层】 shale reser voir 泥质岩类构成的储集层。泥质岩石如页岩，由于结构致密，一般为生油层而不是储集岩层。但当由于构造破坏，裂隙发育时，也能构成储集岩层。

【孔隙型储集层】 porous – type res ervoir 按储集空间性质划分的一种储集层类型。岩石颗粒间的孔隙是储集层的主要储集空间，互相连通的粒间孔隙既是油气聚集的有利场所，又是油气流动的通道。大部分碎屑岩类和部分原生孔隙发育的碳酸盐岩储集层（瘤状灰岩、生物灰岩、礁灰岩）均属此类。

【裂缝型储集层】 fractured reservoir 按储集空间性质划分的一种储集层类型。其储集油气的空间和渗滤通道是裂缝，或者是以孔隙为主要储集空间而裂缝为渗滤通道的储集层。其储集空间的形成多以次生作用为主。碳酸盐岩和其它岩类储集层多属此类，少部分坚硬致密的碎屑岩也可能属于这一类。

【含油（气）区（省）】 petroleum pro vince，petroliferous province 一种大型的含油气的沉积坳陷区。在同一个大地构造单元的含油气区，可以有若干个油气田或油气聚集带，它们有统一的地质发展历史，具有类似的地层层序、岩相和构造控制因素，在油气生成、运移和聚集的条件上也相近似。含油气区（省）是一个比油气聚集带更大一级的概念。

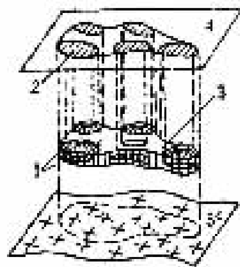
【含油（气）盆地】 petroliferous basin 有油气田分布的沉积盆地。含油气盆地一般都具有持续沉降接受巨厚海相或湖相沉积的特点，并具有油气生成和聚集的有利条件。含油气盆地的规模，决定于沉积盆地形成和发展的历史和大地构造状况。我国柴达木盆地、准噶尔盆地、四川盆地都是含油气盆地。

【油气聚集带】 oil – aud – gas accu mulation zone 由若干油气田组成的油气田分布带。一个含油气盆地或一个含油气区（省）中油气田的分布是有规律的，一般沿着某些特定地带集中分布。同一抽气聚集带上的油气田，其形成受同类地质条件的控制。按控制油气聚集带的基本因素可以分为：①构造成因的油气聚集带，如二级背斜或长垣隆起带、断裂带、帚状构造带、斜坡构造带，盐丘构造带等等；②沉积成因的油气聚集带，如生物礁带、同期古隆起带、古三角洲带、古海岸（湖岸）带等等。一般同一油气聚集带控制的油气田，其生成运移、聚集规律均具有共同特点。因此，研究油、气聚集带对于寻找和追索油气田或储油构造具有重要的实际意义。

【含油建造】 petroliferous forma tion 生油、含油的沉积建造。含油建造是一定大地构造，古地理和古气候条件下形成的岩石共生组合体。一个含油建造必须发育有良好的生、储、盖岩石组合。从形成的古地理条件上看，含油沉积建造必须发育有厚度巨大的海相、三角洲相或湖泊相的沉积，□且具备有利于生物繁殖、有机质聚集、埋藏的古构造和古气候条件。根据目前世界已知的主要油田和含油盆地资料，可划分的含油建造

类型有：蒸发岩－碳酸盐岩型、礁灰岩－碳酸盐岩型、类摩拉石型。复理石型等。

【含油带】　petroleum zone　大致相当于油气聚集带。波依斯（C. Bois，1975）认为，石油带是一个连续的沉积体，其中包含着一些油藏，这些油藏具有下列共同特点：①整个带中的油藏处于同样的产油层位；②烃类的化学性质相近；③属于同一种或同一类圈闭类型。为了进行资源评价，可以用大约150个参数对石油带进行描述。其中近半数为地质背景，如地层年龄、厚度、生油岩、油藏类型等等。



含油带
1.油藏，2.油田，3.石油带，
4.地面，5.基岩

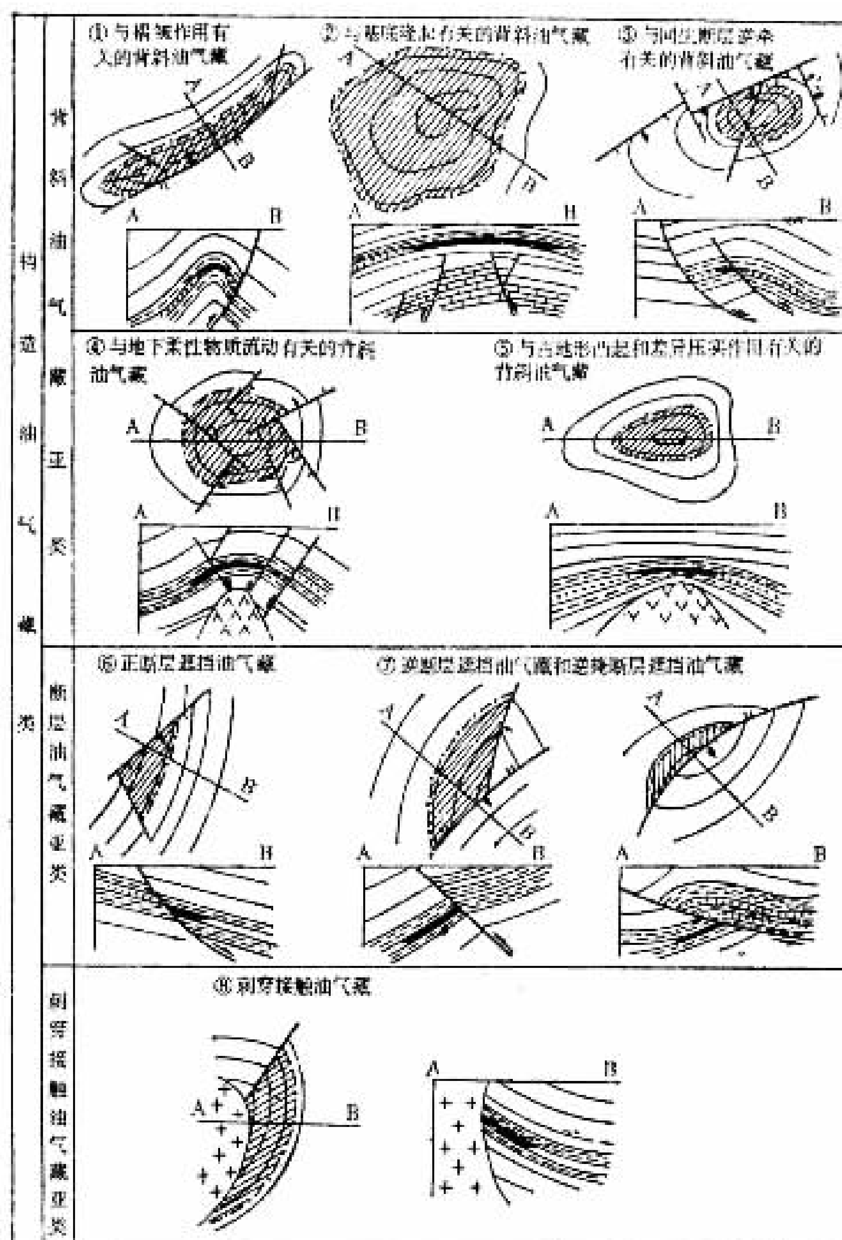
【储油气构造】　oil－bearing structure　能聚集油（气）的地质构造。这一术语的应用，仅限于与构造作用有关的储油圈闭，如背斜构造圈闭，断层圈闭等。非构造的储油圈闭，如地层和岩性圈闭不能称为储油构造。

【油田】　oil field　①在地面上连片的一个局部产油地区。在这个地区下面可以有许多不同成因类型、不同层系、不同含油边界的油藏。②单一构造或地层因素控制下的、同一面积内的一组油藏的总和。当同一产油地区或同一面积下只有一个油藏时，它既是油藏又是油田。③一块产油面积的地面边界，它可以相当于一个油藏，也可以是政治上或者法律上限定的一个边界。在实际使用中，学术上常用第二种定义，生产上常用第一种定义，欧美采用第三种定义。人们常说的大庆油田、胜利油田等与第三种定义相近。

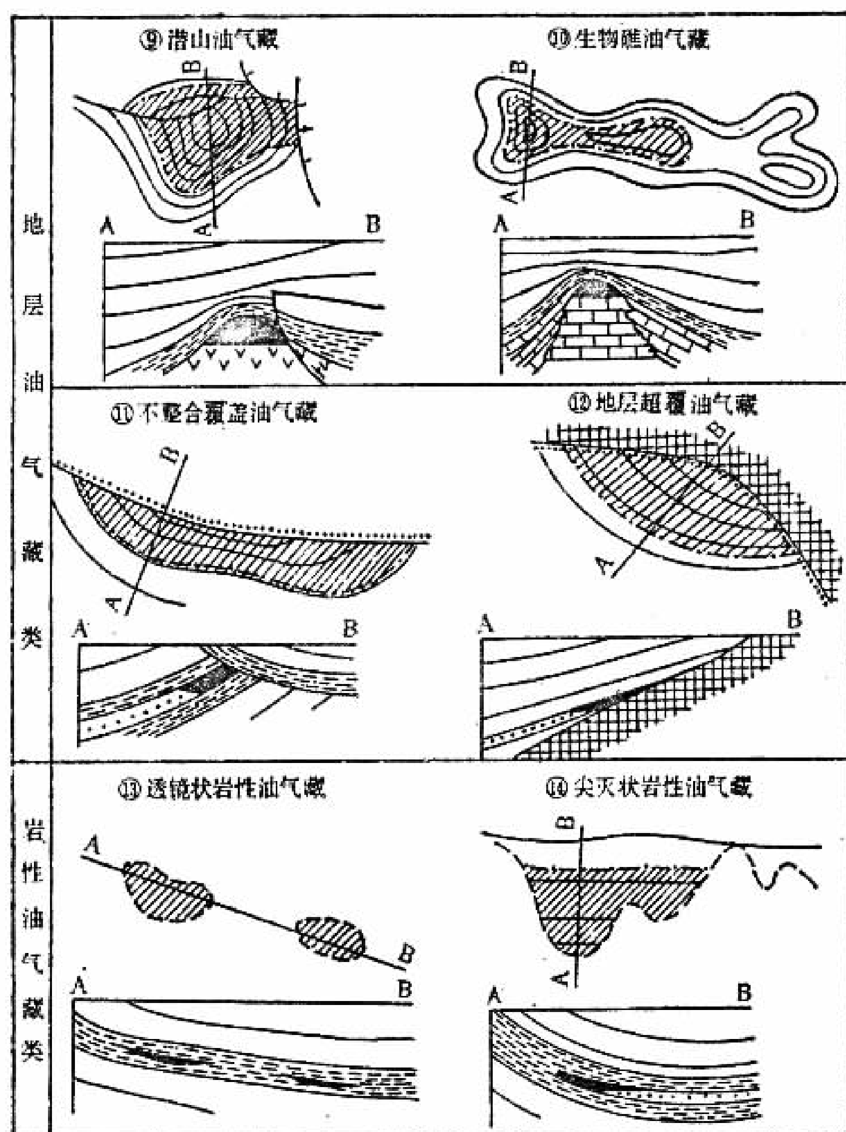
【油气田】　oil－gas tield　油田的同义词，但圈闭中聚集的是被分异的液相石油和气相天然气。天然气可以构成气顶，也可以单独储集在不同层位上。

【气田】　gas field　油田的同义词，但是圈闭中聚集的只有气态烃。

【油气藏】　oil（gas）pocl，oil（gas）accumulation，oil（gas）resetrvoir，oil（gas）deposit　一个圈闭和储藏油、气的孔隙性和渗透性地质体。它覆盖有非渗透性的盖层，具备阻止油、气逸散的遮挡条件，拥有统一的压力系统。通常有开采价值的油、气藏，其油气都是在被地下水包围的储集岩层的孔隙里，油气比水轻，所以集中在油，气藏的最高部位。油、气藏中的油气是从生油层所生成的分散油气，在有压力差与浓度差的条件下，沿着断裂和各种连通孔隙运移进来的。油、气藏按圈闭条件可以划分为：



构造油气藏、地层油气藏、岩性油气藏及复合圈闭油气藏。油、气藏按储集层形态可以划分为：层状油气藏、块状油气藏和不规则状油气藏。按二次运移和聚集条件，可分为原生油气藏和次生油气藏；按经济条件可分为工业油气藏和非工业油气藏等。



油气藏类型示意图

1.储集层等高线；2.储集层尖灭线；3.平面不整合线；4.剖面不整合线；5.正断层；6.逆断层；7.含油边界；8.含油面积

【气藏】 gas reservoir **圈闭的储集层内只有天然气而无石油的气藏。**

【工业油气藏】 commercial reset - voir，commercial accumulation ofoil and gas 在当前的技术和经济条件下具有开采价值的油、气藏。西方国家称之为商业油、气藏。

【构造油气藏】 structural oil pool 由构造变形（如褶皱）或断裂形成的构造圈闭中的油气聚集。属于此类的油气藏有：背斜油气藏、断层遮挡油气藏、断块油气藏、构造裂隙油气藏以及少见的向斜油气藏。

【背斜油气藏】 anticlinal oil pool 构造油气藏类型之一。凡在封闭的背斜褶曲中形成的油气聚集均称背斜油气藏。此类油气藏一般较易发现，是石油勘探史上发现最早的类型，在石油勘探中一直占有重要地位。造成背斜油气圈闭的原因有褶皱作用、基底活动、岩层塑性变形以及与同生断层有关的滚动背斜等。这种圈闭一般都和区域构造方位和性质有一定的关系，具有一定方向性和分带性。有时在地表还有所反映，在钻探前，可以利用地面地质测量或者地震勘探的方法确定背斜圈闭的位置、大小及形态，□进而推测其可能形成油气藏的位置。

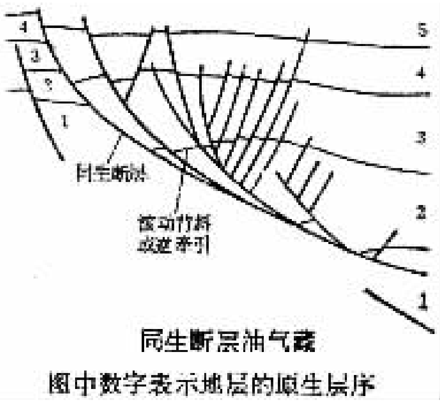
【向斜油气藏】 syclinal cil pool 构造油气藏类型之一，比较少见。指油、气聚集在向斜褶曲中。一般向斜是不利于油气聚集的，但在下述特殊条件下可能形成向斜油气藏：①没有大量底水存在；②石油密度较大，甚至大于水；③天然气在背斜顶部聚集成很大的气顶，把石油排挤到向斜中；④背斜部位的孔隙性、渗透性变坏，而向斜部位的储油物性良好，有利于油气储集。若最后一种因素十分明显，将使向斜构造油气藏改变成岩性油气藏。

【断层遮挡油气藏】 fault - screened reservoir 构造油、气藏类型之一。共储集层在上倾方向被断层截断，□与断面另一侧的不渗透层直接接触，从而构成圈闭□形成油气藏。

【同生断层油气藏】 contemporaneous fault oil/gas aocumulation，growth fault oil/gas accumulation 一种和同生（或生长）断层有密切关系的油气藏。同生断层又叫生长断层，是在沉积物沉积的同时或准同时连续发生的正断层。最初发现于美国墨西哥湾沿岸地区，因此，曾有人称之为湾岸型断层。同生断层的特征是断距随深度逐渐增加，同时下降盘的地层总是厚于上升盘中的相应地层，在它的下降盘一侧，在靠近断面处，容易形成滚动背斜和一系列伴生的张性断层，如图。同生断层面通常上陡下缓，最后消失在塑性地层的层面中。在空间上，同生断层呈勺形。同生断层形成的机理是复杂的，它包括：盆地拉张、基底沉降、沉积物局部供应过多过快引起重力下滑、上覆沉积物的不均衡负载，泥质沉积物的欠压实现象引起的超压和对上覆地层的浮力效应等等。然而，最根本的还是盆地的拉张和局部冲积扇或扇三角洲的快速堆积。它们之间往往有伴生关系。这种同生断层与油气聚集有着密切关系。它们可以形成和滚动背斜有关的背斜油气藏，与断层有关的断层遮挡油气藏，与扇根的河道、扇中或扇端的朵状体（有些是浊

积体）有关的岩性油气藏，以及和同生断层生长期间形成的侵蚀不整合或超覆不整合有关的地层油气藏。

【断块油气藏】　fault block reservoirs　构造油气藏类型之一，由几组断裂构成储集层的圈闭块体，披形成油、气聚集。在断裂发育的油气田中，常常形成断块油气藏。



同生断层油气藏
图中数字表示地层的顺生层序

【盐丘油气藏】　salt－dome reservoir　在盐丘刺穿造成的圈闭中形成的油气聚集。盐丘是由于盐层与围岩沉积物随着埋藏深度的增加而发生明显的密度差造成的。盐层平均密度约2.2，比砂泥岩的平均密度2.4小，在150公斤/厘米^{2}压力下为塑性体，可因压差而产生塑性流动。在含盐层系上覆地层（如上千米的厚度）的不均匀负荷以及构造运动的动压力下，盐体可以向压力薄弱的地点集中，在初期拱起上覆岩层，形成潜伏盐背斜或初始刺穿。继续活动则可穿透上覆岩层甚至出露地表形成刺穿盐丘。在盐丘附近及上方可以形成穹窿背斜，辐射状边缘断层及断层遮挡，盐体遮挡、岩性尖灭等多种类型的油气藏。盐丘油、气藏在世界上占一定地位。在我国一些含盐类发育的含油气盆地中应注意寻找。盐丘本身又是岩盐、钾盐、石膏、天然硫等重要矿产资源，在油气资源调查与勘探中也应注意综合找矿和综合勘探。

【地层油气藏】　stratigraphic reservoir　地层圈闭中形成的油、气藏。地层圈闭有如下几类：①储集层顶部被剥蚀，上面被不整合或超覆沉积的不渗透层所封闭；②碎屑岩储集层横向上或者上倾方向上发生相变变为非渗性岩层；③多孔隙礁块和其它透镜状碳酸盐岩块被非渗透性岩层包围；④透镜状多孔隙火山岩层被非渗透性岩层包围；③沙坝或古河道沙层被非渗透性岩层包围。有人把第一类称作地层圈闭油、气藏，把其余各类称作岩性圈闭油气藏。

【地层不整合油气藏】　stratigraphic－unconformity reservoir　又称地层圈闭油、气藏，是以不整合面作为储集层上倾方向的不渗透遮挡面的油、气藏。可分两类，第一种类型的储集层在不整合面之下，斜倾的储集层的上倾方向为新的不渗透层以不整合方式所覆盖，□形成圈闭，构成油、气藏。第二种类型是一个倾斜较陡的不整合面在下，不整合面以上的、新沉积的缓倾储集层，在上倾方向上又为同一个不整合面下侧的不渗透



地层不整合油气藏

岩层在侧向上封堵，从而构成油、气藏。

【地层剥蚀油气藏】 stratigraphicerosional raservoir 地层遭到剥蚀后又为沉积物覆盖而造成圈闭形成的油气聚集。如剥蚀残丘（潜山）油气藏、侵蚀河道油气藏、同沉积古隆起剥蚀油气藏、岩溶油气藏等皆是。

【剥蚀残丘油气藏】 buried hill oilgas accumulation 又称潜山油气藏、基岩油气藏。指被新地层以不整合方式掩埋的地下一切古地形突起而新形成的油气藏。它们可以是因差异风化作用造成的古地貌残丘，可以是侵蚀加断裂作用形成的古块断山，可以是褶皱和侵蚀作用形成的残余背斜。这些被埋没的剥蚀残丘内部，由于曾经遭受过长期的风化侵蚀、溶解淋滤，常发育成溶洞、裂隙以及孔隙的残余冲积砂，当它们形成油藏后，往往具有极高的产能。

【潜山油气藏】 buried hill oil 即“剥蚀残丘油气藏”。

【侵蚀河道油气藏】 erosional chahnel reservoir 在古侵蚀河床充填沉积造成的圈闭中形成的油气聚集。充填河床的砂层是良好的储集层，上覆的河漫沼泽质沉积是良好的盖层。侵蚀河道油气藏一般分布在古三角洲平原下游的分支河道（汊河）中。

【岩性油气藏】 lithologic reservoir 地层油、气藏中的一大类型。由于岩石储集性能改变或岩性连续性中断而造成的油、气圈闭和聚集。按形态可分为岩性尖灭油、气藏，透镜状岩性油、气藏，鞋带状岩性油、气藏等。按成因可分为河床、湖泊、三角洲、沙咀和沙坝型油、气藏。

【岩性尖灭油气藏】 lithologic pinchout reservoir 储集层在上倾方向变薄或者孔隙性、渗透性变差而封闭形成的油、气藏。此类油、气藏的分布多与古海岸线或者古湖岸线有密切关系。

【带状岩性油气藏】 banded lithological reservoir 又称鞋带状油气藏或袖状油气藏。由于岩相变化，周围为不渗透岩层所封闭的带状砂岩体中所形成的油气聚集。这类岩性油气藏大都与古海岸沙洲、沙坝、古河道、湖岸沙坝所形成带状砂体有关。勘探带状岩性油气藏时，研究带状砂体的沉积环境和形成条件是很重要的。除了研究砂体形态和分布规律外，还要研究砂体垂向层序上岩性和结构的变化，如河道砂和海岸砂坝虽然形态上均属狭长砂体，但其垂向层序很不相同，河道砂体的粒度向上变细，而海岸砂坝则相反，其粒度是向上变粗。

【透镜状岩性油气藏】 lenticuiar lithologic reservoir 岩性油、气藏的一种。透镜状的、多孔隙的储集层被包围在不渗透岩层之中，显形成油、气藏。这种油、气藏的岩性多变、形状复杂、分布不规则，因此，勘探难度较大。

【礁块油气藏】 bioherm reservoirs 地层油、气藏的一种，又称生物礁油、气藏，是在生物礁被不渗透层披盖后形成的圈闭中聚集成油、气藏的。组成礁的物质主要是珊瑚、钙藻等，它们构成抗浪的骨架，此外，还有层孔虫、古杯类等钙质生物遗骸。礁的类型很多，有岸礁、堡礁、斑礁、塔礁等等。除塔礁（又称点礁）可以孤立于外海以外，其余各种礁都与海岸相距不远。这些礁典型地可以划分为三个相带：礁前相、礁本体或礁核相、礁后相。礁本体主要由高于四周的造礁生物骨架构成，无层理、呈块状、岩性纯、孔隙极发育，常形成高产油气藏。礁前相处于生物礁的迎海侧。强烈波浪的作用，使得在礁前陡坡下形成丰富的礁麓堆积，各种礁屑、生物碎屑发育，形成了良好的储油场所。礁后相处于迎陆地侧，一般有泻湖与大陆相隔。水浅、浪小、沉积了泥质灰岩、粉屑灰岩、球粒或鲕粒灰岩、白云岩、砂岩、蒸发岩等、储集性能不如前二者。礁块油藏常成群成带分布，披与古海岸线有着某种成因联系。一些耸立在古海岸外附近的生物滩也可以形成高产的油、气藏。但是它们没有抗波构造，其内部层理发育，是生物碎屑层组成的，常含大量鲕粒。这些不能叫生物礁油气藏，而只能称作生物滩或生物层油、气藏。但当无法区分时，可以笼统地称为碳酸盐岩隆油、气藏。

【层状油气藏】 stratified reservoir 一种油、气藏的形态分类。其储集层是层状，上下为不渗透层所封隔。

【块状油气藏】 massive reservoir 油、气藏形态类型之一。具有统一的油水界面的呈块体形状的油、气藏。其特点是储集岩体内没有被不渗透岩层间隔，仅顶部为不渗透岩层所覆盖，而底部为底水所托住。当石油和天然气进入储集岩层后，就向上聚集在凸起状的圈闭中。在圈闭内，石油、天然气和水以统一油水界面按密度作有规律的分布。属块状油、气藏的有：同沉积剥蚀隆起油、气藏、剥蚀潜伏残丘油气藏、礁块油、气藏等。

【不规则油气藏】 irregular reservoir 油、气藏形态类型之一。四周为不渗透岩层封闭（或因岩性局部改变）所构成的圈闭中呈不规则形态的油气聚集。透镜状岩性油气藏，盐丘油气藏，火山颈油气藏，带状岩性油气藏等都属不规则油气藏。

【同沉积古隆起油气藏】 synsedimentary paleoupheaval reservoir 在边沉积边隆起的圈闭中形成的油气聚集。造成同沉积古隆起的原因有地壳变动、沉积作用、侵蚀作用、差异压实和披盖沉积作用。这种油、气藏有：生长构造（生长背斜、盐丘或泥核刺穿）、沉积同期隆起、侵蚀同期隆起、继承性同期隆起等四种基本圈闭类型。同期沉积古隆起的基本特点是：构造顶部地层变薄或缺失，小沉积间断发育、岩性变粗、分选变好、浅水型沉积构造发育，有时在盐丘或泥核刺穿。构造翼部发育生长断层、滑动构造。邻近生油坳陷的同沉积古隆起是油气聚集的良好场所，可以形成背斜、断层、地层、岩性、侵蚀残丘等多种类型油气藏。

【火山颈油气藏】 volcanic neck reservoir　火山喷发形成的火山颈岩体周围储集层圈闭内形成的油气聚集。这是一种比较少见的油气藏类型。其形成必须有两个条件：①有一套生储盖组合的沉积岩层；②有由于火山颈岩体顶起或刺穿□造成储集岩层的封闭。

【裂隙油气藏】 fissure（or fracture）reservoir　由于地壳运动或其它地质营力的影响，在致密的脆性地层（如灰岩、泥灰岩、页岩等）内造成大量裂隙，周围被塑性不渗透层所封闭，在这种储集层形成的圈闭中形成的油气聚集称为裂隙油、气藏。此类油气藏的裂隙多数与构造变动有关，往往发育在构造应力比较集中的地方，如背斜的轴部，断层面的附近。有些裂隙可能和成岩作用有关。有一些油、气藏的储集层，既发育孔隙又有裂隙，而以裂隙为主要渗滤通道者，也可称为裂隙性油、气藏。

【岩溶油气藏】 karst reservoir　亦称喀斯特油、气藏，属地层剥蚀油气藏。在古老的发育了岩溶（溶洞、孔穴、晶洞等）的碳酸盐岩地层被不渗透岩层覆盖形成的圈闭中聚集的油、气藏。它们往往与古风化面、古潜山、古地貌突起有密切关系，因此，在其它的油、气藏分类中，它们也可能隶属于古地貌油、气藏，古潜山油、气藏，或者不整合油、气藏。岩溶油气藏在油源丰富的情况下，常形成储量巨大、高压、高产的油气藏。如中东、西南亚、北美等地区很多大油气藏部属于这种类型。我国近年来也有这类油气藏的发现。

【饱和油气藏】 gas－saturated oil reservoir　石油中饱和了天然气的油藏。任一油藏的原始油层压力总是一定的。此时，当油藏中的天然气量过多，等于或者超过了这个压力下石油的溶解能力，就会出现饱和油藏。油藏中的油达到了在此压力下所能溶解天然气量的极限，压力稍降低，就会有天然气析出。当油藏中天然气量超过石油的溶解能力时，将形成带气顶的饱和油藏。参见“ 油气双组分系统温—压曲线。

【凝析气藏】 coniensate aocumulation　又译凝析油藏或凝析油气藏。一种能够发生逆凝结现象，产出有工业价值的、密度小的凝析油（天然汽油）的气藏。在美国，把凝析气藏大致定义为：凡能产出浅色或无色烃类液体，且其油气比在 5000—100000 标准立方英尺/桶（890.5—17810.8 米^3/米^3）所产油密度为 45°API 以上（即 0.8017 克/厘米^3 以下）的气藏。凝析油成分介于油和气之间的一种中间形态。它在地面条件下是密度小的液态天然汽油（密度小于 0.8）。但在地下深处的压力、温度下，溶解于气体中，形成单一的汽态或气态烃类矿藏。在油气双组分系统温压曲线（参看该条）图中，处于临界温度与临界凝析温度之间，露点曲线以上的汽态区。

油气普查勘探

【石油普查】 oil searching 对已有油气显示或尚未发现油气显示地区所进行的石油资源综合地质调查。地质工作在石油普查勘探中，一般按七个步骤进行即：①指出油区；②选定油区；③开展地球物理勘探；④进行地质钻探；⑤预测油田；⑥圈定油田；⑦评价油田。这七个步骤概括起来，就是“先找油区，再找油田”。普查的基本任务是：①研究盆地的大地构造性质和盆地的地质发展史，划分构造带，寻找局部构造；②建立系统的地层剖面，查明各层间的接触关系，研究岩性和岩相变化，重塑古水流体系、古沉积体系和古沉积环境；③查明油、气的各项直接和间接标志，查明各项生油指标，确定生油层，并根据盆地的温度史，确定生油凹陷，划分生油区，□在综合构造、地层、沉积、石油有机地球化学以及水力学资料的基础上，对全区的含油、气远景作出评价，指出进一步详查或者勘探的地区。石油普查的着眼点在于对全盆地进行整体分析，各项调查所采用的比例尺较小，一般为1：100万到1：10万。石油普查所采用的手段大致包括：①地球资源卫星的遥感遥测及其资料解释；②区域地质测量，对于覆盖地区、盆地边缘露头区进行区域地质测量，在盆地内部署适量的浅钻；③区域性地震普查大剖面；④区域性小比例尺重力、磁力测量，区域性电法勘探大剖面；⑤钻探基准井或参数井，取心，□%进行必要的多种测井。

【海相生油】 nlarino origin of pctroleum 海相沉积地层生成石油的泛称。由于世界绝大多数大油田的生油岩层大都属于海相沉积地层，在石油地质勘探工作的早期，逐渐形成这个认识。这一看法已由于非海相沉积油田的发现而有所改变。

【陆相生油】 continental origin of petroleum 又称非海相沉积地层生成石油。在石油地质勘探的早期，由于差不多所有石油都来自海相地层，于是，大多数地质学者认为全部石油均是海相地层的产物，韭以此作为寻找石油天然气的主要方向。大约于本世纪30年代起，国外陆续发现产于□海相地层的石油和天然气。例如，1931年，美国在科罗拉多西北部山区的非海相地层（始新统）中打成第一口天然气井，1936年在这里打出日产量1100桶石油和3，000，000立方英尺天然气的油气井，证明陆相地层可以形成具有工业价值的油流。1941年，我国地质学家潘钟祥根据美国W. T. Nightingale（1938）关于非海相地层生油的论著，对比我国陕北和四川盆地的地层，认为这里的石油、天然气也应属于非海相成因。这个概念从60年代以来，经过我国石油地质普查勘探的大量实践，为部分学者所接受、充实，概括成为“陆相生油理论”。我国地质学家李四光认为，问题□不在于“海相”、“陆相”，关键在于生油和储油的条件。有利于生

油的条件是：①有比较广阔的低洼地区，曾长期为浅海或面积较大的湖水所淹没；②这些低洼地区的水中和周围要有大量的微体生物和其它生物繁殖；③有适当的气候为生物滋生创造条件；④有从陆上经常输入的大量泥沙把生物遗体迅速掩埋起来，使之不因腐烂而成气体扩散消失。这样生成的石油还是分散地存在于泥沙之中，须待含油地层发生褶皱和断裂等构造运动，经过动力（地应力）和静力（重力）的驱动，分散的石油才能集中进入适宜于石油、天然气和水聚集的处所—储油构造，才能形成油气藏。

【构造体系控油】 oit control bystructural svstoms 又称迭次控油构造体系对油气形成、集中、运移、储集和破坏等的控制作用，由李四光提出。构造体系控制油气的作用，可概括为多级构造体系控油，扭动构造型式控油、构造复合控油、复合盆地控油、以及结构面力学性质控油和脱顶构造控油等。例如东部地区的新华夏构造体系，西北地E 的河西构造体系，青藏地区的歹字型构造体系等，被认为对中、新生代油气盆地的形成，有控制作用。

【多级构造体系控油】 oil control by multi – order structural systerns 不同等级构造体系对油气生、移、聚、散的依次控制作用。地质力学认为在一个巨型构造体系区域，一级构造体系往往控制着大型油气带的展布和规模，二级构造（如大型盆地）常制约着油气区，三、四级构造则决定着油气田和油气藏。不同等级的构造体系和构造形迹之间，彼此具有成生联系和依次控制关系，它们对油气的分布也起到了多级控制作用。以江汉油田为例。一级构造体系（新华夏系的第二沉降带）控制丁松辽、华北、江汉大型油气带；二级构造（江汉盆地），制约了江汉油气区；三级构造（潜江旋扭构造体系及其所属背斜、断裂等）则分别决定了油气田和油气藏。

【主导控油体系】 leading oil – controlling structural system 一个以上构造体系复合或叠加时起主导作用的控油构造体系。地质力学认为我国东部新华夏构造体系和纬向构造体系复合所形成的一系列大型中新生代盆地中，新华夏构造体系是主导控油构造体系，西北地区受西域构造体系和纬向构造体系双重控制的大型盆地，西域构造体系是主控油构造体系，青藏地区主要中新生代盆地，以歹字型为主导控油构造体系。可见主导构造体系对含油远景区的成生发展及主体展布的面貌起重要控制作用。

【构造型式控油】 oit control by different types of structnre 油气的移、聚和分布与构造型式紧密相关。其特点是油气田的分布受不同构造型式控制，显示了不同的方向性、等距性和部位性，其次，油气的移、聚的期与控油构造型式的成生发展具有明显的一致性。

【扭动构造型式控油】　ell control by shear structure　各种扭动构造型式对油气形成和聚集的控制作用。李四光于五十年代提出，他认为旋扭构造（扭动构造之一种型式）对油气分布的控制作用较为明显。扭动构造型式的新华夏构造体系、多字型构造、入字型构造和旋扭构造等的控油作用，分别形成多字型油田，入字型油田和旋扭型油田、扭动构造体系控油作用，是由于在扭动地应力场作用下，加强了油气的动力驱动更有利于油气集中，使油气从应力高的部位向应力低的部位运移和富集。

【构造复合控油】　oil control by compounding of structures　不同构造体系或其所属构造形迹的复合对油气的控制作用。地质力学认为构造复合控油有两种类型：①复合盆地控油，即不同构造体系所属负向构造复合或叠加所形成的盆地的控油作用；③复合褶皱控油，即不同方向的背斜相复合所形成的叠加褶皱控油、如川南汕气田就受纬向和经向背斜构造的复合控制。研究构造复合控油作用，有助于指导油气普查勘探。

【复合盆地控油】　oil control by composito basin　不同构造体系所属负向构造复合或叠加形成的盆地对油气分布的控制作用。地质力学认为这种盆地往往具有持续快速沉降的特征，优越的生油条件，良好的生储盖地层组合。复合盆地可分为：①同一地质时期、不同方向构造体系负向构造复合盆地；②不同地质时期、不同构造体系负向构造叠加盆地等两种类型。例如，我国东部的松辽平原、华北平原、江汉平原、伊陕盆地、四川盆地、以及一系列浅海盆地、都是新华夏构造体系与纬向构造体系两个方向负向构造的复合所形成的大型复合生油盆地；我国西部的准噶尔盆地、阿拉善盆地和柴达木盆地等，则是西域构造体系与纬向构造体系负向构造复合产生的。油气藏常赋存于这些复合盆地的有利构造部位。

【断裂结构面控油】　oil control by fractural – structural plane　不同力学性质结构面的控油作用。地质力学认为结构面的力学性质及其转化、叠加有控油意义。例如，大型压扭性断裂带往往延伸远、深度大，为油气运移的重要通道。挤压性断裂有良好封闭性，形成遮挡式油藏。拉张性断裂则具开放性，油气常沿其逸散，不利油气储集。

【新华夏构造体系控油】　oil control by Neocathaysian structural system　我国东部新华夏构造体系所属大型沉降带对油气分布的控制作用。由李四光首先提出新华夏构造体系是我国东部的一个巨型扭动构造体系，主体是由走向北北东一南南西的一系列巨型隆起带和沉降带，以及伴生的大型断裂构成的。新华夏构造体系沉降带主要包括：①浅海沉降带（由鄂霍次克海、日本海、东海和南海等组成）；②平沉降带（由松辽平原、渤海、北平原、华中平原、直至北部湾）；③盆地沉降带（包括呼伦—巴音和硕盆地、伊陕盆地和四川盆地）等。这些新华夏系沉降带具有良好的生油和储集条件和很大的含油气远景。1939 年李四光指出过：“通过深钻，在华北平原可以找到深厚的白垩纪地层。如果在这个平原用地震法勘探，有可能揭露出有重要经济价值的沉积物”。解放

后，地质部门的油气普查工作，证实了这些沉降带和盆地的含油气远景，实现了找油工作重点的战略东移，为大庆、华北、江汉和北部湾等大型油田的相继发现，做出了重要贡献。

【西域构造体系控油】 oil control by Xiyu structural system 西域构造体系所属沉降带对我国西北地区大型含油气盆地的控制作用。地质力学认为西域构造体系是我国西北地区一个巨型扭动构造体系，它的主体由一系列北西西向大型隆起带、坳陷带和断裂带所组成。在其所属的天山—祁连—大别隆起带的两侧，分别出现准噶尔—阿拉善坳陷带和东北塔里木—柴达木坳陷带，这些坳陷带及其内部构造和含油气特征，都明显受西域构造体系的制约，具有良好的油气生成、储集条件和含油气远景。

【油气显示】 indications of oil and gas ，oil and gas shows 又称油气苗，油苗。石油、天然气及与其有成因联系的各种石油衍生物的天然和人工显示。按其与石油及天然气的成因关系，油气显示可以分为直接和间接的油气显示两种。在地表直接显示出的称油气苗。油气显示的存在，说明附近地区曾经或正在进行着油气的生成、运移、聚集或破坏的过程。因此，研究油气显示能为寻求和发现油气田提供重要线索。

【油气苗】 oil and gas seepage 即“油气显示”。

【油苗】 oil seepage 参见“油气显示”。

【直接油气显示】 direct indicationof oil and gas 包括地面的油气苗和井下的油气显示。前者指由于断裂、褶皱、侵蚀等地质原因暴露到地表上的液态、气态的碳氢化合物（如天然油苗、油砂、气苗、泥火山气、地蜡、沥青）；后者指钻井取心及随泥浆返出井口的石油及天然气。如含油岩心、槽面显示等。直接油气显示的存在是地下油气生成和聚集过程的可靠证据。我国古代有很多关于油气苗的记载：如《汉书地理志》记载：“上郡高奴，有洧水可燃”，对此，宋朝沈括在《梦溪笔谈，中描述道：“生于水际，沙石与泉水相杂，惘惘而出”。晋张华《博物志》载有“酒泉延寿县南山出泉水，大如莒，洼地为沟。水有肥，如肉汁，燃之极明与膏无异”，可能是油气苗燃烧的现象。

【沥青湖】 pitch lake 地下深处的石油沿着岩层的裂隙或断层上升，汇集在低洼地表，经氧化而成的沥青湖泊。沥青湖既是油苗的一种，有时又可构成沥青矿藏。世界上最著名的沥青湖是特立尼达西南部巴利亚海湾沿岸的沥青湖（Pitcb Lake）和委内瑞拉东部的百慕德兹沥青湖。前者的沥青可采储量据说在2500万吨以上。

【沥青丘】 aspbalt mound 天然油气显示的一种。它是地下深处的液体石油，沿裂隙或断裂上升至地表后，经过氧化聚积成的黑色固体或半固体沥青物质。在我国西北的克拉玛依油田，有很多沥青丘，高度0.5—12.5米，直径15—500米，规模很大。

【沥青脉】 bituminous vein 是指在地壳中呈脉状产出的沥青。沥青脉可以是垂直层面或斜交层面。沥青一般都是黑色的固体，与煤不同，能溶于有机溶剂。沥青脉是重要的油气显示。我国准噶尔盆地西北乌尔禾和江苏宁镇山脉等地均发现有沥青脉。

【泥火山】 mud volcano，hervidero，macaluba 一种锥形的、由泥和岩屑堆积成的小山或丘，高几米、几十米、甚至几百米。它们是由地下的高压气体向外逃逸时，夹带着泥、砂、岩屑、有时还有石油，连续或者间歇地喷出地表堆积成的。泥火山的形成有时还和塑性粘土的刺穿侵入有关。喷出的高压气可以是火山气，可以是天然气，后者是良好的油气苗。我国新疆独山子油田发育有泥火山。

【间接油气显示】 indirect indication of oil and gas 与油气田可能有关的某些氯化钠型或氯化钙型盐水泉，自然硫、次生石灰岩、霞石等，以及与油气有成因关系的含硫氢化钠（NaHS）、碳酸氢钠、环烷酸、溴和碘的地下水等。因为这些显示□非油气的直接标志和产物，所以不能做为鉴别和评价油气存在的主要根据。

【假油苗】 false oil seepage 外表上很象油苗的东西。例如，水面上的氧化铁（铁锈）薄膜，外表呈暗色很象油砂的含铁砂岩，或者从前是工厂、油库的地方，石油浸入地下岩石也会出现假油苗。水面上的假油苗，搅动后分裂呈棱角状的碎片，不会再聚到一起。铁砂岩，经溶剂浸泡不会象含油砂岩那样使烃类溶解而变色。对在野外尚难鉴别的真假油苗，均应该采集样品送到化验室分析确定。

【标准层】 marker bed，key bed，marker 一种在岩性上、物性上、生物上、颜色上或者其它性质上独特的、容易辨认的，在横向上可以长距离追踪的层位稳定的地层或者界面。例如特殊岩性的灰岩层、泥岩层、火山灰层、玄武岩层、高电阻层、高放射性层、高电导率层、特殊的化石层、特殊的反射界面、不整合面、重要的沉积间断面。标准层在进行地质（特别是地下地质）研究中具有极重要的位置。一个地区应当选择多个标准层，作为对比地层、解释构造的工具。

【地震层序】 seismic sequenoe 在地震剖面中鉴别出来的沉积层序。它是根据地震剖面中各反射波组的不整合关系进行划分的。总的来说，地震层序是沉积层序在地震剖面中的反映，然而地震层序不一定与地层层序一一对应。首先，由于受地震分辨力的限制，一些薄的地层层系可能漏划，特别是地下深处。其次是地震层序所划分的是年代地层单位，与一般方法划分出来的岩性地层单位，有时出现矛盾。

【沉积层序】 depositional sequence 顶和底以不整合面或者与之可以对比的整合面为界的、彼此相对整一的、在成因上有联系的一套地层。

【超层序】 supersequence 海平面升降超周期期间沉积的一套沉积层序。

【海域层序】 maritime sequence 又称海洋层序。由成因上有联系的海岸非海相沉积、滨海沉积、海相沉积组成的沉积层序。为内陆层序的对立词。

【内陆层序】 hinterland sequence 远离海岸在内陆地区沉积的非海相沉积层序。其沉积机制完全不受或者只是间接地受海平面升降的控制。

【地质年代图】 geochronologic chart 一种用同位素年龄标度的剖面图或柱状图，常用于地震地层学研究中。

【层序年龄】 sechron 一个沉积层序所拥有的最大地质年龄。亦即一个沉积层序沉积期间的总的地质时间间隔，它是由变成整合面处的沉积层序的顶底界面间的时间间隔决定的。

【沉积体系】 sedimentary system depositional system 在成因上由现代或古代沉积作用和沉积环境联系在一起的岩相的三维组合。一个沉积体系是沉积作用的地层记录。沉积体系的基本单位是岩相，它是一个被沉积界面或侵蚀面所分隔的三维沉积体，它们的起源是根据沉积构造、结构、层理特征、内部及外部地层关系、古生物资料，以及与相邻岩相的伴生关系等解释推断的。同时期的诸沉积体系可以组成一种沉积体系域（depositionalsystemstract）。

【沉积背斜】 sedimentary anticline 由沉积作用造成的背斜。形成的原因不是由于构造运动，而是由于在局部地段沉积物沉积过多以及差异压实作用造成的。三角洲的朵叶，扇、障壁坝、礁等都可以形成沉积背斜。它们和古构造线方向不一定协调一致。

【非海相海岸沉积】 coastal nonarine deposits 高潮线以上的海岸平原上的沉积物。

【成因地层单位】 genetic stratigraphic unit 成因上相同的地层单元。

【整一】 ooncordance 又译谐调，与整合是同义词。表示地质界面上下地层的产状是平行的、谐调一致的，中间没有发生重大沉积间断或构造变动。

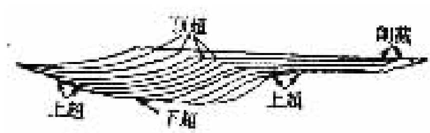
【不整一】 discordance 又译不整合、不谐调。指沉积层序界面上下地层的产状彼此不平行、不谐调一致。从地震地层学观点看，它可以是下伏地层遭受过变形和剥蚀，也可以是上覆地层以超覆或前积形式覆盖在老地层之上。沉积层序顶面上下地层向的不谐调现象称顶部不整一；沉积层序底面上下地层间的不谐调关系称底部不整一。底部不整一可以是下伏地层的变形和被侵蚀，也可以是上覆地层的超覆。

【区际不整合面】　interregional unconformity　侵蚀作用或无沉积作用造成的区域性不整合面。大的区际不整合面出现在二级海平面升降周期（超周期）的界面上，小的区际不整合面出现在三级海平面升降周期的界面上。

【终止现象】　termination　地震反射同相轴横向中断的现象。

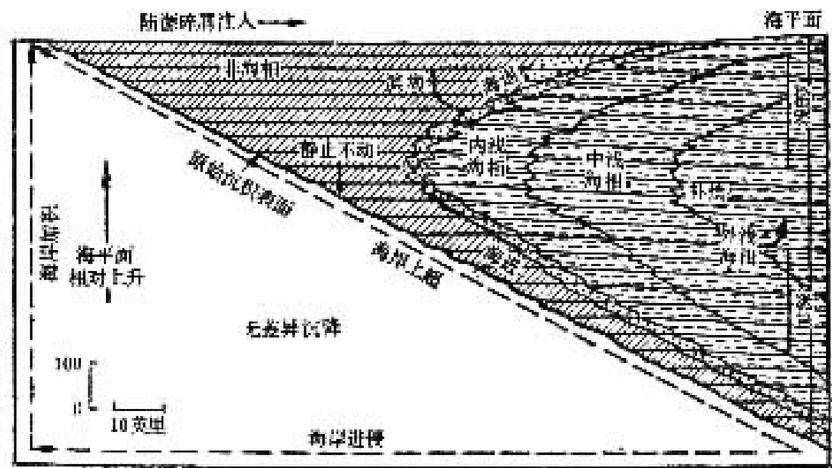
【削截】　tuncation　又称削蚀，指沉积层序顶界面上出现的反射同相轴的终止现象。它们是由侵蚀作用或者构造作用造成的。构造削截是由断层、重力滑动、岩盐流动、火成岩侵入造成的地层横向终止现象，在地震剖面上反映为地震反射的横向终止。

【地震上超】　seismic onlap　上超现象在地震剖面中的表现。即在地震剖面图上识别出的上超现象。它代表地震剖面中的一个底部界面上的不整合接触关系，同地层学中的超覆同义。意指一套水平地层对着一个原始倾斜的沉积表面（不整合面或沉积间断面），在逆倾向方向上依次向上超覆终止的地震反射模式。它也可以是一套倾斜的地层朝着一个原始倾角更大的沉积表面的逆倾向依次向上超覆。在地质上，上超现象代表海平面或湖平面不断—上升，水域不断扩大的过程。



地震上超示意图

【海岸上超】　coastal onlap　海岸相沉积的上超（即超覆）现象。海岸上超又可分为近端上超（靠近沉积物源一侧的上超现象）和远端上超（远离沉积物质方向一侧的上超现象）。而不在倾向方向上的（或任意方向上的）上超现象又称为视上超。海相地层的上超现象代表海进。海岸上超的水平分量称为海岸进侵，其垂直分量称为海岸加积，它们之间的关系如图所示。



海岸上超

【叠超】　uplap　一种垂直方向上的上超。由勃朗及菲舍尔（L. F. Brown andW. L. Fisiler，1977）提出。多出现于垂直的断崖或断层附近。

【顶超】　toplap　一种沉积层序顶面上与上覆层序底部的沉积间断面的不整合现象。这种沉积间断面基本上是和沉积层序的沉积同时发生的。它是由一种无沉积作用或称过路冲蚀作用（by – Passing）造成的。在这种作用下，携带沉积物的后续水流无法把沉积物加积在早先沉积的沉积物上，而是被水流冲刷到已沉积的沉积物的前方沉积下来，因此，在地层单元内的反射朝着陆地方向在本单元顶界尖灭消失，但其后续反射的消失点依次朝海的方向前积。海岸顶超指一定沉积层序中海岸沉积的顶超现象。



海岸顶超

【底超】　baselap　地层层序与底界面的不谐调接触关系，此术语用于上超和下超不易区分的地方。

【海岸上超向下转移】　downward shift of coastal onlap　两个沉积层序的先后相接的海岸上超点向下转移的现象。即前一个沉积层序的最高上超点向后继沉积层序中第一个最低的上超点的转移是沿着下坡和向海的方向。这种现象通常指示海平面下降。

【下超】　downlap　一套原始倾斜的地层，在下倾方向上对着一个原始水平或者稍有倾斜的地层的终止现象，属底部不整一关系。远端下超指远离碎屑沉积供应来源方向的下超。

【退覆】　offlap　地震地层学中的一种反射模式。由向深水方向逐步扩建的前积层构成。它和前积结构不同之处在于它的上超点逐步向前下方转移，它代表了海水不断下降、盆地逐渐萎缩的过程。

【沉积尖灭】　lapout　地层在横向上发生的沉积尖灭现象。发生在沉积层序顶面的叫顶超。发生在沉积层序底面的叫底超，在易于分辨的情况下，还可以把底超再细分为上超、下超。



地层沉积层序关系图

【地震相分析】　seismic facies aha – lysis　根据地震反射结构、连续性、振幅、频率、层速度等参数，对地层层序的沉积环境、沉积体系、沉积物源、水流方向等的解释分析。

【地震相参数】　seismic facies paramleters　利用地震资料进行地质解释所依据的地震反射参数。这些参数包括反射结构、地震反射的连续性、反射振幅，频率和层速度等。每个参数都包含一定的地下地质信息。地震相单元的外形及其平面分布关系对于地质解释也具有重要意义。

【偏砂地震相】　sand – prone seismic facies　反映高能环境下沉积的、以砂质成分为主的地层的地震相单元。

【偏泥地震相】　shale – prone seismic facie　反映低能量环境下沉积的、以泥质成分为主的地层的地震相单元。

【地震相图】　seismic facie；map　根据地震相分析参数变化作出的图件。如地震相平面分布图。图上用符号或编码标出地震反射结构的类型，上超或下超的方向，地震反射同相轴的连续性、反射强度、频率高低、层速度的大小，并划分出不同的地震相带、相区，作为解释地震相的基础。

【地震相单元】　seismic facies unit　一个能够作图的三维地震单元，由一组反射组成。在地震相单元内的反射结构、连续性、反射振幅、频率、层速度等参数与相邻地震相单元的相应参数有明显差别。地震相单元是利用地震参数对沉积层序进行沉积环境和岩相分析的基本单位。

【滩地震相单元】　bank seismic facies unit　具有滩状外形的地震相单元，实质上是具有斜坡前缘或“滩前”前缘的席状地层。

【透镜状地震相单元】　lenticular seismic facies unit　具有透镜状外形的地震相单元。它反映了一个具有透镜状横断面的地质体，如礁、河道砂体等。

【席状披盖地震相单元】　sileetdrape seismic facies unit　外形与席状地震相单元相似，但平滑地披盖在先前的沉积表面上，而不管这个古地貌体表面是否平整。

【席状地震相单元】　sheet – like seismic facies unit　一种长度与宽度远大于厚度的席状外形的地震相单元，其分布范围很大。

【楔形地震相单元】　wedge – shaped seismic facies unit　一种横向上变薄、呈楔形尖灭的地震相单元。

【无反射区】　reflection – free area　没有反射的地区。其原因有：①质地均匀、缺乏层理；②构造变形，强烈扭曲揉皱；③重力滑塌，内部匀化；④倾角过陡。

【反射结构】 reflection configuration 地震反射的几何图案及其组合，它反映了地层的层面结构、它们的空间位置和边界。从这些结构出发，可以作出许多重要的地质推断。

【成层结构】 stratal configutation 一个地层单元内的地层几何形态和相互关系。它反映了地层沉积时的沉积背景，沉积作用，水流方向，以及后来的构造运动。

【碳酸盐岩隆地震反射结构】 Caibonate buildup seismic reflectionconfiguration 堡礁、尖柱礁、裙礁、斑礁等碳酸盐岩隆内部的反射结构。其特征有：①外围和上覆地层的上超和披盖现象；②岩隆内部反射振幅、频率、连续性的变化，通常岩隆内部反射强度减弱、不连续，并出现假同相轴；③速度异常，由于岩隆内部与其围岩地震波速的差异，造成岩隆底界在时间剖面上的“上提”或“下拉”。

【杂乱地震反射结构】 chaotic seismic reflection configuration 不连续的、紊乱的地震反射结构。它可以是变化激烈、能量较高条件下的沉积，也可以是本来连续性很好的地层在重力滑塌情况下变形的反射结构，如滑塌内部的反射。

【发散地震反射结构】 divergenseismic reflecttion configuration 由一点向一个方向发散增厚的地震反射结构。是收敛地震反射结构的另一种说法，不过指的方向相反而已。

【乱岗状斜坡反射结构】 hummocky clinoform reflection configuration 由无规律、不连续、亚平行的反射构成的一种地震反射结构。反射模式呈杂乱的岗丘状，反射的终止无系统。岗丘的起伏不大，但接近于地震分辨率极限。横向上常渐变为明确的斜坡反射结构，向上常变成平行反射结构。

【充填地震反射结构】 fill seismic reflection configuration 充填于负地形中的沉积物内部地震反射结构。按其外形可以分为河道充填、海沟充填、盆地充填、斜坡前缘充填。按其内部反射结构可以分为上超充填、丘形上超充填、发散充填、前积充填、杂乱充填、和复合充填。

【S形斜交形复合反射结构】 complex sigmoid oblque reflection configuration 在一个地震相单元内，由S形前积反射结构与斜交形前积反射结构交替组合成的一种地震反射结构。它所反映的沉积物沉积时的水流强度弱于斜交形，但强于S形结构。

【斜交地震反射结构】 obliqueseis mic reflection configur（ation MOB 属一种前积型沉积层面结构。其顶面因缺失顶积层而呈现顶超接触方式。其底面为下超终止方式。依其层理面与下界面的关系又可分为平行斜交模式、切线斜交模式两种。前者的交角较陡，后者呈切线式相交，交角逐渐变缓。

【丘形地震反射结构】 mound seismic reflection configuration **高于周围地层的正性反射结构。包括三角洲朵叶、深海扇、重力滑塌堆积、碳酸盐岩隆、平流丘、火山堆积等地质体的反射结构。**

【收敛地震反射结构】 convergents Seismic refleotion configuration，**一地震相单元内，由于地层向一个方向呈楔形减薄而造成的反射结构。与发散地震反射结构指的是同一种现象。不过前者强调向上倾方向收敛变薄，后者强调向下倾方向增厚发散。注意，在收敛的焦点附近，由于不同地层厚度的差异而引起的地震分辨力的差异，造成同相轴参差不齐的消失。它并不一定说明有些地层已经尖灭。**

【亚平行地震反射结构】 subparahel seismic reflection configuration **油层面大体平行的地层层序引起的地震反射结构。**

【切线斜交地震反射结构】 tangenrial oblique seismic reflectionconfiguration **参见“斜交地震反射结构”。**

【S 形反射结构】 sigmoid reflection configuration **由一系列重叠的 S 形反射形成的前积反射结构。其上段（顶积层）与下段（底积层）倾角平缓，与上下地层界面平行，而中段（前积层）倾角较陡。**

【叠瓦状反射结构】 shingled reflection configuration **属于一种前积型地震反射结构，与平行斜交反射结构相似，但总的地震相单元厚度很小，在单元内的反射彼此呈叠瓦状轻微超覆，与顶界面为顶超方式终止，与底界面为下超方式终止。**

【前积反射结构】 progradationalreflcotion consiguration MOB **一种向深水方向扩建的反射结构。包括 S 形、斜交型、S－斜交复合型、叠瓦状、乱岗状前积反射结构。它们反映了沉积时水流强度的强弱。一般说来，斜交型结构水流最强，S 形其次，乱岗状最弱，它们是以河流为主的三角洲的特征，而叠瓦状结构则是以波浪为主的三角洲沉积物的特征。**

【平行地震反射结构】 parallel seismic refleotion configuration MOB **由一套彼此平行的地层层序造成的地震反射结构。**

【平行斜交地震反射结构】 paralleloblique seismic refleotion configu－ration MOB **一种本身彼此平行但与上下地层斜交的反射结构。它属于一种前积结构。参见“斜交地震反射结构”。**

【迁移波状结构】 migrating waveconfiguration 结构上类似攀升波痕，但规模巨大，构成一种特殊的反射结构。它是一种特殊形式的前积和加积作用形成的地震反射结构。

【详查】 etailed exploration 是在石油普查的基础上进行的第二步的油、气资源勘探工作。它的任务是详细研究控制油气聚集的二级构造带，准备可供钻探的构造。要求对详查区的构造形态，大小、断裂系统、发育史、地层和沉积情况、油气生成、运移、聚集的条件以及可能的圈闭位置和类型作详细分析。为此，在工作上要求作大比例尺（1：10 万到 1：2.5 万）的地面调查工作，在覆盖区要进行必要的槽探，坑探和构造钻井。沿较密集的地震测网进行地震勘探、进行必要的重、磁力勘探工作。

【预探】 preliminary prospecting 又称初探。主要任务是在已经完成详查的面积内进行钻探，证实地下有无工业油气藏，获得工业油、气流的整个勘探阶段。预探的惟一手段是钻探井。因此，合理地布置探井位置，恰当地安排取样（岩心、并壁取心、油气水样）、测井、录井、完井工艺、试油、试采以及必要的实验室测试工作是非常重要的。预探的最终成果应当提供 G 级储量。预探井位的部署可以采用单井、十字剖面、平行剖面或环状布井。

【油气田勘探】 prospecting of oiland gas 在已经发现的工业油气藏上，为进一步查明油气藏的大小，储量和含油面积、查明油气藏的类型及纵横向上的各种变化规律，为油气田开发设计提供必要的资料和数据而进行的钻探和研究工作。由于人们对勘探程序有不同的看法，因此，不同的人又对油气田勘探提出不同的阶段划分。有人把油气田勘探进一步划分为详探、工业勘探两个阶段；有人把它划分初探（独立于预探之后的一个阶段）和详探两个阶段，而把工业勘探归入油气田开发过程中的勘探工作。也有人不作划分，把它笼统地看作是预探完成后的工业勘探阶段。油气田勘探的工作主要是在地震详查或细测的基础上部署一批或几批探井，并对所钻探井安排一定数量的取心、录井、测井、试油、试采、取（油气水）样以及有关的实验室测试工作。油气田勘探的最终成果要提供 A + B 级储量。

【基准井】 key well 又称标准井。为了解区域地层剖面，取得生、储、盖层及含油性资料，取得地球物理解释所必需的参数而钻探的井。通过基准井钻探，结合其它区域地质、地球物理资料，应该对所普查地区的地质构造特征及油气远景作出初步评价。因此，对基准井的设计应采取慎重态度，井位应选在能够控制全区最有利的地段上，井深应尽可能打穿完整的沉积层序剖面，至少是完整的可能含油层系的剖面，在这些层序中安排较多的取心任务，并对全井进行系统的录井、测井、试油和实验室测试工作。

【参数井】　parameter well；tlapa　它是在石油普查阶段，为取得区域地质、地球物理勘探的某些参数而钻探的井，它是基准井的补充。这些参数包括：特定地层的岩性、岩相资料、生油和储油资料、地层的密度、层速度、电阻率、磁化率等。其井深应打穿欲取得参数的沉积层序和潜在的目的层，在钻穿求参数层段时，每隔30—50米取一定数量岩心，送交化验分析，参数井在完钻后，要进行各种系统的地球物理测井。

【构造井】　structural well　为了解地下地质构造特征、编制某一标准层或目的层构造图而钻的井。其目的是检查地下有无潜在的储油气构造或圈闭。其井深一般较浅，钻穿标准层即可。多在详查阶段进行，以便为进一步勘探准备条件。构造井的数目依据构造的大小及复杂程度而定。现在由于地震勘探技术水平的提高，对构造井的需要减少了许多。但是，对于断层众地区、构造复杂或者得不到良好反射的地区，仍然需要钻构造井。

【探井】　prospeoting well，exploratory well　在油田的预探和勘探阶段钻的井。它一般是在已确定有利的储油构造上进行的。按探井的目的可以分为预探井、详探井、探边井和估价井。

【预探井】wild cat well　为寻找油气藏而在某一构造、圈闭或地段而钻的探井。在美国称之为野猫井。

【野猫井】　wild cat well　即“预探井”。

【详探井】　detailed prospecting well　经过预探井工作证实已有工业油、气流的地区内钻的探井，它的目的是探明油、气藏的边界，确定它的工业储量，查明油气藏地质构造特征和取得油气田开发设计所需要的参数。

【探边井】　offset well，extensionweli，outpost well　为取得探明油气藏边界而钻的井。

【估价井】　assesis * rnorlt well　为评价已发现的油气田的各项参数而钻的井。

【布井系统】　weli pattern　又称井网布置。根据油田地质构造及勘探和开发设计要求而选择的各种钻井的排列及组合方式。对单一构造（即油田勘探工作中所称的三级构造如长轴背斜、短轴背斜、鼻状构造等）主要布井方式是用十字剖面和双十字剖面，即沿构造长轴及短轴方向置呈十字或双十字剖面。对大型构造带（即二级构造带）主要采用沿主要构造断裂带方向布井，同时采田优先钻探高点、钻探断阶的布井方法，以求尽快控制油田面积。对地层岩性油藏，可采用追索相变带的方法布井。对生产井来讲，则包括注水、注气井与生产井的布置问题，参见生产井布井方法。

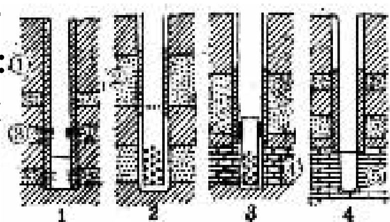
【井喷】　bTowout，blowing　在钻井过程中，遇高压油、气、水层时，由于泥浆控制不当，油、气、水层压力超过井内泥浆柱的压力，地下的油、气、水、砂甚至岩石碎块和泥浆一起冲出井口，即发生井喷。井喷可使地层塌陷，油井报废，发生卡钻事

故，甚至火灾。为了防止井喷，须做好地层预告和压力预测。在钻到高压油、气、水层前，采取防喷措施。

【固井】　cemeting　在钻井过程中或钻完井后，为巩固井壁和隔离地层（包括隔离不同压力的油、气、水层）所采取的工程措施。它的办法是把套管管柱下入井内并在套管和井壁的环形空间中灌注专用的油井水泥。

【射孔】　perforatiou　固井后打开井下油层的办法。即用射孔枪（器）把油层、套管和套管外的水泥环射穿，使原油从油层流入井内。射孔器有、子弹式、鱼雷式及聚能喷流式。后者是目前油田勘探上最常用的射孔器，也称为火焰喷射器。

【油井完成】　completion of oil well　指钻完设计井深后的下套管、固井等项工作。油井完成方法有：射孔完成法、贯眼完成法、筛管完成法（或称砾石滤管、人工井壁法）及裸眼完成法四种。见图。最常用的方法是射孔完成法。对于出砂严重的油层，多采用筛管、砾石滤管或人工井壁法。致密的低渗透油层多采用贯眼或裸眼完成法。此外有一种先期完成法。为保护裂隙性或低渗透性油层，在钻到油层的盖层时，停钻下套管固井，然后用优质轻泥浆，再次开钻，钻穿油层，最后完钻（一般不再下套管、裸露油层）。我国陕北延长油矿，对延长组裂隙性储油层就是采用这种先期完成法。这种方法对单一产油层效果较好。



油井完成的几种方法
1.射孔法；2.贯眼法；3.衬管法；4.裸眼法
①泥岩、页岩；②含水砂层；③含油砂岩；④含油灰层；⑤含油泥灰岩

【试油】testing for oil　根据钻井过程中岩心和泥浆中的油气显示，根据测井特别是电测井的解释，对完钻探井可能的油气层进行的油气流测试工作。试油工序主要包括：洗井，射孔—打开油层，诱导油流，测量地层压力，求油、气、水产量，取油、气、水样并作物理及化学性质分析等。试油工作是油气田勘探和油气层评价中十分关键的一步，措施不当会延误工业油气田的发现。在已下套管的井中试油的顺序一般是自下而上逐层试油。但在新探区，为了迅速打开局面，不排除优先打开某些判断为最有利的井段进行分层或合层试油。在国外，特别是欧美，广泛采用钻杆测试和地层测验器，在钻探过程中，当遇到良好的油气显示时，停止钻进，下入地层测验器或钻杆测试器进行中途测试，以加快勘探速度。

【油矿地质】　industrial geology of petroleum　油田勘探和开发阶段所进行的一系列油田地质研究。其主要内容包括：①通过钻井系统地收集地下地质、地球物理及地球化学等录井资料，研究油田的地层剖面、构造形态、油气藏类型及油、气、水的分布和性质；②通过岩心分析、电测曲线和试油，研究油层物性及其变化规律；③通过油井试采

（或生产试验区）对油层驱动方式、生产能力以及注水（气）井的吸收能力进行研究；④计算油，气的储量；⑤根据以上资料，研究和编制油田开发方案；⑥在开采过程中进行油田、油井动态分析，合理利用地下能量，保证油田、油井长期高产、稳产；⑦研究增产，增注措施，保持压力，提高油、气产量和采收率；⑧有关油矿的其它地质工作。

【钻井地质】 subsurface geology 钻井过程中，调查和收集井下有关地质资料，研究和认识井下地层，沉积、构造、油气水分布及油层物性等工作。其内容有：岩心录井、岩屑录井、钻时（速）录井、泥浆录井、荧光录井、气测井、配合地球物理测井人员进行油层电性解释、配合钻井队做好钻井设计、地层预告等工作，完钻后综合分析研究各项录井资料，编出完井地质总结报告及试油意见书。

【目的层】 target stratumt 根据一定地质条件和地球物性资料，选出较为有利的可供勘探的生、储油层或可能的生、储油层。随着勘探工作的进展和认识的深化，目的层的选择是可以改变的。例如勘探的早期阶段，一般主要考虑“油源”问题。常选择较厚的生油岩系（群、组）为目的层；后期阶段，则可选择某些具体的储集层（段、层甚至数米厚的夹层）为目的层。

【录井】 well logging 在钻井过程中，记录、收集井下地质资料的工作。对录井资料的综合分析，可了解钻遇地层的时代、岩性、构造、油层物性及含油、气情况等，为油气田的勘探和开发提供必要依据。录井工作一般分直接录井、间接录井两类。

【直接录井】 direct loa 直接观察、鉴定和研究岩心或岩屑，以了解井下地质和油气状况，包括岩心录井、岩屑录井、井壁取心、泥浆录井、地球化学录井等。

【间接录井】 indirect log 利用各种间接方法以了解井下地质和油气状况，包括钻时录井及各种地球物理测井等。

【岩心录井】 core logging 对钻井过程中取出的岩心进行的编录、描述、照相、归位（定位）、对比研究和采样化验等分析工作。岩心是了解地下地层、岩性、构造，油层物理性质、含油气情况方面最直观、最可靠、最丰富的资料。它是对油田进行地质研究，储量计算和开发设计的基本依据之一。但是，由于取心的工艺复杂、速度慢、成本高，因此，在一般情况下，都是代以井壁取心，岩屑录井、泥浆录井、气测井、钻时录井、各种地球物理测井等方法。岩心录井只用于关键井的关键井段上，如油层、断层，地层分界、特殊岩性段等。

【岩心归位】 又称装图。恢复岩心所在真实层位的工作。钻井取心时，岩心筒中可能有上次取心残留下来的岩心，而且岩心收获率一般达不到100%，以及钻具长度测量上产生的误差，使得岩心深度不准。因此在整理岩心时，必须对照电测资料，加上地质人员的判断，同时要校正钻具长度和测井深度上的系统误差，要将岩心的不同岩性与电测曲线解释的岩性仔细对应，恢复岩心所在真实深度。

【岩屑录井】 sqmprc log，well cuttings log，drill cnttings log 又称砂样录井。在钻井过程中，对钻碎的岩石碎屑进行收集、研究、鉴定和编录的工作。岩屑是通过泥浆循环从井底携带出井口，再经振动筛收集的。这些岩屑通常是上下混杂的，在编录时必需注意区别真、假岩屑，提高录井的准确性。岩屑所代表的井下真实深度，可按公式：$H = H_o - V_t$ 求得。H 为岩屑所处的真实井深，H_o 为采集岩屑时钻具在井下的深度，V 为采集岩屑时的钻进速度（米/小时），t 为泥浆由井底返至井口所需的时间。在我国某些地区的低压油田，采用顿钻打井，每钻进半米捞取岩屑一次，其效果比旋转钻岩屑录井准确度高。

【钻时录井】 drilling – time log 用钻穿单位厚度岩层所需时间来判断井下岩层性质的录井方法。不同岩层的软硬程度不同，抵抗钻头破碎的能力也不同，因此各岩层的钻进速度也不同。钻头对岩石的破碎能力和钻进速度，除了与岩层性质有关外，还与钻井方式、钻头类型、钻头新旧程度有关，所以单靠钻时录井，并不能准确判断井下岩层的岩性，它仅是石油勘探井工作中的一种辅助方法。

【钻速录井】 drilling rate log 记录钻井单位时间进尺的方法进行录井。

【泥浆录井】 mud log 旋转钻井过程中的录井方法之一。注入井下的泥浆受钻遇岩层物质的影响，使上返泥浆的成分、性质和数量发生变化。利用这种变化分析和判断井下地质情况。当钻穿含油、气、水层时，油、气、水就会流入到泥浆中。油、气可使泥浆粘度增加，密度减少。淡水可使泥浆变稀并引起密度、粘度、含盐量和切力减低。钻遇渗透性地层及断裂带时可使泥浆大量漏失。因此，上返泥浆的各种变化能够间接反映出井下岩层的岩性、孔隙、裂隙发育程度及含油、气、水状况。

【井斜平面图】 drill – hole inclination plan 表示一口井的弯曲井轴在水平面上的投影。作法是每隔一定井深测一个井斜点，测出其井斜方位和井斜角，算出每个测斜井段的水平投影长度，计算公式为：

$$S_1 - S_{1=1}$$

$$= \frac{L_1 - L_{1-1}}{\alpha_i - \alpha_{i=1}} (\cos\alpha i - 1 - \cos\alpha i)$$

式中 $S_1 - S_{1-1}$ 为任意测斜段水平投影长度；$L_1 - L_{1-1}$ 为该测斜段实际长度；α_{1-1} 为该测斜段上端测得的井斜角；α_1 为该测斜段下端测得的井斜角。取井口为原点、横轴为东西方向、纵轴为南北方向，从井口开始逐段向下画出各测斜段的倾斜方位和斜井身的水平投影，即得井斜平面图。

【油砂】 oil sand **含有原油或浸染烃类的任何孔隙状地层，特别是砂岩、砾岩和松散砂层。油砂一般呈暗褐色至黑色，染手，多具强烈的油腻感。新钻出的油砂，可见到油泡或油浸等现象。发现油砂说明有储油岩层。有的油砂有天然露头，我国柴达木盆地就有分布广泛的油砂山。油砂如果埋藏很浅，厚度较大，分布又广，并且含油量达到开采价值时，可用土法开采直接炼油。**

【含油级别】 saturation grade of oilbearing rocks **为估计含油岩心含油丰富程度而划分的等级。它包括含油面积和含油状况两项估计标准。含油面积是沿岩心轴线新截开的断面上或从新取出的岩心表面的含油情况估计的面积百分比。含油状况指岩心上含油的饱满程度。其具体分级可参见此表。**

【油层对比】 correlation of oil la－yers **确定和比较井间油层的相互关系和位置的工作。一般是在大区域地层大层段对比的基础上，把各钻井的油层层位和层序进行分析比较，以便查明每一个油层分布状况和其上下层位间的相互关系。进行逐井油层对比，除了依靠岩心的化验分析，岩矿鉴定资料外，还需应用大量的地球物理测井资料，特别是电测井资料。通过细致的岩性和电性关系的研究，掌握不同岩性在电测曲线上的反映特征，选择岩性一电性关系清楚、层面界限清晰的电测曲线作为标准层或辅助标准层以进行对比。**

<table>
<tr><th>项目
级别</th><th>含油面积
（%）</th><th>含油状况</th><th>备注</th></tr>
<tr><td>油砂</td><td>75—100</td><td>含油饱满或较饱满、均匀，局部有不含油斑块</td><td rowspan="4">❶饱满；颗粒孔隙全部被汕饱和，呈棕褐色、黑褐色、油脂感强、染手
❷较饱满：棕色、深棕色，油脂感强，捻碎后染手
❸不饱满：浅棕色，不染手</td></tr>
<tr><td>含油</td><td>50—75</td><td>含油较饱满或不饱满，有不含油斑块</td></tr>
<tr><td>油浸</td><td>25—50</td><td>含油多为不饱满，成条带状分布</td></tr>
<tr><td>油斑</td><td>10—25</td><td>含油多为不饱满，成条带状分布</td></tr>
</table>

【开发层系】 storey of oil exploitation **可用同一井网开发的性质相同的一组油层组合。划分开发层系是为了合理开发油田，防止层间干扰，提高采油速度和采收率，便于生产管理。划分开发层系必须注意：①一个独立的开发层系，应具有一定的储量；②**

开发层系的上下，必须具有良好的隔层；③组合于同一开发层系内的构造形态及各油层性质应尽可能接近；④同一开发层系内的油水分布，压力系统和原油性质应当接近一致；⑤为保证一定产量，开发层系不应划得过细。

【油层单元】 pay zone unit 根据油层分布状况和油层间岩性、岩相特征以及油层物性的异同所划分的地层单位。一套含油岩层可划分为不同级别的油层单元：油层组、复油层和单油层。划分油层单元的目的是：①认识油层与油层之间的自然界面的特点，使各级油层有确切的对比界线；②认识油层特性的一致程度，从而对油层进行逐级的划分或组合；③进一步研究油层的分布和性质，为确定开发层系、井网布置、掌握油田动态和为生产管理提供地质依据。划分油层单元是根据我国陆相油田含油建造的多韵律旋□特点提出来的。

【油层组】 pay selt，group of oilbearing horizons 分布状况与性质相同、沉积相相似的一套油层组合。它可做为组成开发层系的基本单元。在划分时，要考虑油层组内的油层特征的一致性和隔层条件的一致性。

【复油层】 multiple pay bed 包含在油层组内的若干单油层。它们彼此分布较靠近，互相之间具有一定的连通性，而其上下又为比较稳定的泥岩所分隔。一个复油层内的各个油层不仅分布状况、油层性质、沉积环境一样，而且油气水都有一定程度的连通性。

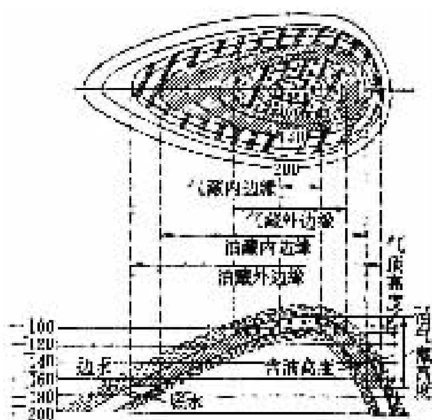
【单油层】 individual oil pay 上下为泥岩分隔的单一含油岩层。单油层的油、气、水具有独立性，不与其它油层串通。

【生产层】 productive strata 经过详细勘探确定有工业价值□且正在进行开采或准备开采的含油气岩层。一个油田可以有若干个同时开采的生产层。一个生产层可以是一个单油层，也可以是若干个可采小单油层的组合。

【砂体】 sand body 又称砂岩体。由于岩性变化，一些渗透率较高的砂岩层被另一些渗透率低的岩层分隔成若干互不连通的独立的砂层个体。砂体中的独立含油部分则称为油砂体。油砂体是地下油层的最小含油单元，也是控制油水运动的最基本单位。因此，在油田地质工作和油田开发工作中，必须首先查清砂体及油砂体的形态分布状况：延伸长度、方向、形状、厚度、面积和油砂体沉积结构及其储油物性：渗透率、孔隙度、含油饱和度等。

【油砂体】 oil sand body 砂体中独立的含油部分，参见“砂体”。

【背斜油（气）藏参数】 parameters of anticlinal resevrvoir 表示背斜油气藏的规模和计算其储量时，除了储油层物性参数外，还需要有表示储油构造中油、气、水分布的数据：如含油（气）高度，含油外（内）边界、油气边界、气顶高度、油气藏高度、含油（气）面积等。这些数据均叫背斜油气藏参数。



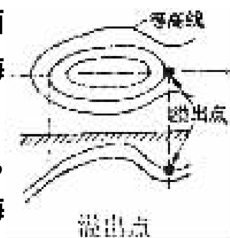
背斜油气藏参数

【闭合度】　closure，structural closure　亦称闭合差。从圈闭的最高点到溢出点间的垂直距离或海拔高差。闭合度并不单纯决定于构造起伏的大小，而且还决定于地层的区域倾斜的角度。在地层区域倾斜角度很大时，虽构造起伏很大也可以无闭合度。背斜油、气藏的含油、气量主要决定于闭合度。

【闭合面积】　closed area　通过溢出点的等高线所圈出的面积。已知闭合度和闭合面积，就可以确定圈闭的容积。

【圈闭容积】　trap volume　一个圈闭能聚集油气的容量。圈闭容积的大小，决定于闭合度、闭合面积、储集岩层的厚薄及储集岩层有效孔隙度的大小。

【溢出点】　spill point　即圈闭的最低点。流体充满圈闭后开始溢出点。它的高程一般用海拔高度或在图上用构造等高线标高来表示。任何一个圈闭对位于溢出点以下的流体都不起圈闭作用。



溢出点

【含油高度】　height of oil column　从圈闭底部油、水接触界面到油、气接触界面（或石油所占据的圈闭最高点）的垂直距离或海拔高差。

【含气高度】　gas column height　当圈闭中只为天然气占据时，从气、水接触界面到天然气所占据圈闭最高点之间的垂直距离或海拔高差。如果圈闭中除天然气外还有石油，那么其气顶高度（油气界面到圈闭最高点的垂距）即称为含气高度。

【气顶】　gas cap　在油、气藏中，油气水三者经常共存于同一圈闭内，并按密度不同作垂直分布，密度最轻的天然气占据圈闭的顶部，故称气顶。

【油层有效厚度】　effective thickness of pay　在目前的技术和经济条件下可以产出工业油流的油层厚度。由于各油田的地质、技术、经济条件不尽一致，最低工业油流产量各异，所以不同地区有效油层厚度的标准也不一样。一般说来，工作条件越困难、技

术要求越复杂的地区（如海上，偏远地区），工业油流和有效油层的起算标准越高。决定起算标准的具体参数主要有油层的孔隙度、渗透率、含油饱和度、石油的密度和粘度、油层产能、单层厚度和各单层的邻近程度等等。具体确定时，要综合分析岩心、测井、试油资料以及经济技术条件。油层有效厚度在储量计算、油田开发中具有重要意义。

【含油面积】 petro iferous area，oillbearing area 又称储油面积。储油构造或圈闭中，含油边界以内的垂直投影面积。在此面积之内含有石油和天然气。由于石油储量是分区、分层计算的；因此，也应分区、分层圈定含油面积。有些油田在圈定含油面积时，还分成纯油区面积和油水过渡带面积。

【含气面积】 gas－bearing area 又称储气面积。即位于气顶边界以内的垂直投影面积。

【纯油区面积】 area of net pay 内油水边界以内的面积。

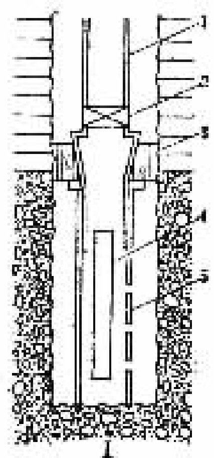
【油水过渡带面积】 area of tiranaltioual zone from oil to water 内、外油水边界之间的面积。

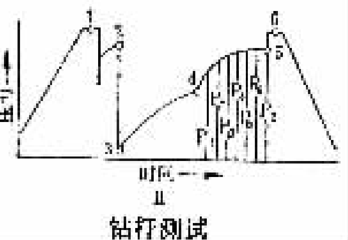
【含油外边界】 contour of oil pool 又称含油边界。油藏中，油水接触面与储油层顶面的交线。参见“背斜油、气藏参数”。

【含油内边界】 inner－contour of oil pool 又称含水边界。油藏中，油水接触面与储油层底面的交线。如果在一个背斜油藏中，油气的数量不足以充满储油层的全部厚度时，那末，含油内边界是不存在的。参见“背斜油气藏参数”。

【含水边界】 water contour 即“含油内边界”。

【钻杆测试】 drili stem test 钻井过程中的一种临时性中途测验方法。它是通过接在钻杆下端的测试器，隔离裸眼井底，解脱泥浆柱压力的影响，使地层中的流体进入测试器，进行取样，测压，而后经过钻杆达到地面。其示意结构如图Ⅰ。图中1为钻杆；2为凡尔（开关）；3为封隔器；4为压力计；5带孔尾管。装在尾管中的自动压力计，可以把测试全过程中的压力变化自动记录在卡卡片纸上，如图Ⅱ所示。图上所标各点所指示的压力意义为：1为泥浆引起的原始静水压力；2为原始地层压力；3为测试器刚打开时的最初流动压力；4为测试器关闭时的最后流动压力；5为最终关闭地层压力；6为最后由泥浆柱引起的静水压力。第4与第5点



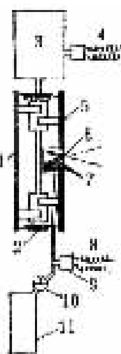


钻打测试

之间的压力资料，表示由关闭测试器测得的压力恢复曲线。利用这一资料可以确定地层的流动系数、地层有效渗透率和井底完善系数等参数。

【中途测试】　**钻井过程中遇到良好油气显示时进行的油、气层测试（试油）工作。方法有二：①通过接在钻杆末端的钻杆测试器；②利用电缆把绳索式测试器下入井中进行测试。**

【绳索式地层测试器】　wire – lineformation tester　**一种用测井电缆下入井中的油层测试工具。如图。测试器下入井中的预定深度后，通过控制机构使之膨胀，把密封极板紧密地压向井壁，使密封极板中心与泥浆柱隔离。然后射孔，使地层中的流体流入取样室中，当取样室充满后，将凡尔关闭，使样品在达到的最大压力下封存在样品室内，然后取到地表进行研究。它不但可以分析油、气、水样的成分，而且可以通过自动压力记录，确定地层的压力、流动系数、有效渗透率，以及地层的产能和井底完善系数。**



绳索式地层测试器
1. 支撑靴；2. 弹簧；3. 控制极板膨胀和收回机构；4、8 液面记录器；5. 密封极板；6. 射孔枪；7. 脱离舱；9. 取样压力记录器；10. 密封阀；11. 取样容器

【石油地质储量】　geological reserves，oil in place　**油田中地下原油的总蕴藏量，通常用重量单位（吨）表示。储量是油田勘探成果的综合反映，是国家对油田投资的依据，也是油田开发的物质基础，因此必须把油田储量计算准确。为此在计算储量时应做到：地质资料分析数据的准确完整；要分区，分层地计算储量，不能用大平均的计算方法；储量计算参数的确定，既要有理论根据，又要有本油田生产实验的数据。计算原油储量的方法很多，一般为：容积法或称体积法，统计法和物质平衡法三种。生产上常用的是容积法，因此法受其它条件限制较小。只要原始数据准确，便可求得较可靠的储量。**

【油气资源预测方法】　methods ofassessment of oil and gas resources　**主要用于估算尚未发现的油气资源。其计算方法甚多。主要有：面积产量法；构造平均法；储量密度法；比分法；艾梯克 – 苏阿迪法；最小因素（最薄弱环节）法；形象识别法（评分法）；定量比质法；体积速率法；储集层体积产量法；圈闭体积法；桶/英亩 – 英尺法（单位体积产量法）；容积法（加拿大地质调查所法）；油气浓度系数法；聚集系数法；运移系数法；有机碳法；烃类法；沥青法改进公式法；埃德曼一亨特法；干酪根热降解数学模拟法；线密度法；扎普法；休伯特法（历史统计度法，趋势外推法）；梅纳德法；油藏规模分布法；油田规模序列法（油田序列法）；勘探程度对比法；特尔斐法（专家评议法）；归类分析法（统计比较法）；这些方法中有一些是大同小异的，大体可以归为四大类：①构造地质条件的分析类比；②沉积条件的分析和类比；③生油和运移**

条件的分析和类比；④历史数据的统计分析。然而它们的界限是不严格的。

【容积法】 volumetric method 计算油气储量的一种方法。是石油生产上常用的方法，因计算时受其它条件的限制较小，只要原始数据准确就可以算出可靠储量。依其程度要求可简可繁。最基本的计算式为；$Q = A. h \cdot \phi \cdot S_o \cdot \theta \cdot \gamma \cdot \eta$。式中 Q 为储量（吨）；A 为含油面积（米^2）；h 为有效油层厚度，（米）；ϕ 为油层有效孔隙度（小数）；S_o 为储油岩含油饱和度（小数）；θ 为体积换算因子，等于石油地层体积因子的倒数；γ 为石油密度；η 为石油采收率。计算天然气的储量▽采用下式：

$$\nabla = A \cdot h \cdot \phi \cdot (1 - S_w) \left(\frac{1}{Bgi} - \frac{1}{Bga}\right)$$

式中 s_w 为储气层含残余水饱和率，$1 - S_w$ 为含气饱和率；Bgi 为原始气藏压力下的天然气地层体积因子；Bga 为气藏枯竭压力下的天然气地层体积因子。或可用公式：

$$V = A \cdot h \cdot \phi \cdot (1 - S_w) \left(\frac{Pi}{Zi} - \frac{Pa}{Za}\right)$$

式中 zi 与 za 为原始气藏压力 Pi 和枯竭气藏压力 Pa 时的天然气压缩因子。其它参数的意义同上。

【体积法】 volumetric method 预测资源量的一种方法，如下式：$Q = aV$，式中 Q 为沉积盆地中油气总地质储量（吨）；V 为盆地内沉积岩总体积（公里^3）；a 为储量密度参数，即每立方公里沉积岩中所含油气储量（吨/公里^3）。资源量预测的关键在于确定 α 值。此值需靠统计得来，而不同人的统计结果差异很大，在使用时只供参考。

【统计法】 statistic method 一种计算石油储量的方法。又可分为许多种方法。在苏联多用或然率法。它是利用油井上月和下月产量作纵、横坐标，作出概率曲线，然后依次外推到经济极限产量，求出其最终可采储量。在美国则多用阿普斯的降产曲线外推其最终可采储量。依油藏地质条件的不同，可以分成三种不同的油井产量递减方式，即定值百分比递减、双曲线型递减和调和函数递减。在经过统计回归求得递减曲线的方程式后，通过计算或外推求得其最终储量。

【物质平衡方程式】 material halance equation 这是一个计算油藏的地质储量和可采储量、预测油藏开发动态的重要方程，由希尔休斯（R. J. Schilthuis，1936）提出。它是在假定油藏在开发中油层的温度不变，油藏中的压力分布到处均一，石油的成分到处均一，石油和天然气处于平衡状态的前提下导出的。其基本根据是：原始条件下油藏中油气总体积 = 采出的油气体积 + 残余在地下的油气体积。油气的体积均换算到标准状态下的体积。推导出的物质平衡方程式为：

式中 N 为原始条件下石油地质储量，标准状态下的体积，米^3；n 为累计产油量，标准状态下的体积，米^3；m 为原始气顶体积与含油部分之体积比；P_o 为油藏原始（开

发前）绝对泡点压力，大气压；P 为开采 n 量石油后的油层压力，大气压；β_o 为 1 米$_3$ 石油在 P_o 下溶解了 S_o 天然气后在油藏中的体积，无因次；β 为 1 米^3 石油在 P 压力下溶解了 S 天然气后在油藏中的体积，无因次，α0 为标准状态下 1 米^8 天然气在原始油藏压力 P_o 和油藏温度 T_f 下的体积，α 为标准状态下 1 米^3 天然气在目前油藏压力 P 和油藏温度 T_f 下的体积；S_o 为原始油藏压力 P_o 下每 1 标准米^3 石油溶解的标准米^3 天然气量；S 为目前油藏压力 P 下每 1 标准米^3 石油溶解的标准米^3 天然气量；r_n 为累计生产油气比，等于（累计采气量—回注气量）/累计采油量，均为标准体积；W 为累计进入油藏的水侵量，米^3；ω 为累计采水量，米^3。依油藏驱动方式不同，可以将上式简化成不同的物质平衡方程式。如果将油藏划分为许多小块，利用计算机模拟不同块段的物质平衡变化，可以予测油藏开发动态和开发效果。

$$N = \frac{n[\beta + \alpha(r_n - S)] - (\overline{W} - \omega)}{m\beta_0\left(\frac{\alpha}{\alpha_0} - 1\right)\alpha(S_0 - S) - (\beta_0 - \beta)}$$

设 $u = \beta + \alpha(S_0 - S)$，$u_0 = \beta_0$，则

$$N = \frac{n[(u + \alpha(r_n - S_0)] - (W - \omega)}{mu_0\left(\frac{\alpha}{\alpha_0} - 1\right) + (u - u_0)}$$

【压力降落法】 pressure declino method 计算天然气储量的一种方法。其基本原理是根据波义耳定律，在气藏体积不变的情况下，每单位压力降落所采出的气体数量 q 相等，即：

$$q = \frac{Q_2 Q_1}{P_1 - P_2}$$

式中 Q_1、Q_2 为时间 t_1、t_2 时的累计采气量；P_1、P_2 为时间 t_1、t_2 时的气藏平均压力降。当气藏压力从目前的 P，降到经济上最低的极限压力 P_a（枯竭压力）时，其可采储量 V 为；

$$V = \frac{Q_2 - Q_1}{P_1 - P_2}(P_2 - P_a),$$

如欲校正实际气体与理想气体间的体积偏差，则可采用下式：

$$V = \frac{Q_2 - Q_1}{\frac{P_1}{Z_1} - \frac{P_2}{Z_2}}\left(\frac{P_2}{Z_2} - \frac{P_a}{Za}\right)$$

【休伯特法】 Hubbert’s method 一种预测资源量的方法。属发现串外推法。由 K. M. 休伯特（Hubbert，1967）提出。包括：①时间—产率法：以年份（t）为横坐标，以每年的产油量（dQ/dt）为纵坐标，作出统计曲线，对此曲线积分，求曲线下所包面积，即为最终可采储量或资源量。有时需加入证实储量的增长率，以考虑新发现储量的影响。②单位进尺发现量法；以累进总进尺 n 为横坐标，以累计总发现量除以总进尺，即单位进尺发现量（dQ/dn）为纵坐标，作统计曲线，然后积分到饱和探井密度的总进尺数（d）为止，即得累计发现量 Q（资源量），

$$Q = \int_0^d \frac{dO}{dn} dn。$$

【埃德曼－亨特法】 Erdman－Hunt’smethod **又称浓度法。一种预测资源量的方法。它是把埃德曼的生油量计算法与亨特的残油量计算法相结合得出的。埃德曼认为控制沉积盆地内油气生成的基本因素是有机质浓度（可用残余有机质代表）时间和温度构成的热成熟作用，可用**$\frac{\text{OEP（原始）}-1}{\text{OEP（测定）}-1}$**代表，**OEP **为碳的奇偶优势比值，生油物质的成份，可用**$\frac{\text{正构烷烃（原始）}}{\text{有要物（原始）}}$**代表；以及油气生成过程中的自然氧化作用。埃德曼依据上述理论，通过化学计算，提出了生油量计算公式：**

$$\text{生油量}=\text{残余有机物}\times\frac{\text{正构烷烃（原始）}}{\text{有机物（原始）}}\times\frac{\text{OEP(原始)}-1}{\text{OEP(测定)}-1}\times\frac{100}{\text{残余油中正构烷烃\%}}\times\frac{2.3}{0.87}\times 8.6V$$

式中 2.3 **为泥岩密度，**0.87 **为原油密度；**8.6 **为每立方公里原油的重量（亿吨/立方公里），**V **为生油岩体积。式中正构烷烃（原始），有机物（原始）、**OEP **（原始）可以通过测定性质相近的现代沉积物获得，并从而合并为一个常数** K **代入上式，**

$$K=\frac{\text{正构烷烃（原始）}}{\text{有机物（原始）}}\times\text{（OEP}-1\text{）（原始）}$$

上式求出的是生油量 Q **生。据亨特的意见，生成的石油的初次运移量** Q^{z}**，等于生油量** $Q_{生}$ **减去生油岩中的残油量** $Q_{残}$**。据亨特研究。**

$$Q\text{残}=\frac{W}{1\times10^{s}}\times\left(\frac{2.3}{8.7}\right)\times 8.6V。$$

式中，W **为生油岩中的总烃含量** ppm**。则初次运移量** $Q_{运}=Q_{生}-Q_{残}$**。最后的资源量** $Q=Q_{运}\times f$**，式中** f **为聚集系数，由类比法求得。**

【地质类比法】 geologic analogymethod **一种预测资源量的方法。它是以某些勘探程度较高的盆地或地区作为类比的标准，通过对选出的关键参数的比较，或者通过对己知石油带的大量参数进行归类分析，或者通过其它的多元统计分析，对新盆地或地区进行评价。具体的地质类比法很多，如盖斯和波依斯（**G. Gess and C. Bo－js，1977**）的归类分析法，纳里夫金（**B. K. Наaливки н др.，1976**）的地质比较法（包括构造平均法，多元回归分析法，最薄弱环节法），比分法，勘探程度对比法，线密度法等等。这种方法直观，比较易于理解，应用较广。但经验性较大，在关键因子的考虑上容易出现**

偏差。

【扎普法】 Zapp’s method 一种预测未发现的油气资源的方法，由A. D. 扎普（Zapp）于1962年提出。算法是：未来将发现的油气资源量t目前油气发现总量/累计钻探进尺×估计将来累计进尺。实质上这是一种发现率外推法。其缺点是把单位钻探进尺的油气发现量看成是一成不变的。这可能造成过高地估计资源量。

【梅纳德法】 Meuard’s method 一种资源预测方法，由梅纳德和夏尔曼（H. W. Meuardand G. Sharman，1975）提出。首先将油田大小按储量0.1—1，1—10，10—25，25—060百万桶分为四级，然后画出每300万米探井进尺发现的油田数（纵坐标）与累计总进尺（横坐标）的关系。并通过外推预测最终的资源量。

【特尔斐法】 Delphi method 又称专家评议法。De’phi是个希腊预言家。这种方法的基本道理是邀集有关专家组成评价小组，通过回顾和讨论所有地质资料找出控制油气的关键因素。每个小组成员凭借个人的经验和掌握的资料对研究区的潜在资源量打分，并作出概率曲线，最后由评议小组对每个人的成果进行协商、讨论，□取其平均值作为最后的预测结果。这种方法可以集思广益，并能考虑无法用数学表达的一些因素。这是它的优点。但是容易为专家们的资历，经验和个人的主观倾向所左右，这又是它的缺点。

【蒂索法】 Tissot’s method 一种根据干酪根热降解数学模拟预测资源量Q的方法。$Q = O_{虫} \cdot f_1 \cdot f_2$。式中$f_1$为运移系数，$f_2$为聚集系数，二者用类比法求得。$Q_{虫}$为生油量。一个盆地的生油量$Q_{生} = V_s \cdot C \cdot r \cdot y$，式中$V_A$为生油岩体积，（公里^3）；C为有机碳含量（%）；r为生油岩密度；y为产生油的数量。据反应速度方程，具有一级反应的干酪根的降解反应速度（dC_A/dt）与当时的干酪根浓度（C_A）成正比，即：$dC_A/dt = KC_A$，K为反应率，表示单位时间内反应掉干酪根分数。上式积分整理后得：$(CA_A)\ t = (C_A)_o e^{-Kt}$；$(C_A)$ t为时间t，即目前的干酪根浓度；$(C_A)_0$为原始干酪根浓度。依阿伦尼乌斯方程式，$K = SE^{-\frac{E}{RT}}$；E为活化能，S为频率因素；R为气体常数；T为绝对湿度。根据这些算出生油量后，即可求得资源量。由于计算是模拟生油层在三维空间中，在长的历史阶段和不同干酪根类型情况的演化过程，所以必须利用计算机作为工具。

【发现率外推法】 extrapolation of discovery rates methodd 由戴维斯（Davis，1958）提出的一种资源量预测方法。他统计了1936—1956年美国勘探资料，□作了统计曲线。曲线图的横坐标是历年美国总累积的原油储量增长值，纵坐标为每英尺钻井所增加的石油桶数（用对数表示）。然后将统计曲线外推。戴维斯的外推法只适于老的、井多的、油田发现率已经下降的地区，不适于新的、井少的、油田发现率处在上升阶段的地区。

【面积产量法】 areal yield method 一种预测资源量的方法。用公式表示为：Q = s

·d·a。S 为盆地沉积岩分布面积；d 为估计可能产油的面积所占的比率 ∂，由类比法求得；a 为单位产油面积的产量，由类比法得出。这是一种在勘探初期采用的粗略估计方法。

【体积速率法】 volumetric ratemethod 一种预测资源量的回归分析方法。体积速率指沉积盆地的沉积物堆积的平均体积速率，单位是千立方公里/百万年。体积速率是综合反映沉积盆地的沉积作用，生油作用和油气保存条件的一个参数。体积速率越大，油气储量越大。苏联聂斯乔洛夫等人根据世界 22 个勘探程度较高的含油盆地的统计资料得出，沉积盆地的油气总储量 Q（百万吨）与盆地平均体积速率 V（1000 公里^3/百万年）之间的关系为：$\lg Q = 2.183 + 1.613 \lg V$。世界上的含油气盆地，可依其沉积物体积速率的大小分为四级：工级：>14000 公里^3/百万年；Ⅱ级：4000—14000 公里^3/百万年，Ⅲ级：1500—4000 公里^3/百万年；Ⅳ级：<1500 公里^3/百万年。其相应油气地质储量分别为：20，000；10，000，10，000；3000 米^3/公里^3。

【聚集系数法】 accumulative coefficientmethod 预测资源量的一种方法。如下式，

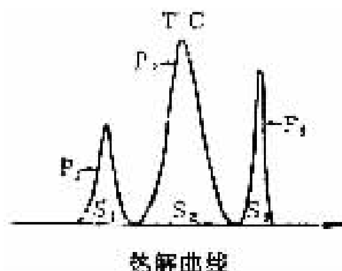
$$Q_{聚集} = \frac{aO_{残余}}{1 - a}$$

式中 $Q_{聚集}$ 为预测区内储集层中聚集的油气量（即资源量）；$Q_{残余}$ 为已成熟生油层油气运移后残留在生油层中的烃类总量，比值可据实验室资料确定；a 为聚集系数，即，

$$\frac{储集层中聚集的油气总量}{生油岩中有机物转化为石油的总量}。$$

聚集系数可以借用地质条件近似的老探区的数值。不同盆地的聚集系数差别很大。

【生油潜量】 genetic potentiai 一个地层单元中的干酪根可产生的油气数量。它和沉积物中的干酪根的性质和数量有关。生油潜量的定量估算可以利用一个标准热解方法求得。如埃斯彼塔利埃等人提出的一种热解仪。用此仪器测得的某一岩样的热解分析结果如图所示。图中 P_1 峰面积 S_1 代表 300℃下岩样内蒸发的游离烃含量；P_2 峰面积 S_2 代表岩样中干酪根热解（550℃）生成的烃类含量；P_s 峰面积 S_3 代表岩样热解生成的 CO_2 数量，以上各值均用 mg/s（岩石）表示之。生油潜量为 $S_1 + S_2$（千克/每吨岩石）。S_1/（$S_1 + S_2$ = 转化率。S_2/有机碳含量 = 氢指数，S_3/有机碳含量 = 氧指数。



热解曲线

【风险分析】 risk analysis 一种分析油气勘探成功率大小的方法。首先将勘探区

按盆地的面积、体积、最大沉积厚度、平均厚度、基底情况，地层年代、变形情况、主要岩性、生油岩、生油时间、盖层、储集性能、圈闭机制、圈闭大小、水动力条件、勘探程度等生油、储油、圈闭条件进行归类分析，选出影响地区勘探成功率的关键因素。然后邀请有关专家利用这些关键因素分别对本区评分，估计每种因素出现的边缘概率，把几个边缘概率相乘，即可得到这个地区油气存在的综合概率（成功率）。通过对不同人所得成功率的比较，即可得出对此区的风险估计。

【可采石油储量】 recoverable oilreserves 亦称石油的工业储量。指在现有技术条件下，可以采出来的石油，天然气的数量。它常用地质储量乘以采收率表示。公式为：可采石油储量 = 石油地质储量 × 采收率（%）。

【证实储量】 demonstrated reserves； 测定储量与指明储量之和。参见“测定储量”及“指明储量”。

【测定储量】 measured reserves 在经济上用现有技术值得开采的那部分已验证的油气资源，其数量根据已取得的油气层资料作了估算，并进行过直接测定。此储量与探明储量相当。

【推算（断）储量】 inferred reserves 通过探边，订正储量计算数字和发现新油层，在已知油田的证实储量中新增加的储量。

【指明储量】 indicated reserves 根据技术知识和判断，应用注水，注气技术在已知油层中可以取得的有经济价值的附加储量，这里不考虑当时有没有注入设备。此处的指明储量相当于美国石油学会的指明附加储量。

油层物理

【地层压力】 formation pressure 作用于地层孔隙空间中的流体（地层水、油、气）上的压力。在任何地质背景中的正常地层压力都应当等于从地面到地下本层深度的静水压头（即静水压力）。地层压力可以通过稳定法测试原始地层压力的办法求得。

【孔隙流体压力】 pore fluid pressure 任一多孔隙体系，当其承受外加负荷 S 时，由孔隙中流体所支撑的那部分负载称为孔隙流体压力。在正常情况下，当孔隙与外界连通，孔隙中的水可以自由排出时，孔隙流体压力等于静水压力。反之，则可构成异常地层压力。同义词：孔隙水压力，地层流体压力、地层压力。

【积土压力】 overburden pressure 又称积土负载，上覆层负载，上覆层压力。由上覆地层的基质重量和上覆地层孔隙中的流体（油、气、水）重量之和所产生的压力。积土压力 P_o = （岩石基质 + 流体）重量/面积 $= D〔(1-\varphi)\rho_{ma}+\varphi_{fl}〕$。式中 D 为从地

面到本深度上的垂直高度，ϕ 为以小数表示的地层孔隙度，ρ_{ma} 为岩石基质的密度；ρ_{fl} 为流体密度。通常人们假定积土压力随深度均匀增加。对于第三系地层，积土压力梯度约为 0.231 千克·厘米$^{-2}$·米$^{-1}$（假定岩石总体密度为 2.31 克/厘米^3）。但是经验表明，有些地区的碎屑岩最大积土压力梯度可以达到 0.312 千克·厘米$^{-2}$·米$^{-1}$。积土压力基本上就是静地压力或岩压。

【静地压力】 geostatic pressure 又译成地静压力、地压或岩压。是指整个地层（包括其中所含流体）的压力。其压力梯度，视岩石的总体密度而变，通常约为 o.23 千克/厘米^2·米或者 1 磅/英寸^2·英尺。一个地层的异常高地层压力的上限就是这个地层的静地压力。

【异常地层压力】 abnormal for marion pressure（surpressures） 高于本地层所处深度上应有的静水压力的地层压力（即 $P_f > P_{HY}$；式中 P_f 为地层压力；P_{HY} 为静水压力）。高压异常是由压实作用、水热效应、蒙脱石脱水、承压条件、烃类聚集、渗析作用、古压力、胶结作用、构造作用、烃类特别是气体的生成以及高压水的注入等不同原因造成的。从水力学观点讲，高压异常是在地层水不能通畅排出，无法形成与地面相通的连通管道，粒间压力已经不能承担全部上覆沉积物重量，而必须由孔隙中的流体分担一部分的情况下形成的。因此，上覆沉积物就象浮置在高压层上一样，很容易形成生长断层或逆掩推覆。

【异常孔隙流体压力】 abnormal pore fluid pressure 在正常条件下，水的密度介于 1.0—1.10 克/厘米^3 之间（含盐量在 0—150000ppm 之间）。因此，正常的流体压力梯度为 0.1—0.11 千克/厘米^2·米（或 0.0098—0.0108 兆帕/米，或 0.433—0.476 磅/英寸^2·英尺）。在使用英制的国家，考虑到地层水密度的变化以及压力测量的精度，正常压力梯度范围在 0.43—0.48 磅/英寸^2·英尺（0.0097—0.0109 兆帕/米），取其平均值 0.45 磅/英寸^2·英尺作为一般的正常压力梯度。凡低于 0.43 或高于 0.48 磅/英寸^2·英尺的称为异常孔隙流体压力。但其最大的异常高孔隙流体压力不会超过地静压力（约 1 磅/英寸^2·英尺）。

【异常高孔隙流体压力】 abnormally high pore fluid pressures 又称超压异常压力、异常地层压力。指岩石中的孔隙流体压力高于其深度所应有的静水压力。超压数值视水的密度而定。一般它的静水压力梯度为 0.1 千克/厘米^2·米或 0.45 磅/英寸^2·英尺。

【粒间压力】 grain – to – grain pressure 又称基质应力、有效应力和垂直骨架应力，沉积岩中基质颗粒与颗粒之间的压力。当沉积物充分压实时，它支撑了上覆沉积物的全部基质重量。当沉积物未充分压实、基质颗粒支撑不了上覆沉积物全部基质重量时，基质重量的一部分由孔隙内的流体负担，从而造成高（地层或孔隙）压力异常。

【有效粒间应力】 effective grainto – grain stress 又称基质压力，垂直岩石骨架应

力。是碎屑沉积岩中颗粒与颗粒之间的接触点上的应力。它和孔隙内流体的压力共同支撑着上覆沉积物的积土（负载）压力。即：$S = б + P_p$。式中 S 为上覆层积土压力；σ 为有效粒间应力；P_p 为孔隙流体压力。当地层压力正常时，则 P_P 等于静水压力，而 б 则等于上覆沉积物的基质（不包括孔隙间的流体）重量。

【有效应力】　effective stress　在任一饱含水的多孔隙体系中，当施加负荷 S 之后，由基质骨架所支撑的那部分压力（б）。

【构造超压力】　tectonic overpressure　沉积岩在压实过程中，除了上覆沉积物的积土压力外，由构造地质作用而引起的一种压缩应力，它可导致岩石的流变。

【低异常地层压力】　subnormal for marion pressure（subpressures）　低于地层所处深度静水压力的地层压力，即 $P_f < P_{HY}$，式中 P_f 为地层压力；P_{HY} 为静水压力。低压异常不如高压异常那么多见，但在世界各地的油气勘探中都碰到过。开采过度压力衰竭的油层，大量开采地下水或地下水面过低（干旱地区），已有地层的升高和被侵蚀以及伴之而来的温度降低，都可以导致低压异常。低压异常通常不会比静水压力低得过多，但是有的地方（如美国饿克拉河马州的凯斯气田）的压力梯度只有 0.188 磅・英寸$^{-2}$・英尺$^{-1}$（0.043 千克・厘米$^{-2}$・米$^{-1}$），还不到静水压力值的一半。

【d 指数】　d－exponent　又称标定钻速（normalized rat^e of penetration），1966 年焦尔顿（Jotden）等提出，使钻井速度值标定化。

$$d = \frac{\log(R160N)}{\log(12W/10^6D},$$

式中 d 为 d 指数；R 为钻进速度，（英尺/小时）；N 为转速（转数/分）；W 为钻头上的重量，即钻压（榜）；D 为钻头直径（英寸）。为了校正 d 指数受泥浆重量变化的影响，可以求一校正后的 d 指数 d_c，$d_c = d$，（MW_1/MW_2）。式中 MW_1 为标准泥浆重量，MW_2 为实际泥浆重量。通常 d 或 d_c 值与泥浆柱与地层压力之差有关系。在 d_c 值与深度的关系曲线上很容易鉴别高压异常带（d 指数低）。近来雷木（Rehm，1971）等人进一步找到地层压力（P_f）、地层深度（D）、正常 d_c 趋势带斜率 α 之间的一种统计关系：

$Pf = K\log（D \cdot \propto + c - d_c） + 16.\ 52$ 式中，P_f 为地层压力（磅/加仑）等效值；$K = 7.62$，为磅/加仑与 d_c 关系曲线的斜率；D 为深度（英尺）；α 为正常的 d_c 的趋势线斜率，α 值大抵是个常数，不同地质年代地层变化不大，c 为可钻性常数。

【压缩率】　compressibility　反应物体受压力后体积变化率的一种参数，用 c 表示。其定义为施压应力 σ 子体积单位为 $\overline{V}$ 的物体的体积变化率∂ V，即：

$$C = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial \overline{V}}{\partial \sigma}\right)$$

在沉积岩压缩性能研究中经常涉及的有如下的几种：①总体压缩率；②孔隙压缩

率；③颗粒或基质压缩率；④流体压缩率。它们分别代表岩石外表总体积，岩石孔隙体积、岩石中颗粒或基质体积、岩石孔隙中的流体体积受压力后的体积变化率。此外，还有地层压缩率、假总体压缩率和压缩率系数等用于特定目的的压缩性参数。

【总体积压缩率】 bulk compressibility 反映岩样外表总体积（V_b）在承压情况下体积变化的一种参数（C_b）。有两种总体积压缩率，一种是在保持孔隙压力（P_D）和温度（T）恒定的情况下，每改变单位总外应力（$\bar{\sigma}$），单位总体体积（V_b）岩样的总体体积的变化（αv_b），用公式表示为：

$$C_b = -\frac{1}{V_b}\left(\frac{\partial V_b}{\partial \bar{\sigma}}\right)_{P_p,T}$$

另一种是保持总外应力（∂）及温度（T）恒定情况下，每改变单位有效压力（$P_e = \bar{\partial} - P_P$），每单位总体体积（$V_b$）岩样的总体体积的变化（$\partial$ V_b），用公式表示为：

$$C_b = -\frac{1}{V_b}\left(\frac{\partial V_b}{\partial Pe}\right)_{\bar{\sigma},T}$$

当只研究垂直方向压缩率时，还可以采用其它类似的公式。

【假总体积压缩率】 pseudo－bulk compressibility 在保持外应力（$\bar{6}$）和温度（T）恒定情况下，每一单位孔隙压力（P_p）变化所引起的单位岩石外表总体积（v_b）变化（∂ V_b），用公式表示为；

$$C_{bt} = -\frac{1}{V_b}\left(\frac{\partial V_b}{\partial P_p}\right)_{\bar{\sigma},T}$$

【总压缩率】 total compressibility 表示粘土、页岩或储油岩的总压缩率。它包括油、气、水和岩石孔隙的压缩率。亦即：$C_t = S_oC_o + S_gC_g + S_wC_w + C_p$；式中 C_t 为总压缩率，S、S_g、S_W 分别为油、气、水的饱和度；C_P 为孔隙压缩率，c_o、C_g 和 C_w 分别为油、气、水的压缩率。

【地层压缩率】 formation compressibility 亦称孔隙压缩率，其定义是在总外应力（$\bar{\partial}$）和温度（T）保持恒定情况下，每单位孔隙压力（P_P）的变化所引起的单位孔隙体积（v_p）的体积的变化（∂ V_p），用公式表示为：

$$C_f = -\frac{1}{V_p}\left(\frac{\partial V_p}{\partial P_p}\right)_{\bar{\sigma},T}$$

【岩石固体压缩率】 rock solid comlpressibility 反映岩样中岩石固体在承压条件下体积变化的一种参数。定义为保持孔隙压力不变和恒温条件下，每一单位外应力（$\bar{\partial}$）的变化引起的单位岩石固体体积（V_s）的变化率（∂ V_s）。用公式表示为：

$$C_r = -\frac{1}{V_s}\left(\frac{\partial V_s}{\partial \bar{\sigma}}\right)_{P_p,T}$$

如果岩样在测试时没有外衣封色，则外应力 $\bar{\partial}$ 等于孔隙压力 P_p，即 $P_p = \bar{\partial}$，此时上式变为：

【孔隙压缩率】 pore compressibl－llty 反映岩样中的孔隙在承压条件下的体积变

$$C_r = -\frac{1}{V_s}\left(\frac{2V_s}{2\bar{\sigma}}\right)_{\bar{\sigma},T} = -\frac{1}{V_s}\left(\frac{2V_s}{2P_b}\right)_{\bar{\sigma},T}$$

化的一种参数（C_p）。有两种常用的孔隙压缩率。一种是在孔隙压力（P_p）和温度（T）保持恒定情况下，外应力（$\bar{\partial}$）的每单位变化所引起的岩样中单位孔隙体积（V_b）的体积变化（∂V_p），用公式表示为：$C_p = -\frac{1}{V_p}\left(\frac{\partial V_p}{\partial \bar{\sigma}}\right)_{P_p,T}$

另一种是在总外应力（$\bar{\partial}$）和温度（T）保持恒定的情况下，单位有效压力（P_e）变化所引起的单位孔隙体积（V_p）的体积变化（∂V_p），用公式表示为：

$$C_b = -\frac{1}{V_p}\left(\frac{\partial V_p}{\partial P_e}\right)_{\bar{\sigma},T}$$

【压缩率系数】 coefficient of compressibility 单位纯围限压力的变化（∂P）所引起的岩石空隙比的变化（∂e），公式为：$Q_r = -\frac{\partial e}{\partial P}$。

【欠压实页岩】 undercompactedshale 又译未充分压实页岩。地下深处的一种页岩，它的孔隙度高于正常压实条件下的孔隙度，它的孔隙流体压力高于正常静水压力，它的压实程度没有达到所处深度静水压力下应有的压实程度。这种页岩又称作超压页岩。它常出现在大段泥岩的井段内。它的成因是沉积物的沉积速度过快，未能排出其中的水分和粘土矿物发生热转变时脱水以及泥岩中有机质干酪根热降解后造成的体积增加等。

【页岩密度】 shale density 反映泥质沉积物压实程度以及有无高压异常带存在的一个参数。在具有异常高压的欠压实地层层段，页岩密度低于应有的正常值。密度测井是确定页岩密度的一种方法。在钻井过程中，则需要测定页岩岩屑的总体密度。测定的方法有：高压水银泵法，流体密度梯度柱法和泥浆天平法。

【固体颗粒比】 solid－grain proportion 碎屑沉积岩中固体颗粒体积与岩样外表总体积之比：$G = V_S/V_b$。式中 G 为固体颗粒比；V_c 为固体颗粒体积；V_b 为岩样外表体积。固体颗粒比（G）与岩样干总体密度（$\gamma_b d$）、颗粒密度（γ_a）、空隙比（e）、孔隙度（ϕ）的关系为：

$$G = \frac{\gamma_{bd}}{\gamma_s} = \frac{1}{1+e} = 1-\phi = \frac{V_s}{V_b}$$

【晶间孔隙度】 iutercrystalline porosity 用于页岩孔隙度。指粘土颗粒之间的空隙所占的百分数，其大小取决于粘土颗粒的方向和填集程度。

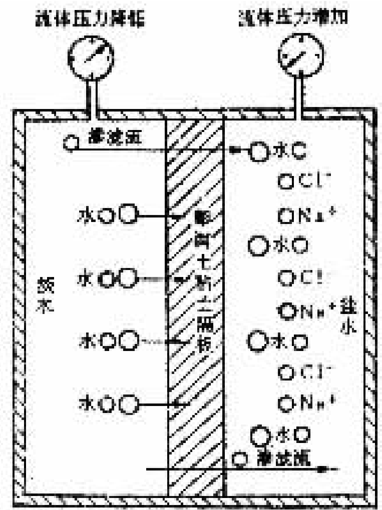
【比存储率】 specific storage 又译比容量。每单位压头变化情况下单位体积岩石（通常指粘土）的存入或者排出的水的体积。用 S_s 表示。式中 ρ_w 为水的密度；g 为重力加速度；E_s 为在原地受限制的岩样基质的压缩模量；ϕ 为孔隙度；E_w 为间隙流体的体积弹性模量。

【水力传导系数】 hydraulic conductivity 反映水在岩石中的传导能力或渗透率的一种参数。用 K 表示。$K = (\kappa\partial g)/\mu$。式中 K 为渗透率（达西），$\mu$ 为流体密度（克

/厘米³），g 为重力加速度（980 厘米/秒²）；/为溶体粘度（厘泊）。在文献中常常见到把水力传导系数与渗透率交替使用。渗透率 K 与水力传导系数 κ 的近似关系为；

$\kappa = 9.6 \times 10^{-7} \kappa$ 或 $\kappa = 1.033 \times 10^{6} K$。

【渗析现象】　osmotic phenomena　又译渗滤现象。如图所示，一个密闭系统，中间有一斑脱石粘土隔板相隔，一侧为淡水，另侧为盐水，则出现稀溶液（水）透过半渗透隔膜向高浓度溶液（盐水）渗透的现象，□造成淡水侧的液压下降和盐水侧的液压上升。在恒温下，渗滤压差几乎正比于浓度差。在浓度差固定的情况下，渗滤压差随温度增加而增加。地层剖面中的粘土和页岩层可以充当半渗透隔膜。当两含盐量不同的含水砂层中间被一粘土层隔开时，可以引起高盐度含水层的地层压力升高。人们认为这是高压异常的一个起因。



渗析现象

【蒙脱石脱水作用】　montmorillcnite dehydration　这是 Powers（1967）提出的一种流体释放机理，□用以解释异常地层压力的形成。他认为，随着沉积物埋藏深度的增加，其中的粘土矿物蒙脱石将逐步相变为伊利石。据墨西哥湾岸地区资料，蒙脱石开始向伊利石转化的深度大约在 1800 米，在大约 2740—3660 米处已无蒙脱石存在。Powers 认为，由蒙脱石向伊利石转化过程中，在蒙脱石晶格间的几层单分子水层会释放出来，变成粒间自由水。由于最后几层层间水的密度大于 1（约 1.4），故当它变成密度为 1.0 的自由水时就会引起体积增大，导致压力异常。这些水也可以作为排烃的动力来源，但有人对这种机制的重要性提出疑问。

【电成岩作用】　electrodiagenesis　由自然电位引起的电流和流体运动，对沉积物的间隙溶液化学性质所造成的影响，导致的某些矿物沉淀。例如当对海相软泥通以直流电时，会产生水铝英石、方解石、石膏、赤铁矿、硅铁土、水纤铁矿、褐铁矿、水赤铁矿、磁铁矿、纯碱、绿脱石、天然碱等矿物。压实作用造成的流体运动也可以产生自然电位，它反过来又会造成离子的选择性迁移，从而造成某些离子在某些部位的相对富集和某些矿物的沉淀。这个作用十分复杂，目前研究尚不深入。

【浮力效应】　buoyancy eflect　当刺穿（或底辟）作用一经出现□向上生长时，刺穿构造内部与其外围地区地层之间的密度差所产生的浮力作用。以盐岩为例，盐的密度为 2.2 克/厘米³，小于沉积岩的平均密度 2.3 克/厘米³，因此可以产生巨大的浮力。对于页岩刺穿来说，密度差不象盐岩和围岩那么大，所以其浮力也比较小。

【原生孔隙】　primary pore　与成岩作用同时生成的岩石孔隙。包括碎屑岩、碎屑灰岩、鲕状灰岩、生物灰岩、原生白云岩中颗粒间的孔隙、层间缝隙，以及火成岩凝固时形成的孔隙等。

【次生孔隙】　secondary pore　在岩石成岩作用之后，由于溶解、再结晶、风化、侵蚀，白云岩化和构造变动等作用形成的孔隙、空洞和裂缝等。

【储集空间】　reservoir space　又称孔隙空间或空隙空间，指储集岩石中有利于石油天然气运移和储集的部分空间。储集空间常以其占岩石总体积的百分比来表示，通常称为孔隙率或孔隙度。

【孔隙度】　porosity　又称孔隙率，衡量岩石中所含孔隙体积多少的一种参数，孔隙度反映岩石储存流体的能力，通常用 ϕ 表示。单位是用百分数或小数表示的无因次比值，依其所指孔隙类型的不同，又可分为总孔隙度和有效孔隙度。最常用的是有效孔隙度，它是评价储油层和计算储量的一个重要指标。油田工作者常把有效孔隙度习惯地称为孔隙度。影响孔隙度的因素主要是颗粒大小的差异（分选程度）、排列方式（主要反映压实程度）、颗粒形状、胶结程度及类型、粘上含量等。而与颗粒直径的大小无关。由等直径球粒堆积成的理想土壤，无论其粒径大小，只要它们的排列方式相同，它们的孔隙度是一样的，其数值介于25.9—47.6%之间。天然砂岩的孔隙度最大不超过40%，一般为16—30%；碳酸盐岩孔隙度在3—30%之间；松散粘土的孔隙度可以高达40—50%以上，甚至更高。造成这种高孔隙度的原因是片状粘土矿物颗粒之间的乱纸房状构造。储油层按其孔隙度大小划分为以下四等：>20%，特好；15—20%，好；10—15%，中等，5—10%，差。





岩石孔隙
A. 颗粒分选好，孔隙度高；B. 颗粒分选不好，孔隙度低

【总孔隙度】　tctai porositv　又称绝对孔隙度，以 φ_t 表示，为岩样中所有连通与不连通的孔隙的总体积与岩样的外表总体积（视体积）之比的比值百分数。即

$$\phi_t = \frac{\sum V_p}{V} \times 100\%$$

式中，V 为岩样总体积；$\sum V_p$ 为岩样中所有孔隙的总体积。

【有效孔隙度】　effective porosity　岩样中相互连通的孔隙的总体积与岩样总体积（视体积）的比值。其表达式为：$\phi_e = \frac{\sum V_{ep}}{V}$ 式中 V 为岩样的外表总体积（视体积）；$\sum V_{ep}$ 为岩样中相互连通的孔隙的总体积。

【流动孔隙度】 dynamic porosity，flowing porosity 又称流动孔隙率。岩石中流体能够流动部分的孔隙体积与岩石总体积之比。用百分率表示。$M1=\frac{\sum V_1}{V}\times 100\%$

式中 M1 为流动孔隙率，$\sum V_1$ 为能够流动液体的孔隙体积之总和；v 为岩石体积。流动孔隙度与有效孔隙度不同，岩石中互相连通的有效孔隙□不一定都是流体能够流动的部分。例如，岩石内互相连通的孔隙太小，由于毛细和超毛细作用，流体不能全部参予流动，甚至可能根本不能流动。这种不能流动的孔隙不能算入流动孔隙度。

【裂缝密度】 fracture density 单位距离内发育的裂缝数目。用条/米数表示，以反映岩石中裂隙发育程度。

【裂缝强度指数】 fracture intensity index 一种反映岩石中由裂缝引起的孔隙度发育程度的参数。以 FII 表示。$FII=V\phi_t=\frac{\phi_t-\phi_b}{1-\phi_b}$;

式中 V 为破裂－裂缝系统中总孔隙体积的分数：$V=\frac{V_f}{V_f+V_b\phi_b}$

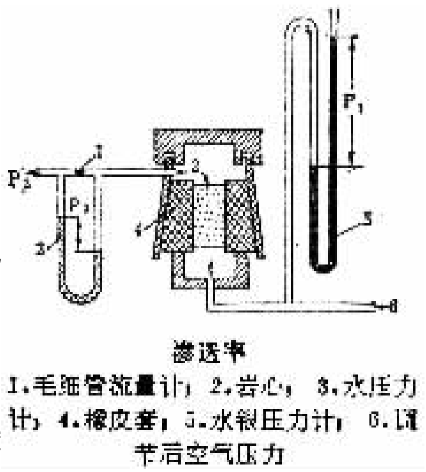
式中 V_F 为破裂－裂缝系统的总体积；V_b 为块体或基质的总体积；ϕ_t 为总孔隙度；包括块体孔隙度和裂缝孔隙度；ϕ_b 为块体或基质孔隙度。在某些储集岩中，FII 值可以用自然电位、电阻或感应测井资料加以确定。

【断层靠近指数】 fault proximity index 眼到达断面的横向距离，以 FPI 表示。它是在一已知地区内求出断层面以外不同距离处的裂缝强度指数，找出它们之间的函数关系后，推广到相邻地区。

【渗透率】 permeability 衡量流体在压力差下通过多孔隙岩石有效孔隙的能力的一种量值，以 K 表示。它是根据达西公式确定的。$V=\frac{V_f}{V_f+V_b\phi_b}$

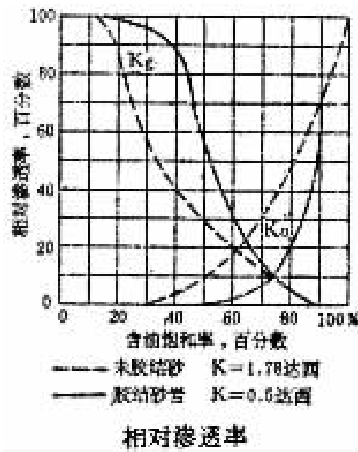
式中 Q 为液体通过岩石的流量（厘米^3/秒）；μ 为液体的粘度（泊）；L 为液体通过岩石的长度（厘米）；F 为液体通过岩石的横截面积（厘米$_2$）；t 为液体通过岩石的时间（秒）；ΔP 为通过岩石两端时的压力差（P_1-P_2）（大气压）；当以上各值为 1 时，则其渗透率即为 1 达西。实用中多采用千分之一达西，即以毫达西为单位。若通过流体为气体时，则应用下列公式：式中，Q_2 为通过岩石出口处的气体流量；P_1 为岩石入口处的气体压力；P_2 为岩石出口处的气体压力；这种在单 $K=\frac{Q\cdot\mu\cdot L}{F\cdot t\cdot \Delta P}$ 相流体通过岩石所测得的渗透率叫绝对渗透率。但是在自然界中，岩石中往往存在两相（油－气，油－水或气－水）甚至三相（油－气－水）流体□存。此种情况下，岩石对任何一种流体的渗透率称为相渗透率或有效渗透率。

【有效渗透率】　effective permeability　油层中有油－水或油－气－水等多相共存时，岩石对其中任何一种相（油或气或水）的渗透率称为这个相的有效渗透率（或相渗透率）。其符号一般用 K_o、K_g 和 K_w 来表示。有效渗透率除了和岩石本身的特性有关外，还和流体的性质、数量、饱和度有关。研究有效及相对渗透率，对于了解油藏中的驱油机理，控制油水或油气边界的均匀推进，合理开发油气田有重要意义。



渗透率
1.毛细管流量计；2.岩心；3.水压力计；4.橡皮套；5.水银压力计；6.调节后空气压力

【相对渗透率】　relative permeability　有效渗透率与绝对渗透率的比值，用分数表示。它和有效渗透率一样，相对渗透率的大小不但和岩石本身的性质有关，而且和岩石对不同流体的润湿性以及油、气、水各相流体饱和度有密切关系。如图所示，可以看出，当油的饱和度降到一定程度后，它就不再流动了。这种现象对于油田合理开发意义重大。



相对渗透率

【卡赞－卡尔曼方程式】　KozenyCarman equation　一种表示岩石渗透率（K）与孔隙度（φ）和岩石比面（S）之间关系的公式。式中 λ 是个常数。

$$K=\lambda\frac{\phi^2}{(1-\phi)^2S^2}$$

【流体饱和度】　fluid saturation　又称油气水饱和率。是油、气、水在有效孔隙中所占的百分数，其公式为：

$$S=\frac{\sum V_1}{\sum V_m}\times 100$$

$\sum V_m$ 为岩石中有效孔隙总体积；$\sum V_1$ 为流体，包括油、气、水的总体积。

【含油饱和度】　oil saturation　油层有效孔隙中含油体积和岩石有效孔隙体积之比

(以百分数表示)。其公式为:

$$S_o(\%) = \frac{V_o}{V_p} \times 100$$

式中 S_o 为含油饱和度(%);V_o 为油层岩石有效孔隙中的含油体积;V_p 为油层岩石的有效孔隙体积。确定含油饱和度的方法主要有:①油基泥浆取心,测定岩心残余水饱和度 S_w,$1-S_w$ 即为含油饱和度;②利用测井(电阻法测井)资料求出地层真电阻,查有关图版,确定其含油饱和度;③高压密闭取心(此法因下井仪器复杂,用的不多)。在实际中精确测定含油饱和度值是比较复杂的。

【残余水饱和度】 irreducibie water saturation 又称共存水饱和度、束缚水饱和度或"不可再低"含水饱和度。在油、气藏内部的储集层的储油、气孔隙中,除了石油和天然气外,还含有一定数量的水,这部分水是油,气聚集后残留下来的,故称残存水。由于它通常牢固地吸附在颗粒表面,又称束缚水。"不可再低"是在天然条件下无法排除的意思。这部分水所占孔隙体积的百分数即为残余水饱和度。它计算储量和研究油、气、水的相对渗透率上具有重要意义。由于准确地确定油层的含油饱和率存在技术上的困难,有时可以测定残余水饱和度($S_水$),并用 $1-S_水$ 去推算含油饱和度。

【比面】 specific surface 单位体积岩石内颗粒的总表面积,或者单位体积岩石内总孔隙的内表面积,用 S 表示,其单位为厘米²/厘米³。

$$S = C\frac{6(1-\phi)}{100}\sum_{i=1}^{n}\frac{G_i}{d_i}$$

式中 ϕ 为岩石孔隙度,G_1 为第 i 组分颗粒的重量百分数,由粒度分析求出;Ld_i 为第 i 组分的颗粒平均直径,厘米;C 为考虑到颗粒□非球形的较正系数,由实验确定,一般可取 1.2—1.4。式中颗粒平均直径 d_1 的确定因分析方法而异,当采用筛析法时,则:

$$\frac{1}{d_i} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{d_i'} + \frac{1}{d_i''}\right)。$$

式中 d_1' 及 d_1'' 分别为相邻两个筛子的筛眼直径。当采用沉降分析法(用于比最小筛孔还细的组分)时,可采用斯托克斯(Stokes)公式计算,即

$$V = \frac{g}{18v}\left(\frac{\rho_1}{\rho} - 1\right)1^2$$

式中 V 为直径为 d 的颗粒在密度为长 ρ 的液体中的沉降速度;g 为重力加速度;v 为液体的动力粘度;ρ_1 为颗粒密度。比面是个很重要的参数。岩石的比面越大,它对流体的吸附能力越大,其渗透率越低。

【润湿指数】 wettability index 表示岩石亲水还是亲油的一种指标,用 W 表示。

式中 θ_{wo} 及 θ_{og} 分别为岩样中水与油和油与空气之间的接触角;P_{TWO} 和 P_{Tog} 分别为油进入已饱和了水的岩样和空气进入已饱和了油的岩样的仪器阀压;σ_{og},及 σ_{wo} 分别为油

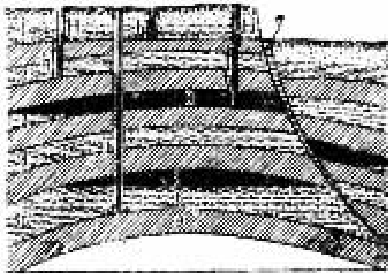
$$W=\frac{\cos\theta_{wo}}{\cos\theta_{og}}=\frac{P_{Two}\sigma_{og}}{P_{Tog}\sigma_{wo}}$$

–气及水–油两相界面上的界面张力。具体作法是取两块性质相同代表同一地层的岩样，一个饱和以油并用空气去排替它，记录空气开始进入孔道的阀压 P_{Tog}；另一个饱和以水并用油去排替油，记下油开始替驱水的阀压 P_{two}。σ_o 及 σ_{wo} 可据油、水、空气的性质查表得出，由此求得 W 值。当 W≈0 时，为亲油岩石；当 W≈1 时，为亲水岩石。

【孔隙结构】 pore structure 储油岩的孔隙结构是个极重要的性质，它影响到储存油、气的能力、产油能力、驱替效率、石油采收率等。然而，由于孔隙结构十分复杂，目前还没有一个全面表达孔隙结构的参数，而主要是研究孔隙大小及其分布。

【贾敏效应】 Jamin effect 一种阻力效应。油中气泡或者水中的油滴由于界面张力而力图保持成球形。当这些气泡或者油滴通过细小的孔隙喉道时，必须拉长□改变自己的形状，这种变形将消耗一部分能量，从而减缓了运动，增加了额外的阻力即称贾敏效应。

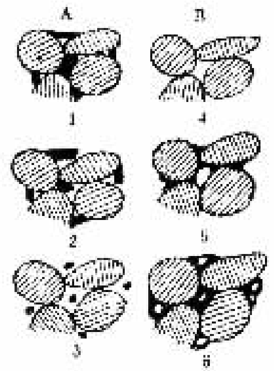
【油田水】 oil–field water 油、气藏中的水。油田水按其成因可分为：原生水、雨水（或天水）、混合水。原生水为沉积物沉积以来封存下来的水，它的水质已经发生了巨大变化，含盐量很高，富含氯化钠。雨水为由降雨和地表水渗入地层内的水，其特征是含有碳酸盐、重碳酸盐和硫酸盐。混合水是上述二种水的混合。油田水按其在岩石颗粒间孔隙内的产状分为自由水和隙间水（或间隙水）。自由水是可以自由流动的那部分孔隙水，一般产于孔隙的中央部分，它们可以向任何低压区流动。因而，在油气的运移聚集以及油气藏开发中起重要作用。隙间水是吸附在颗粒表面的那部分水。



油田水
1. 非承压水；2. 油层上承压水；
4. 油层下承压水；3.5. 边水；
6. 底水；7. 裂隙水；8. 油；
9. 泥炭页岩；H. 液面深度；h. 压头

【隙间水】 interstitial warer 又称间隙水、吸附水、束缚水、残存水。储集岩的孔隙中吸附在岩石颗粒表面的水，或者受毛细管力而吸附在细小的毛细管孔隙或缝隙中的水。在一般的情况下，这部分水是排除不掉的。在油藏和气藏的含油、气部分，油和

气占据了储集岩孔隙空间的中心部分，其外围则为隙间水所占据。它们是油、气聚集过程中残留下来的原生水，油层物理中称之为残余水饱和度。它的饱和率最高可达 50% 以上，一般也在 10% 以上，其大小随岩石的粒度、分选性、孔隙大小、岩石颗粒的润湿性而定。隙间水的存在对油气藏的形成和开发有重要影响：①隙间水的存在会降低油、气的有效渗透率；②降低储量；③隙间水与油、气、岩石之间造成一种复杂的物理化学平衡状态。当采油或钻井打破这种平衡时，可能发生复杂变化，如粘土的膨胀（堵塞孔隙）、隙间水中溶解的盐类析出□混入油中一同产出、天然气水合物的形成等等；④影响电测井解释的准确性等。图示油水在颗粒间隙中分布状态。



隙间水
A. 亲水砂岩；B. 亲油砂岩；1. 油呈连续网格状；2. 油水均呈连续网格状；3. 油呈孤岛状；4. 水呈连续网格状；5. 油水均呈连续网格状；6. 水呈孤岛状

【油层水】 oil strata water 存在于含油层中的地下水，根据它在油层中的位置又可分为边水和底水。

【边水】 edge water 油气藏的含油气边界以外的水。参见“油田水”。

【底水】 bottom water 在油气藏中从下面托着石油或天然气的水。特别是在储油层巨厚而闭合差较小的条件下，底水最发育。参见“油田水”。

【地层原油物性】 physical properties of reservoir – oil 简称高压物性（PVT）。是石油在地下油层的压力、温度下的物理性质。其内容包括：油层原始饱和压力、原始油气比、地层原油粘度、溶解系数、压缩系数、地层原油密度、原油体积系数等。这些物性参数是研究油田驱动类型、确定油田开发方案、计算油田储量、选择油田生产制度等方面所必需的基本依据。高压物性参数是在关井测静压力后，用小油咀开井，排出井底死油，然后放入高压物性取样器，在油层中部取出新鲜油样，经化验室的专门设备试验分析得出的。

【体积系数】 volume factor，volome ratio 亦称原油体积系数或原油的地层体积因子。指一定体积的地下（油层状态下）原油和将它拿到地面标准状态下由于脱气和压力、温度改变后的石油体积之比，由于溶解气量通常较大，它所造成的体积增大最多，温度升高造成的体积增加次之，而压力增加造成的体积缩小很小，所以石油的体积系数均大于一。体积系数是计算油、气储量时的参数之一，其数据通常是利用高压物性取样求得，也可用计算方法求得近似值。

【石油收缩率】 shrinkage of oil 液体石油因溶解气析出和液体的冷却而引起的体积减小率，用百分数表示。它可以是地面原油体积的百分数，也可以是油藏原油体积的百分数。

【收缩因子】 shrinkage factor 石油采到地面后所引起的体积收缩的一个参数。它

为石油体积系数（或石油的地层体积因子）的倒数。用米$^3_{地面原油}$/米$^3_{地下原油}$表示。

【天然气压缩因子】　compressibility factor of gas，deviation factor of gas　又称偏差因子，把理想气体定律用于实际气体时必须考虑的一个校正因子，又称偏差因子，用 Z 表示。用以表示实际气体受到压缩后与理想气体受到同样的压力压缩后在体积上的偏差。理想气体定律为：

$$PV = nRT$$

式中：P 为绝对压力；V 为体积；n 为克分子数；R 为通用气体常数，T 为绝对温度。当用于实际气体时，必须加入校正因子 z，上式变为 PV = ZnRT. 任何气体在绝对压力为零时，无论它所处温度多高，其压缩因子均等于 1，即满足理想气体定律。但是随着压力的增高，开始出现偏差。对于大多数气体来说，开始是压缩因子值降低，小于 1；随着压力的继续增加，压缩因子值升高，□超过 1。如 60°F（15.5℃）的干气（甲烷为主），在大气压力下 Z = 0.998，近似于 1。2000 磅/英寸^2（绝对）（140.6 千克/厘米^2）时，Z = 0.63；而在 10000 磅/英寸^2（绝对）（703.1 千克/厘米^2）时，z = 1.58。这样大的偏差，对于储量计算，产量计量、油气田开发有着重大影响。

【对比压力】　reduced pressure　又称折算压力。一个气体系统（如天然气或者甲烷）中的压力（P）与本系统的临界压力 P_c（或假临界压力 P_{cm}）的比值。以 P_r 表示，

$$P_r = \frac{P}{P_c} 或 P_r = \frac{P}{P_{cm}}。$$

【对比温度】　reduced tentperature　与对比压力相对应的温度比值，以 T_r 表示。

$$T_r = \frac{T}{T_c} 或 T_r = \frac{T}{T_{cm}}。$$

式中 T_c 为气体临界温度，T_{cm}为假临界温度。

【对比体积】　reducedolume　又称折算体积。指 1 摩尔真实气体在压力 P、温度 T 的体积 V_m 与本气体临界压力、临界温度下的体积 V_c 之比，即，

$$V_r = \frac{V_m}{V_c}。$$

【对应状态定律】　correspondingstates law　1873 年由 J. D. Van der Waals 提出的一种理论。这种理论认为：各种物质如果具有彼此相同的对比压力和对比温度，则称这些物质处于对应状态。各种气体处于对应状态时，它们偏离理想气体行为的程度常常相同。亦即对比压力、对比温度相同（即处于对应状态）的两种气体，其对比体积（或压缩因子）相等

【假临界温度】　pseudo - critical temperature　含多种烃类的混合天然气中各种成分的加权平均临界温度，以 T_{cm}表示，$T_{cm} = \sum_i y_i T_{ci}$。

式中，y_i 为 i 组分的摩尔分数。T_{ci}为 i 组分的临界温度。

【假临界压力】 pseudo－critical pressure 含多种烃类的混合天然气中各种成分的加权平均临界压力。以 P_{cm} 表示。$P_{cm} = \sum_{i} y_1 P_{cl}$，式中 y_1 为 i 组分的摩尔分数；F_{cl} 为 i 组分的临界压力。

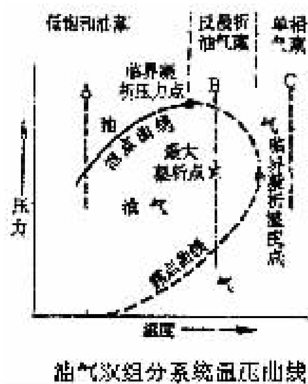
【临界凝析温度】 cricondentherm 一个成分给定的多成分系统，其汽相和液相可以平衡共存的最大温度。

【临界状态】 critical state 一种烃类系统的物理状态，在这种状态下，气液无法区分，共存的气相和液相的所有性质都变得没有差别。在这种状态下的温度和压力称为临界温度和临界压力。

【临界压力】 critical pressure 临界状态下烃类系统中的压力。

【临界温度】 critical temperature 临界状态下烃类系统中的温度。参见“临界状态”。

【油气双组分系统温压曲线】 ther－mobaric diagram of binary system of oil and gas 表示原油与天然气两种组分的混合物（成分比例不变）在不同压力、温度条件下相态变化的理论曲线。图中 A、B、C 为假定的三种不同油藏的状况。在 A 处，混合物在油藏中呈液态。在采液过程中，压力下降，一直到穿过发泡点曲线才开始有气体形成，□一直持续到地面压力、温度条件下，气体和液体两种相态在井口分离器中分离开。在 B 油藏中，由于温度超过了临界点，所以只含气相。采气过程中压力下降，当穿过露点曲线时液体开始形成，此时气体与液体并存。随后，液体含量随压力降低而增加，在最大凝结点时含量达到最大，而后液体含量又随压力降低而逐渐减少，待到压力再次达到露点压力时，则只剩下了气相。这种在恒温度下因减压而有液体出现和消失的现象叫作反凝析或逆凝析现象。具有反凝析现象的油气藏称为反凝析油气藏。在 C 处，储集层中的流体只呈气相，一直到达采出为止，□不因为压力降低而引起相态变化。



油气双组分系统温压曲线

【露点】 dew point，condensation point 烃类系统的一种特征状态。在此状态下，有无限少量的液相与气相平衡共存。亦即从气相中开始出现第一个液滴时的状态。露点条件下烃类系统的压力称露点压力。

【露点曲线】 dow point curve 地下流体开始从气相中凝析出液体的那条压力—温

度关系曲线。参见“油气双组分系统温压曲线”。

【反凝析现象】 retrograde condeusation 又称逆凝析现象。参见“油气双组分系统温压曲线”。

【饱和液体】 saturated liquid 在某一给定压力和温度条件下与气体相平衡的一种液体。如带气顶油藏中的油。

【饱和蒸气】 saturated vapor 在某一给定压力和温度状态下与液体相平衡的一种气体。如带气顶油藏的气顶中的气。

【饱和压力】 saturation pressure 气体与液体相平衡时的压力。泡点压力和露点压力都是饱和压力。但在油田开发中，通常指泡点压力。

【泡点】 bubble point 一个烃类系统（单成分或多成分）的特征状态，在此状态下，有无限小量的气相与液相平衡共存。对于溶有大量天然气的油藏油来说，就是出现第一个气泡时的特征状态。

【泡点压力】 bubble point pressure 一个烃类系统处于泡点状态时的压力。现场人员常把泡点压力称作饱和压力。油藏开发中应当尽量维持油层压力高于泡点压力，避免天然气析出。因为天然气在油层中析出会消耗能量、增加阻力、提高地下原油粘度，降低石油采收率。

【泡点曲线】 bubble－point curve 又称发泡点曲线。指地下油藏中溶解于石油中的天然气开始析出的那条压力—温度关系曲线。温度、压力在这条泡点曲线以上的油藏，是单相的不饱和油藏。落到这条发泡点上的油藏为饱和油藏。温度、压力低于发泡点曲线的油藏落入双相区内，为饱和的带气顶油藏或者是带有油环的气藏。



反凝析气的相态图

【凝析油】 condensate，distillate 又称天然汽油（natural gasoline）。由凝析气藏、油藏气顶、某些湿气藏采出的天然气中，因温度、特别是压力降低而凝析出的轻质浅色石油。其密度一般为 0.75—0.8 左右。其经济价值很高。我国的四川、华北、西北等地区的某些气田以及油田采出的天然气中都含有凝析油。

石油开采地质

【采油地质】 oil exploitation geology 又称开采地质。油气田投入生产后围绕着计算储量、增加产量、提高油气采收率等为中心而进行的地质工作。它除了继续深入认识

油层构造、储油岩及油气水的性质、定期核实储量外，更重要的是通过测试，掌握油井（及注入井）和油（气）层的压力、产量的变化，预测油层生产动态，为研究增产措施，制订生产计划，合理地配产配注，编制、修订和调整开发方案等提供地质依据。

【油（气）田开发设计】 exploitationproject of oil（gas）field 在油（气）田的含油（气）面积内，按照一定的开发井网、开发程序、开采方法将石油（天然气）采出地面全过程的工程总体方案。其主要内容包括：①划分开发层系，确定油层的开发组合和开发顺序；②选择合理的开采方式；③确定生产井和注入井（当需要注入时）的井网；④确定合理的井身结构、井底完成方法、编制射孔方案；⑤测算油井、水井的配产、配注及全油田年产油量、注水量，预测油田开发动态，提出稳产年限的作法和要求；⑥编制油田地面建设方案（集输和计量的流程和设施等）。油气田的开发方案是在大量的地质研究、油层物理、地下水力学、油藏开发动态的数值模拟、钻井工程、采油工程，石油工业经济等综合分析的基础上作出的，大的油田还需要开辟生产实验区，以便在投入大规模开发前取得经验。即使这样，新编制的方案仍应留有应变的余地，以便在开发过程中，作适当的调整和补充。

【采油】 oil produotion 将油气采到地面的工艺过程。开采石油主要依靠油层压力，井底和井口间的压力差。石油采出的方法有：自喷采油法、抽油法（包括抽、油井和无杆泵采油法）、气举采油法。除自喷采油法依靠地层的天然能量采油外，其它方法均属人工机械采油。还有一种坑道开采法，是开采浅油层的方法，其方法一般有二：一是像采煤一样将油砂采出来进行蒸馏，二是在坑道中打钻孔采油。

【试采】 producing test 从试油获得工业油（气）流的井中，选出一部分井，进行试验性的采油称为试采。试采的目的是为了取得油井在不同生产条件下的各项资料，确定油田的产油能力、压力变化和掌握生产变化规律，为编制正式开采的开发方案提供依据。

【试井】 testing of well 通过改变油、水井的生产制度，测试其产量和压力的变化，选择合理工作制度，并研究油层特征及动态变化，以指导油田开发的工作。目前常用的试井方法有稳定试井（系统试井）、不稳定试井（关井测压、水文勘探试井等）。

【系统试井】 systematic well testing 即稳定试井。使油井在不同的工作制度下进行生产，如改变油咀直径，改变抽油冲程，冲数，泵径，泵挂深度等，以研究不同压差下的生产特征，确定合理的工作制度。

【稳定试井】 well testing under steady withdrawal condition 即“系统试井”。

【不稳定试井】 well testing under unsteady flow conditions 又称“关井测压”。利用关井后，井底压力随时间变化的关系曲线，求得地层压力和油层参数（主要是渗透率值），以判断井底完善程度和分析、了解地层变化（如断层、不渗透边界等）。

【关井测压】 shut－in pressure measuring 即“不稳定试井”。

【水文勘探试井】 hydraulic testing 利用井间干扰研究井与井之间的油层连通情况、导压情况等。方法是在一口井中改变工作制度，造成油层内激动，在邻近井测量其压力和液面变化数据，求得有关参数。

【油层压力】 reservoir pressure，formation perssure 油层内的流体压力。它可以从测定单位面积内流体对油井穿过的油层断面－上所加的力来计算。油层压力主要来源是测压点上方的水柱重量。此外油层上覆岩层、粘土的半渗透薄膜作用、油层温度变化、次生沉淀、地震、气圈和水圈的大变动等都能引起油层压力的变化。油层压力是驱使油层流体流动和喷出的动力。在油田开发过程中，油层压力的变化直接影响到产量，因此要采取各种措施（注水、注气等）来保持油层压力，以提高采收率。油层压力，一般以液柱上升高度来表示，其公式为：

$$P=\frac{H\cdot C}{10}$$

P 为油层压力（大气压）；H 为液柱上升的高度；C 为液体密度。一般用井底压力计，下入油层中部测得。不能自喷的油井，也可用测量井中液面上升的方法（每隔一定的时间，测一次液面深度）绘出曲线图，计算求得。油层压力在采油前后是变化的，因此又分为：油层原始压力、油层静止压力、油层饱和压力、油层流动压力。

【由层原始压力】 initial reservoir pressure 在未开采以前油层所具有的压力。通常在打完第一口探井或最初几口探井之后，关井使油层压力恢复平衡，然后把压力计放到井下油层中部测量取得。

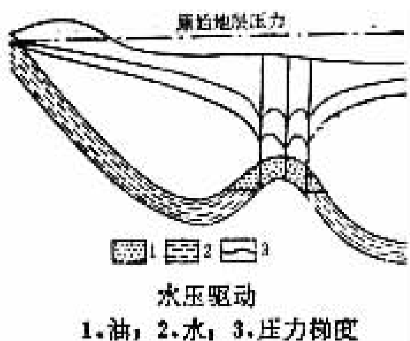
【油层静止压力】 static reservoir pressure，shut－in fcrmation pressure 在油层开采中间关闭油井一段时间，在这段时间内，井底压力便不断恢复上升，直到井底压力达到稳定，用压力计在油层中部所测得的油层压力称为油层静止压力或称油层静压力。这个压力，一般小于油层原始压力，因为随着油井的开采，油层压力是不断下降的，因此，某一时间的油层静压力又称目前油层压力。为了缩短关井时间和少影响产油量，目前多采用测压力恢复曲线的办法，计算求得油层静止压力。

【油层流动压力】 flowing pressuro of reservoir 简称流压。是在生产中的油井用压力计测得的油层中部的压力。流压等于井内液柱压力、井口压力（油管压力）和井内液体流动所损失的压力之和。油井的流动压力是随着静压的变化而变化的（如果其它条件不变），在没有能量补充的情况下，静压随着油井生产时间的增长而降低；流压也随之降低。经过注水、注气后，静压恢复上升，流压也上升。流压上升意味着油井自喷能力增大，它的降低反映油层能量消耗。为了保持流压，可以调整油嘴的直径。

【生产压差】 differential pressure 油层静止压力与井底流动压力之差。生产压差越大流量也越大。压差等于零时，表示没有产油能力。

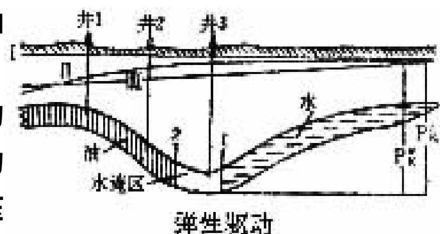
【油藏驱动】 oil reservoir drive 亦称油层驱动。在油层开发中的驱使石油流入井底的力量，即排油的动力。可以驱油的动力有岩石的弹性、油气水的弹性，水压头，溶解气的膨胀和油的重力。在开发过程中根据起作用的主要动力分为弹性驱动（以岩石及边水的弹性膨胀为主）、水压驱动（以边底水的压力为主）、气压驱动（以气顶的弹性膨胀为主）、溶解气驱动（油中溶解气的析出及膨胀）、重力驱动（石油自身的重力）以及混合驱动（以上驱动的混合）。石油的采出是岩石孔隙或裂隙中的石油被另一种流体（气或水）排替的过程。由于能源补充能力及替驱剂的洗油效率的差异，不同驱动方式的石油采收率有很大差异，一个油藏究竟取什么驱动方式，一方面要看天然动力的来源及其大小，在很大程度上还决定于储油层性质、油质、开发速度以及开发方式。

【水压驱动】 water drive 油藏驱动方式的一种。排油的主要动力是边水或底水的压力。造成这种驱动的条件是水源补给充沛，油层的连通性和渗透性良好。边水和底水的压力也可以成为气藏的重要动力。然而，由于气藏的产量通常很高，要形成纯水压驱动比较困难。



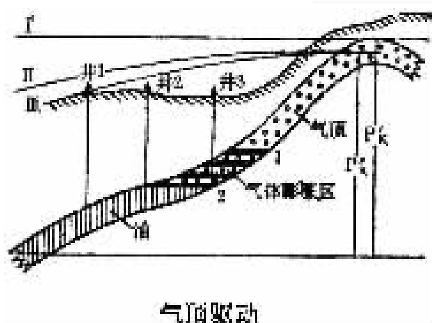
水压驱动
1.油，2.水，3.压力梯度

【弹性驱动】 elastic drive 油藏驱动方式的一种。排油的主要动力是打开油层后地层压力下降所引起的边水的弹性膨胀，其次是储油岩石和油藏中油的弹性膨胀。



弹性驱动

【气顶驱动】 gas cap drive 油藏驱动方式的一种。依靠气顶压力排油的驱动。在有气顶存在的油气藏内，气顶中游离的天然气在地层压力下呈压



气顶驱动

缩状态，当油藏钻开时，井底压力降低，气顶发生膨胀，气、油接触面向含油部分推进，从而把石油排挤到井底。在开采气藏时，靠气体压力将天然气排向井底，称为气驱

动，而不叫气顶驱动。这种驱动的特点是气藏压力下降较快。

【溶解气驱动】　solution gas drive　油藏驱动方式的一种。靠溶解气的弹性膨胀力排油的驱动。在油藏中，天然气全部或大部分溶解在石油里，当钻开油层或开采时，油层压力降低，井底附近的溶解气便呈分散的微小气泡从石油中逸出，并随压力降低而逐渐增加其体积，依靠此种气体的弹性膨胀能力排挤和携带石油流向井底。

【重力驱动】　gravity drive　油藏驱动方式的一种。油层中石油仅靠本身重量（即重力）沿着油层倾向下移而流向井底的驱动。当含油构造被破坏或石油已经大量采出油藏接近枯竭的油田中，地层压力、溶解气等能量都已消耗，这时石油重力驱动就成了仅有的动力。重力驱动，只有当油层渗透较好，石油粘度较低，油层倾斜较陡时，才起明显作用。

【动力驱动】　dynamic drive　又称地应力驱动。在构造应力作用下，使油气集中、运移和储集的驱动作用。地质力学认为生油岩系中形成的石油呈星散状分布，当受到某种力量的驱动时，才促使其集中、运移和储集，在有利的构造部位形成油田。在岩层中的油气水等流体的运移应直接受使岩层产生形变的地应力支配，在强烈的地壳运动期内，地应力驱动作用较重力驱动明显，油气从应力高的部位向应力低的部位迁移。在习惯上地质力学把重力均衡驱动作用称作“油气静力驱动”。把地应力驱动称作“油气动力驱动”。

【混合驱动】　combination drive，mixed drive　即混合动力驱动，亦称联合驱动。一般在油藏或气藏中只有一种驱动的情况较少，多数都是两种或多种方式联合作用驱动油、气。有些油藏既有边水又有气顶，在采油时这两者就会同时发生驱动作用。有些油藏虽然只有边水或气顶，但采油时某些地段由于压力已经降到饱和压力以下，就会出现溶解气驱动，使驱动变为混合驱动。混合驱动的涵义还表现在，油田随开采过程的不同，采油阶段的采油条件的不同而改变着驱动方式，即在一个采油阶段中以一

两种驱动方式为主，而在下一个采油阶段又可能转变为另一、两种驱动方式为主。有时混合驱动是人为造成的，为了提高采收率，常施行注水，注气，把效率低的驱动方式变成效率较高的水驱和气驱的混合驱动。

【气藏驱动】　gas rservoir drive　亦称气层驱动。驱使气体流入井底的力量，即排气的动力。按驱使动力可分为：气压驱动、水压驱动、混合动力驱动。

【分层配产配注】　根据油层物性，原油物性及开采现状等情况，通过一定的理论计算，分别制定出各个油层的采油量和注水（气）量，这些工作称为分层配产、配注。这是提高注水开发油田采收率和实现高产、稳产的措施。分层配产、配注是通过安装井下封隔器、并调整油层及井下油咀和水咀的大小来进行的。在注水压力相同的条件下，根据油井分层生产油量及压力消耗需要情况，进行分层配水，以求井组和分层注采平衡

以及水线均匀向前推进，尽可能地避免水串、水淹、产生死油区和层间干扰，以提高油田采收率和实现油田较长时期的高产、稳产。

【采油速度】 为一个独立的油田（或区块）的年采出油量与地质储量（或可采储量）之比值，以百分数表示。

【采出程度】 油田在某时间内的累积采油量与地质储量之比值，以百分数表示。

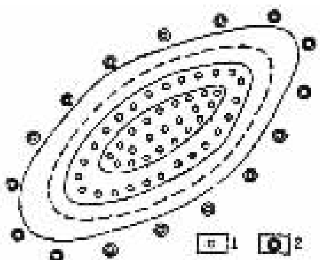
【采收率】 recovery factor 在现代技术和经济条件下可能采到地面的石油数量与油藏中原始石油地质储量的比值。其值总是小于1。采收率的高低既与油田的构造形态、油层纵横向上的连通性和均一性、油层的渗透率、油层中流体的性质、油藏的驱动方式等地质因素有关，也和井网布置、产量分配、开采速度是否合理，是否采用注水、注气等人为影响油层的措施，以及各油井的开采工艺水平等人为因素有关。目前，各种油藏的石油采收率变化范围，大致是从溶解气驱动油藏的15%左右到水压驱动（或者注水开发）油藏的80%左右。如何在保持一定产量的情况下提高采收率，始终是油田开发中最关键的问题，就平均水平来说，世界上的石油采收率还是很低的（美国曾作过统计，其平均值大约为34.2%），因此，各国竞相研究提高采收率的措施。边缘注水、顶部注气、切割注水、面积注水、面积注气等开发方法（二次采油法），就是在这种形势发展起来的，有些已经不是二次采油而是从一开始开发就付诸实施。近年来，国外大力开展三次采油法的研究，以期把采收率提高到更高的水平。

【二次采油】 Secoudary recovery 一般指在依靠天然能量开采已经接近枯竭的油田所采取的强化开发措施。目的是提高产量和石油采收率。方法主要是注水（边外注水、轴线注水、切割注水、面积注水）和注气（顶部注气、面积注气等）。随着科学技术的发展，很多油田从开始开发或者在开发早期，就采用了注水、注气等二次采油法。

【早期注水】 early - stagewaterflooding 对新发现的油田从一开始或者开发的早期就对油田施行注水，以保持油层的压力的采油方法。注水的方式因油田而异。对于面积较小的油田，采用边外注水，面积大的油田，采用边外注水与轴线注水相结合的办法。也可以采用切割注水的办法，把油田分为若干区块进行开发，我国大庆油田就是采用早期切割注水的办法开发的，它维持了很长时期的高产。

【注水】 water injection，water flooding 为提高油田采收率和达到稳产、高产的目的，由地面通过注水井，将经过净化的水注入到油层中，以补充和保持能量的措施。注水方式一般有边外或边缘注水，内部切割注水，面积注水等。注水的水质，含铁量及机械杂质要合乎要求，要有一定的化学稳定性，良好的洗能力和腐蚀力小等特点。我国油田多采用注水开发方式。

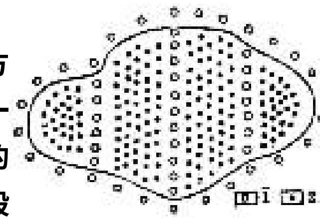
【边缘注水】 peripheral flooding **或称边外注水。即**
含水带附近的注水加压方法。



边缘注水
1.生产井，2.注水井

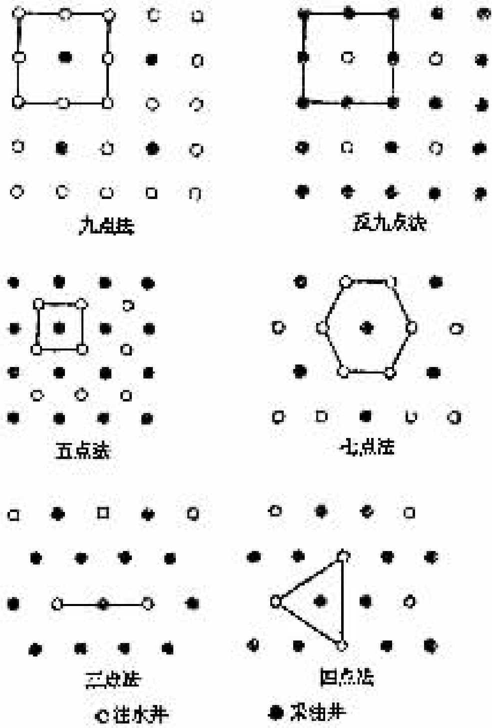
【内部切割注水】 **注水井和生产井成排相间分布，通常两排注水井间隔三排或更多排采油井，把油田分成若干切割区的注水加压办法。**

【行列注水方式】 linear flooding pattern **即内部切割注水。依一定井距，沿直线布置若干注水井，把油田分割成若干区块，进行注水开发。注水井与采油井成平行排列，两排注水井之间夹三排或更多排采油井，组成一个单独的开发区。**



行列注水方式
1.注水井，2.生产水

【面积注水】 areal looding pattern **一种二次采油方式。在均匀的、几何网状布置的采油井之间，均匀地布置一定几何网状的注水井□进行注水，从而维持或者提高油层的压力，提高被注水井包围的生产井的产油量。面积注水一般适用于面积小、形状不规则、渗透性差的油层。面积注水的井网有四点、五点、七点、九点等方式。**



面积注水井网示意图

【四点布井】 four spot pattern **进行面积注水和面积注气时布井方法的一种。即**

按三角形布井，其顶点为注入井，中心为生产井。

【分层注水】 separating water injection　用油层封隔器将不同性质的油层分隔开来，对各个油层分别施行注水。对不同渗透性油层，进行分层注水和分层采油，可以有效地克服“单层突进”和改善开发效果。

【注水（气）井】 injection well　在油田开发过程中，为保持地层压力或恢复地层压力，常常需要在油田的边缘或内部钻井注水（或者在油藏内部注气），这种专门用于注水（或注气）的井，称为注水（气）井。

【生产井】 producing well　习惯上是指专门为开采石油和天然气而钻的井或者由其它井转为采油、采气的井。但是广义上的生产井，还包括为开发油气田而钻的注水井、注气井、观测井等。

【注采比】 injected water（gas）－oil ratio，input water（gas）－oil ratio　表示配注关系的比值。采出油 1 米^3 与所注入水的方数之比。这一比值反映出注水量与出油量之间的平衡关系。1∶1.2 即表示采出 1 米^3 油需配注 1.2 米^3 水。

【单层突进】 breakthrough along individual layer　在油田开发过程中，油井中个别油层过早见水的现象。油井个别油层过早见水的原因是由于各个油层的物理性质不同所引起的。水在渗透性差的油层中走得慢，而在渗透性好的油层中走得快，结果造成高渗透油层的“单层突进”。单层突进会造成水率和产量下降。采用分层注水的办法和相应的一些措施，可以有效地解决油井过早见水的问题。

【注水压力】 water injection pressure　注水井井底的压力。这个压力的大小决定于注水量的大小。在现场求此值的方法是将注水井井口的压力加上相当井深的水柱压力。

【注水指数】 water－injection index　又称吸水指数或吸水系数。它表示压差（注入压力与地层压力之差）为一个大气压时，每天注入地层的水量。它的单位是米^3（或吨）/大气压·日。从物理意义上看，它表示岩层的吸水能力。注水指数越大，表示岩层的吸水能力越好。

【驱油系数】 displacement efficiency　又称水驱油效率，水替驱系数。表示水洗油的效率。它是指水淹层内原始含油饱和度（S_{oo}或者 $1-S_{wb}$，S_{wb}为同生水饱和度）减去残余油饱和度 S_{ro}之差与原始含油饱和度 S_{oo}的比值，即；

$$E_d = \left(1 - \frac{S_{ro}}{1-S_{wb}}\right)\%$$

$$= \frac{S_{oo} - S_{ro}}{S_{oo}}\%$$

【扫油面积系数】 sweep area effi－ciency　又称水淹面积系数。油田注水开发时，已被水淹的面积与控制面积之比值，以百分数表示。

【波及系数】 coverage efficiency　注水开发油田的水淹孔隙体积与原始孔隙体积之比值，以百分数表示。又称体积波及系数。

【注气】　gas iniection　为提高油田采收率，将气体（天然气或空气）通过注入井注入到油层中，以补充和保持油层能量的措施。常用的方法有顶部注气和面积注气两种。注气法的发展趋向是注入湿气、液化气和二氧化碳气。以便在增加驱油动力的同时，造成混相驱动或改善油的流动性能，提高采收率。

【顶部注气】　crestal gas injection　注气方法之一。即在油田开发期间向油层顶部注气，使油藏在开采过程中能量不断得到补充。

【面积注气】　dispersed gas injection　注气方法之一，属二次采油法，用于油田开采末期，目的在于采出近于枯竭油田中的残存油。面积注气井的布置与面积注水井的布置相同。

【油气比】　gas－oil ratio（GOR），gas factor　从油井中开采单位重量（或体积）原油与同时采出的天然气体积之比。单位为米^3/吨或米^3/米^3。油气比又分原始油气比和目前油气比。

【原始油气比】　initial gas－oil ratio，original gas－oil ratio　又称原始溶解油气比。油层在原始状态下溶解在单位重量或体积的原油中的天然气量。即在这个条件下的天然气溶解度。

【目前油气比】　又称开采油气比、生产油气比。油层在开采过程中，从油井中每采出一吨（或1米^3）原油与同时采出的天然气量（米^3）之比，称目前油气比。目前油气比的数值大于在当时条件下的地下原油的溶解油气比。因为它除了采出溶解气之外，还采出了附近原油析出的气体部分。这种天然气的析出，是天然能量的无功损耗。在油田开发过程中，应当控制油气比值，使之不要过高，以便充分利用溶解气的能量，提高石油采收率。在油田开发分析和储量计算中还用到累积油气比一词，它是指累积采气量（米^3）与累积采油量（吨或米^3）之比值。

【油井干扰】　interference of oil wells　又称井间干扰。油井间的流体压力变化和其相互影响。油藏是一个统一的流体动力系统，在这个系统内，整个含油和含水地区，都是互相联系的。任何一口井的压力变化都要传给整个油藏，从而影响其它井的产量和压力。

【泄油半径】　drainage radius　依靠天然或人能量使油井周围一定面积内的原油流入井内，这个含油面积称为油井的泄油面积。此面积的边缘到油井中心的距离称作油井的泄油半径。在油层连通的情况下，一般认为泄油半径等于两口生产井之间距离之半。

【压井】　well loading　为防止井喷所采取的措施。通常采用的压井办法是增大泥浆密度。将增大了密度的泥浆注入井内，使井内泥浆液柱的压力稍大于油层压力。压井要做到“压而不死”，既要把井压住，不造成井喷，又不要将油层压死。因此，应注意选择适当密度的压井液。目前，对高压井的压井，主要用循环压井的方法。其方法有正

压法和反压法。正压法是将压井液（一般为密度 1.2 的泥浆）从油管泵入，再由油管和套管之间的环形空间返出，不断循环，将井内稀释的泥浆排出，将井压住。反压法是将压井液从油管和套管之间的环形空间泵入，再由油管返出，不断循环，将井内稀释的泥浆排出，将井压住。

【防砂法】 protection from sand 在采油过程中防止砂堵的措施。由于油层的含油岩石孔隙大、胶结差，原油稠时就容易使油层中的砂子和油、气一同流入井内（称为出砂），当油、气沿着井筒上升的速度不能完全把砂子带出井口时，井底将会造成堵塞。防砂法一般可分为：机械防砂法（在油层部位安装滤砂管）和人工井壁防砂法（在井壁上用人工办法制造滤油屏障）。一般均采用后者。

【脱硫】 desulfation 脱除天然气中所含的硫。天然气中常含有硫化氢（H_2S），它对气井，管道以及使用天然气的机器都有腐蚀作用，□且有毒。当用天燃气作日用燃料时，含硫量不得多于 0.0014%，一般生产出的含硫天然气必须进行脱硫。脱硫方法主要有两种：①干法脱硫，用金属氧化物与天然气接触，使它与天然气中的硫化氢作用，而达到脱硫的目的；②湿法脱硫，用液体脱硫剂与天然气接触，如果天然气中硫的含量较多时，必须进行回收，作为工业原料。

【结蜡】 paraffin deposit，paraffin troubles 蜡从原油中析出并凝结于井壁的现象。当含蜡原油流经井筒时，由于压力和温度降低便形成结蜡现象，使油管断面变小，以致堵塞，影响油井正常生产，甚至造成油井停产。

【清蜡】 poraffin removal 清除油井结蜡堵塞的措施。清蜡的方法有：安装刮蜡片的机械清腊法；利用玻璃的亲水憎油性以防止结蜡的玻璃衬管防蜡法；在油管内用涂防蜡的涂料油管法；利用电缆发热防蜡的电缆防蜡法，利用注入热油清蜡的热油循环清蜡法等。

【压裂】 hydraulic fracturing 又称水力压裂。一种改善井底附近油层渗透率，提高油井产量的增产措施。作法是通过压裂设备（主要是高压水泵）把高粘度压裂液在高压下挤入地层，造成新的或者扩大旧的油层裂缝。然后迅速挤入含有大量支撑剂的悬砂液（或携砂液），使这些细小而坚硬的支撑剂颗粒在除去外加压力后仍能支撑住已经压开的裂缝，以改善油井附近的油层渗透率，提高油井产量。所用的支撑剂可以是经过筛选的纯净石英砂、包有塑料外衣的核桃壳碎粒或者其它坚硬颗粒。压裂是人为改造低产油层的一种好方法。许多油田从一开始就采用它，甚至有些探井试油时也要压裂，以确定它们是否有工业价值。

【井下爆炸】 well shooting 一种油井增产措施。方法是把硝铵炸药、黄色炸药或者胶质炸药制成炸弹或炸药包，下到油层部位引爆，产生强烈气流冲击，使油层造成许多辐射状裂缝，并使井眼扩大，增加出油的截面积，从而提高油井产量。

【油层酸处理】 acid treatment of oil payzone 简称酸化。改造油层，提高油井产量和注水井注水量的重要措施之一。其方法是把酸液注入井中，挤入油层，与油层的岩石起化学作用，使其中一部分成份（主要是碳酸盐胶结物）溶解，形成许多大小不同的相互联通的空间或孔道，以提高油层渗透性能。常用的酸液有：盐酸、土酸。

【稠油降粘】 reduction of viscosity of viscous oil 为提高油井产量，使稠油粘度降低的措施。由于原油粘度过大或由于外界的影响（如油层温度降低或压力下降到饱和压力以下引起原油严重脱气），使原油的粘度增加，直接影响油井生产时，则需进行稠油降粘。降粘的方法有：蒸汽吞吐、掺稀油稀释、热油循环、热电缆、乳化、注入活性剂等。目前，在我国有些油田使用化学降粘的方法也取得很好的效果。

【三次采油】 tertiary oil recoveryvprocess 经过二次采油的油藏，再进一步采出残留石油的方法。T. M. Geffen，（1975）估计约有占原始储油量的 67%，尚残留在储集层内。为此，人们提出了各种提高采收率的方法。这些方法有溶剂驱动法，表面活性剂法、注入蒸汽法和地下燃烧法等。这些方法除注入蒸汽法已付诸实施外，其它方法尚未推广。

【表面活性剂法】 surfactant method 三次采油法的一种，即在驱动水中加入表面活性剂，减小油水间的界面张力，使残留油乳化并随注入水流动。但是实验结果不佳。为提高其效率，有人发明了一种乳化液，其粘度等于或大于石油，在地下与油混溶并形成段塞，后面用聚合物稠化水推动，稠化水之后为普通水。

【溶剂驱动法】 solvent drive 三次采油法的一种，即往油层注入液化石油气（丙烷至乙烷）形成段塞，用以溶解残留石油，改善它们的流动能力、后面用水或天然气（干气）作驱动剂，通过注水或注入甲烷，使段塞不断扩张，清洗残留石油。也有用 CO_2 代替液化气作为溶剂的。

【注入蒸汽法】 steam injection 三次采油法的一种，包括持续注蒸汽、周期性蒸汽浸泡、周期性注蒸汽（蒸汽吞吐）、注热水等法。它起着降低粘度、降低残留油饱和度、热膨胀、改善流度比、提高波及系数以及可能的水蒸汽对石油的蒸馏作用。注入蒸汽是目前最成功的三次采油法。

【火烧油层】 in situ combustion 三次采油法的一种，又称地下燃烧或就地燃烧。方法是在井下油层部位点火，通过注入空气维持油层中的燃烧□逐渐扩大燃烧前缘带的范围。在油层燃烧过程中发生复杂的物理和化学作用，概括为：①轻烃成分受热挥发□被排驱到燃烧带以外冷凝下来形成轻油带，起着溶剂驱的溶剂段塞作用；②石油受热裂化出一部分轻烃参加到上述轻烃成分中。重的部分和原油中原有的重成分是维持燃烧的主要燃料；③原油受热粘度降低易于流动；④燃烧中产生的水蒸汽、热水和 CO_2 都对油的采出有利。目前世界上已经有 100 多个油田作过这方面的现场试验。但均未大规模

投入开发。造成这种现象的原因是多方面的。包括对设备的严重腐蚀，维持地下燃烧并均匀扩展上存在技术上的困难等等。火烧油层的实施需要一定的条件：经济合算的地质储量、高而均匀的渗透性、油质不宜过轻等。实验室研究表明，火烧油层可使采收率提高到 90% 以上；现场试验表明，采收率可达 50% 。

地热地质学

【地热学】 geothermics 是研究地球的热现象和地热资源的学科。地热学的研究内容大体有二个方面，一是研究地球的热历史和热状态，即地球内热的形成和演变过程，热场的时空分布及其与地球内部和地壳运动的关系；二是研究地热的富集机制，即地热资源的形成和分布规律，勘探和开发方法以及利用的途径等，前者称理论地热学；后者称应用地热学。理论地热学是地球物理学的一个重要的分支，它在研究某些地球物理现象，研究海底扩张和板块移动等地球运动有重要作用。应用地热学除了研究地热资源以外，在解决矿山开采和地下工程等方面也有重要作用。地热学的研究方法包括温度测量、传导热流量测量以及地质体的热物理性质的测量等。由于地热学具有边缘学科的特点，所以它还广泛地采用地质学、地球物理学、地球化学、水文地质学和同位素地质学等学科的研究方法进行研究。

【理论地热学】 theoretical geothermics 研究地球的热历史和热状态的学科。参见“地热学”。

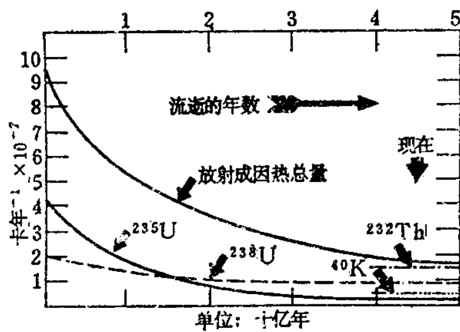
【应用地热学】 applied geothermics 研究地热能的富集机制和开发方法，利用途径的学科。参见“地热学”。

【地热】 geoheat，geothermals 地球内部所含有的热量，有时也泛指地热资源。矿井向深处掘进时，总是越来越热；钻孔越深，底部的温度也越高。地球在过去和现在，都有过岩浆活动；大量岩熔的喷出无疑说明地下某些地段存在熔融活动。此外地球表面普遍存在来自地球内部的热流，整个地球表面每年散逸到大气里的总热量大约有 2.6×10^{20} 卡。参见“地热资源”。

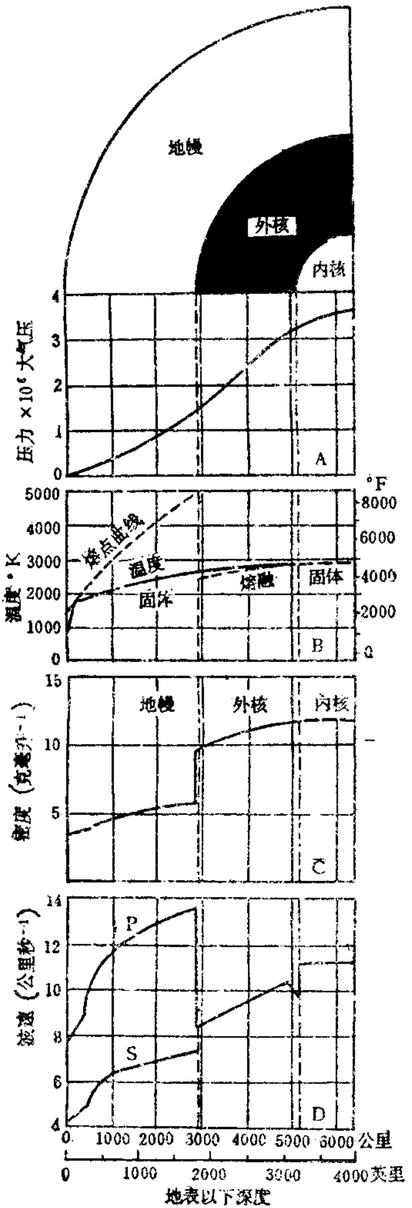
【地球热状态】 thermal regime of the Earth 即地球内部的温度状态，或地壳以下的温度状态。陆地上的平均地热梯度约每公里 25℃。大地热流现象主要受地壳和上地幔中 50—100 公里范围内热活动的控制，更深处的热状态，还只能根据地震、重力和大地电磁测深等地球物理方法，以及地球化学方法或借助于理论计算进行推论（附图）。根据地震资料得知，整个地幔是固体，因此，在地幔范围内的温度上限低于物质的熔点，但在 700 公里深处接近于熔点。外核物质处于流体状态，它的温度高于物质的熔点。由于温度在地幔和地核的界面上没有出现突然变化，因此外核的熔融现象可能是物质成分的变化。内核的温度，一般认为超过地幔温度 400—500℃。地心的温度不低于 2000℃，但也不超过 10000℃。关于地球内部温度分布的另一种推算结果是：100 公里

（上地幔顶部局部熔融开始）1100—1200℃；400 公里（上地幔橄榄石－尖晶石相变带 1500℃；700 公里（尖晶石－FeO、MgO，SiO_2 相变带，上、下地幔界面）1900℃；2900 公里（地幔地核分界面）3700℃；5100 公里（内、外地核分界面）4300℃；6371 公里（地心）4500℃。

【地球热（能）源】 terrestrial heat sources 驱动地球内部一切热过程的动力源。目前能够被实验所检知，并且确有可能构成地球热源的是放射性物质的蜕变热。地球上^{40}K、^{235}U、^{238}U 和^{232}Th 都有足够的丰度，其半衰期都可以和地球的年龄相比拟。地球化学研究表明，这些放射性物质在地球演化和分异过程中集中于地壳及上地幔顶部，在大陆地壳上部酸性岩浆岩（如花岗岩）中最为富集，而在基性、超基性岩（如玄武岩、橄榄岩、榴辉岩）中含量甚低，两者的热产率可差数百倍，如花岗岩为 818.0 $\times 10^{-8}$ 卡克$^{-1}$年$^{-1}$，橄榄岩仅 2.26 $\times 10^{-8}$ 卡克$^{-1}$，年$^{-1}$。1 克花岗岩中含有的钾、铀、钍每秒可以产生 2.6×10^{-13} 卡的热量，45 亿年内大约可以产生 5×10^{4} 卡克$^{-1}$的热量，如果地壳的花岗岩层厚度为 10 公里，则地球形成以后的热损耗都可以由花岗岩提供。但是地球的花岗岩层并不连续，而且海洋地壳又比大陆地壳薄得多，其放射性物质的含量也要少得多，因此地球内部热过程的热能应有多种来源。地球放射性热源中，除钾、铀、钍等放射性元素的蜕变作用外，还应考虑短寿命的放射性同位素对地球的初始加热所引起的作用。重要的短寿命同位素是^{235}U、^{146}Sm、^{244}Pu 和^{247}Cm 它们都具有足够的半衰期，能在地球最初形成后 10^{7}—10^{3} 年间对地球加热。据估计，这四种同位素在这个时间能够产



地球放射性热源



地球热状态

生出大约 20 倍于^{40}K 所产生的热量。

【大地热流量】 terrestrial heat flow 单位时间内流经单位面积地球表面的热能量，即：$\vec{q} = kd\theta/dz$〔卡厘米$^{-2}$秒$^{-1}$〕式中 k 为岩石热导率；$d\theta/dz$ 为地热梯度；q 为大地热流量，它是一个向量，在各向同性的均质介质内部的任何一个点，热流的方向总是垂直于温度恒定的某一个等温面。地球的平均热流量大约等于 1.50 ±0.15 微卡厘米$^{-2}$秒$^{-1}$，或者大体等于 1.5 个热流量单位（简作 1.5HFU），但不同构造单元的热流量也不一样：

前寒武纪地盾	0.92
前寒武纪后非造山区	1.54
前寒武纪后造山区	1.48
中－新生代造山区	1.92
大西洋底	1.43
印度洋底	1.44
太平洋底	1.71
北冰洋底	1.23
地中海	1.33
红海和亚丁湾	3.00
陆缘海	2.13
海沟	0.99
大洋盆地	1.28
洋脊	1.82

而海底和大陆的平均热流量大体相等。全球每年散逸到大气里的热量大约有 2.6×10^{20} 卡，大大超过火山和地震活动所释放的总能量。火成岩地区的最近热流量研究结果表明：在岩石的放射性热产率和地表的热流量之间存在线性关系。大地热流量测量是了解地壳上地幔内部热状态和热过程的基本途径，也是寻找无显示热异常区的重要手段之一。

【地热梯度】 geothermal gradient 通称地温梯度，又称地热增温率。指地球不受大气温度影响的地层的温度随深度增加的增长率。在实际工作中，通常用每深 100 米或 1 公里的温增值来表示地热梯度；在地热异常区，也常用每深 10 米或 1 米的温增值来表示地热梯度。地壳的近似平均地热梯度是每公里 25℃，大于这个数字就叫做地热梯度异常。近地表处的地热梯度则因地而异，其大小与所在地区的大地热流量成正比，与热流所经岩体的热导率成反比。因此，地热梯度的区域性变化可能来源于热流量的变化，也可能来源于近地表岩体的热导率的变化。地热梯度的方向一般指向温度增加的方向，称正梯度；如果温度向下反而降低时，称负梯度。热田钻孔穿透热水储集层以后，常常出现负梯度。地热梯度的倒数称地热增温陡度，或称地热增温级，其物理意义可以理解为温度相差 1℃ 时两个等温面的距离。

【地热增温陡度】 geothermal depth 地热梯度的倒数。详见“地热梯度”。

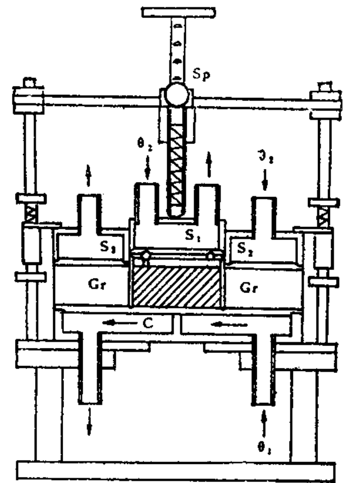
【岩石热导率】 thermal conductivity of rocks　表示岩石导热能力的大小，即沿热流传递的方向单位长度（1）上温度（θ）降低一度时单位时间（τ）内通过单位面积（S）的热量（Q）。按傅里叶定律，在热流量一定的条件下，通过热传导作用所流经的物质的热导率（K）与温度梯度成反比，可以下式表示：

$$K = Q/\frac{\Delta\theta}{\Delta 1} \cdot S \cdot \tau$$（卡厘米$^{-1}$度$^{-1}$秒$^{-1}$或大卡米$^{-1}$度$^{-1}$时$^{-1}$）。

岩石的热导率取决于岩石的成份、结构、形成条件、含水状况、温度和压力等。一般情况下，岩石的热导率随压力、密度和湿度的加大而增高，随温度的增高而减小，但地壳上部的温度和压力对岩石热导率的影响极小。对于各向同性的均质材料来说，热导率可以用一个单一的数值来表征；对于各向异性的非均质材料来说，热流向量和热导率很复杂。由于各种岩石都是由大大小小的颗粒组成的，这些颗粒大部分是晶体，其中不少晶体的对称性都比较低，因此岩石的无限小单元一般不能用各向同性均质材料所适用的简单关系来对待，但是当研究对象的体积足够大（与单个晶粒相比），如果和各向同性现象之间不存在大幅度偏差，就可以采用上述简单关系，如果岩石具层理、片理、叶理以及断层等，最好测定两个方向（平行和垂直层理）上的热导率。

【热导率测量法】 thermoconducytivit measurement　测量热导率的方法。岩石热导率基本上是在实验室内测量的，松散物质则可以就地测量。实验室测量有稳态法和瞬时法两种，稳态法较精确，但测量时间长；就地测量只能采用瞬时法。克吕兹贝格设计的稳态法测量装置如图。试件（岩块）S呈圆柱形，电热器H产生的热量应完全通过底面传给试件S，而不能有任何散热损耗，或从侧面传给试件，采用$S_{1、2}$和Gr就能满足这一要求。达到稳定态以后，试件的热导率为：

$$k = \frac{0.239\ I^2 Rh}{F\ (\theta_2 - \theta_1)}$$〔卡厘米$^{-1}$秒$^{-1}$度$^{-1}$〕



岩石热导率稳态法测量装置

S.试件；H.加热器；Gr.热屏蔽环；$S_{1、2、3}$.屏蔽加热器（θ_1）；C.冷却水套（θ_1）；S_p.加压试件用的顶针（据克吕兹贝格设计）

式中I为加热器H中的电流强度（安培）；R.为加热器的电阻（欧姆）；h.试件厚度（厘米）；F为试件的面积（平方厘米）；θ_2为试件底部温度（℃）；θ_1为试件顶部温度（℃）。试件顶底面要仔细抛光，要有良好的光洁度，加上轴向压力S_p，就可以尽可能地消除试件与加热器和冷却系统之间的接触阻力。稳态法较慢，但精度可以达到±2%。就地测量方法一般使用一根直径与长度比小于1∶30的探棒插入松散沉积物中，探棒里有一个电热器和测温用的热敏电阻。用已知并恒定的速率

加热探棒，记录其温升值。温升的大小是加热时间和周围物质热导率的函数。用温度相对于时间的对数作图，就可以得到测量数据的最简判读方法，也可以通过计算直接算出周围物质的热导率。就地法适用于深海沉积物、土壤、砂和冰雪等，其优点是能够测得原始状态下的热性质，但测量结果只能反映测量仪器周围物质的瞬时热状态。

【岩石热阻率】 thermal resistivity of rocks 岩石热导率的倒数称岩石热阻率，以厘米·秒·℃·卡$^{-1}$表示。当热流量不变时，温度梯度与岩石的热敏率成正比。岩石的热阻率和热导率一样，也取决于岩石的成分、结构、透水性及温度、压力等条件。随着各种条件的变化，岩石的热阻率具有明显的差别。因此，一般多利用热阻率的变化来划分岩性不同的地层及研究地质构造。

9【岩石热扩散率】 thermal diffusivity of rocks 热导率（k）除以岩石密度（ρ）和比热（c）之积（K），它是表征岩石在环境温度变化时本身温度变化速度的一个物理量，即 $H = k/(\rho_C)$，也就是说，岩石的热扩散率和它的热导率呈正比，和它的密度与比热之积呈反比。当环境温度发生变化是，热扩散率大的岩石温度改变也快，接受影响的深度也大。如果某一物质有可靠的热导率数值，则最好按上式算出热扩散率（岩石的密度很容易测定，岩石的比热又几乎相等）；否则，岩石的热扩散率也可以直接测定。在各向异性的非均质物质中，热扩散率不可用一个简单的数值来表徵。参见“岩石热导率”。

【增温层】 increasing zone of subsurface temperature 又称内热带，指地球表面以下完全受控于地球的内热活动，温度随深度的增加而增加的地带。一般地说，温度是稳定地向着地球中心的方向递增的。但到一定的深度后，增温的速度减缓。

【变温层】 variable zone of subsurface temperature 地下温度明显地受到地表大气温度影响的地带。地球表面的温度几乎完全受控于从太阳辐射来的能量流和从地球辐射回太空的能量流之间的平衡。大地热流量导致的温升不可能超过 0.02℃。由于太阳辐射存在周期性变化，所以地表温度也出现昼夜变化（日变化）、季节变化（年变化）和长周期变化（多年变化）。地表温度的各种周期变化对地壳表层的影响（穿透）深度也不相同。深度增加，温度的变幅迅速减小。地表温度的长周期变化（如一年）的影响深度要比短周期变化（如一昼夜）的大。昼夜变化的影响深度不足 1 米；年变化的影响深度接近 24 米，长周期（如冰期和间冰期）变化的影响深度可达几千米。但一般认为，地壳表层深度达到 50 米以后，就可以不考虑地表温度变化的影响。当温度变幅为零时，就达到了所谓恒温层的上界。在这个界面以上，地下温度明显地受地表温度变化的影响，因此叫变温层。显然，日恒温层包含在年变温层以内，年恒温层则包含在多年或世纪变温层以内。

【恒温层】 constant zone of subsurface temperature 又称常温层，指地下温度的变化幅度等于零的地带。它的上面是变温层，下面是增温层。参见“变温层”及“增温层”。

【地热异常区】 geothermal anomalous area 简称地热区，指地表热流量显著高于地球热流平均值的地区。地球表面上的热能分配有两种截然不同的图式，即地热正常区和地热异常区。正常区占地球表面的99%以上，它的热流量变化范围是0—3微卡厘米$^{-2}$秒$^{-1}$，其平均值大约等于1.5微卡厘米$^{-2}$秒$^{-1}$。在地表以下1公里的深度范围内，垂向地热梯度近乎恒定，水平方向上的地表热流量取渐变形式，其变化量值在1公里距离内往往可以忽略不计。地热异常区的热流量可能高达10^5微卡厘米$^{-2}$秒$^{-1}$，一般要比上述值小得多，但平均值可能达到10^2微卡厘米$^{-2}$秒$^{-1}$。异常区的面积则可能达到几个平方公里，热流量的水平变化取突变形式，垂向地热梯度在1米距离外就可能出现变化。在各种自然因素（如地质构造、岩性、地下水运动特征、古气候条件、火山作用、岩浆活动和外因作用）影响下形成特殊热源时，地壳表部正常的温度状况便遭到破坏而形成地热异常区。因此，在地壳上部，地温的分布是不均匀的。地下的等温面一般不是平面，而是随地区或地带的不同而起伏不平。同时，等温面的间隔也是各处不等的。在等温面突起和间隔较小的地方，就是地热异常区。许多有用矿产，如石油、天然气，某些金属矿、盐丘及地热资源等与地热异常有密切的成因联系。故地热异常可成为寻找这些有用矿产的标志。

【地热资源】 geothermal resource 简称地热。能够经济地为人类所利用的地球内部的热资源。地球每年通过地表传输的总热量虽然很大，但在有限的地区内不仅很小，而且很分散，目前的技术经济条件尚无法抽取和利用，因此还构不成资源。自然界有一些过程（主要指地壳内火成活动和年青的造山运动）能够使地球内热在有限的地域内富集，并且达到为人类能够开发利用的程度，这种地热便构成地热资源或地热能资源。地热资源的现代涵义包括：①地热过程的全部产物，主要指天然蒸汽、热水和热卤水等；②由人工引入地热储的水、气或其它流体所产生的二次蒸汽和其它气体、热水和热卤水等；③由上述产物带出的副产品。副产品是指和地热流体相伴生，并能够为流体所带出而价值又比较高的矿物质。目前判明的地热资源有五类：以蒸汽为主的地热资源；以液态水为主的地热资源；地压型地热资源；干热岩体型地热资源和岩浆型地热资源；前二种统称水热型地热资源，后二种合称干热型地热资源。世界上已经开发的地热资源基本上产自现代或近代火山区和年青的造山地区。

【水热型地热资源】 geothermal resource of hydrothermal type 以蒸气为主的地热资源和以液态水为主的地热资源的统称。参见“地热资源”。

【干热型地热资源】 geothermal resource of hot dry rock type 干热岩体型地热资源与岩浆型地热资源的统称。参见“地热资源”。

【地热热源】 heat sources of the geothermal resource 地热资源的直接热补给源。据目前的了解，高焓地热流体（包括过热、干饱和和湿蒸汽）的热能主要来源于近代至现代火山活动和地壳浅部的，时代不早于上新世的岩浆侵入体，它们统称岩浆型热源。大断裂的摩擦热，放射性物质蜕变热，化学反应热以及其它物理热源在这种地热资源中所起的作用极其有限。岩浆型热源是地热资源的最理想热源。低焓地热流体的热源一般与火山或岩浆活动无直接关系，它的热能多数来源于地壳地热梯度的加热；它也可能是高焓地热流体的副产品，或者是高温地热系统的衰老阶段。

【地表热显示】 surface geothermal manifestations 又称漏泄显示。地球内热活动出露于地表并能够被我们直接感知的种种现象。它有以下几种类型：①微温地面或放热地面，有水汽放出时，地面上空易形成特殊的晨雾；②温泉和热泉，包括各种各样的泉塘和热水湖，有或无水流量；③沸泉；④湿喷汽孔；⑤间歇喷泉，包括泥火山；⑥干喷汽孔；⑦水热爆炸；⑧火山喷发。第①、②类为低温显示，其余为高温显示。低温显示也称低强度显示，高温显示也称高强度显示。除①、⑧两类以外，其余均属水热活动显示。地表热显示虽然不是存在地热资源的必要条件，但一个地区内出现的热显示类型越多，显示强度越高，存在高温地热资源的可能性也就越大，因此它是地热资源调查的重要对象之一。

【低温显示】 low temperature mani festation 又称低强度显示，为地表热显示的一个类别，它包括微温地面和温泉、热泉两个类型。参见“地表热显示”。

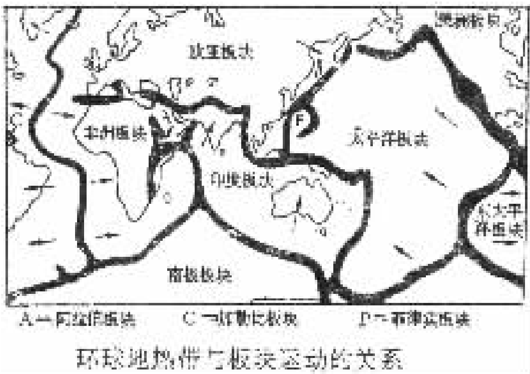
【低强度显示】 manifestation with low intensity 即“低温显示”。

【高温显示】 high temperature manifestation 又称高强度显示。为地表热显示的一个类别。它包括沸泉、湿喷汽孔、间歇喷泉、干喷汽孔、水热爆炸、火山爆发六个类型。参见“地表热显示”。

【高强度显示】 manifestation with high intensity 即“高温显示”。

【地热显示区】 geothermo – active area，disczhargearea 地表上出露热显示的地域和范围。一个水热显示区可以是一个单独的温泉，也可以是泉眼密集的泉群。出露温泉或温泉群的地域也可以叫温泉区。一个面积较大的地热田常常有若干个显示区。热田显示区的划分有时根据独特的地热现象，如与地热活动有明显关系的硫黄矿等；有时则为了便于计算热田的天然热流量，也可以人为地将彼此相隔一段距离的温泉区分成不同的显示区。一个热田内的各个显示区之间并无明显的界线。它们之间往往是无显示的热异常区。

【环球地热带】 planet – wide geothermal belt 延伸成千上万公里的地球内热活动的地表显示带。出露于地球陆地表面的最著名地热带是环太平洋地热带和地中海 – 喜马拉雅地热带；出露于洋底的最著名地热带是大西洋中脊地热带（冰岛是大西洋中脊露出海面部分）。由于环球地热带的出现位置正好在地球各大板块的边缘附近，而且它的热源又和板块的扩张或消亡有明显关系，所以又称板缘地热活动带。环球地热带的特点是：①具明显的带状分布；②地理位置上与环球地震活动带和活火山带重叠，或者位于年青造山带的后缘；③带内火山多喷出酸性或中酸性岩浆，这种岩浆来源较浅，且与壳内局部重熔活动有关，因而构成浅部水热活动的直接热源；④水热活动的显示强度很高，水热爆炸、间歇喷泉以及绝大多数沸泉都出现在板缘地热活动带；⑤热泉常常排出氯钠型水，并常含有某些岩浆挥发组分；⑥常出观经济价值很高的大型地热田。我国台



环球地热带与板块运动的关系

湾省属环太平洋地热带，西藏自治区喜马拉雅山与冈底斯山之间和云南西部属地中海 – 喜马拉雅地热带。

【板缘地热活动】 plate – margina activity 即环球地热带内的地热活动。参见“环球地热带”。

【板缘地热活动带】 plate – marginal geothermal activity belt 环球地热带的别称。由于这个带的出现位置正好在地球各大板块的边缘附近，并且它的热源又与板块的扩张或消亡有着明显的关系，故名。参见“环球地热带”。

【环太平洋地热带】 circum – Pacific gethermoal belt 沿地壳构造活动带展布的一

个巨型环球地热带，位处欧亚、印度及美洲三大板块与太平洋板块的边界，以显著的高热流，年青的造山运动及活火山作用为其特征。其分布范围包括阿留申、堪察加、千岛群岛、日本、中国台湾省、菲律宾、印度尼西亚、新西兰、智利、墨西哥及美国西部，大体上与环太平洋地震带一致。目前世界上已经勘查和开发的地热田，多数都集中在这一地热带上，热储温度最高可达 250—300℃ 以上。其中著名的地热田有（括弧内为热储最高温度）：苏联堪察加半岛的鲍慈茨卡（200℃）；日本的松川（250℃）及大岳（206℃）；我国台湾省的大屯（293℃）；菲律宾吕宋岛的蒂威（154℃）；印度尼西亚西瓜哇岛的卡马江（150—200℃）；新西兰北岛的怀拉基（266℃）、卡韦劳（285℃）及布罗德兰兹（296℃）；智利的埃尔塔蒂奥（221℃）；墨西哥的塞罗普列埃托（388℃）；美国加利福尼亚州的盖瑟尔斯（288℃）、索尔顿湖（360℃）及新墨西哥州的瓦勒斯（290℃）。根据近年来洋底勘查的新成果，可以从环太平洋地热带中单独划出东太平洋中脊地热带作为环太平洋地热带的一个亚带。参见“环球地热带”及“东太平洋中脊地热带”。

【东太平洋中脊地热带】 East－Pacific Rise geothermal belt 属于环太平洋地热带的一部分，由于它出露于东太平洋中脊扩张带，具有高热流、强烈的地热活动，频繁的地震及活火山作用等特点，因此将它单独划出作为环太平洋地热带的一个亚带。其分布范围包括东太平洋中隆，向北进入加利福尼亚湾，然后沿圣安德烈斯断层（洋脊的一个转换断层）延伸至门多西诺角，自此大约平行于海岸并一直延伸至温哥华岛附近。分布在这一地热带上的高温地热田有美国西部的盖瑟尔斯、索尔顿湖以及墨西哥的塞罗普列埃托等。此外，在东太平洋隆起靠近北纬 20°54′，西经 109°03′，水深 2620 米处，近年来发现世界最大的洋底热泉，水温在 300℃ 以上，并含有大量的铁、钴、锰及铜、铅、锌、银等金属元素，现代成矿作用正在进行。参见“环球地热带”及“环太平洋地热带”。

【地中海－喜马拉雅地热带】 Mediterranean－Himalayan geothermal belt 地球内热活动在陆地表面的主要显示带之一，沿欧亚板块与非洲、印度等大陆板块碰撞的地带展布，与地中海－喜马拉雅地震带一致。西起地中海北岸的意大利，东南经土耳其，巴基斯坦进入我国境内阿里地区的西南部，向东经雅鲁藏布江两岸至怒江，而后和我国云南省西部以及四川省西部地热活动带相接。意大利拉德瑞罗，土耳其克泽尔代尔及我国西藏羊八井等世界著名的地热田都分布在这一地热带上，热储温度在 150—200℃ 以上，参见“环球地热带”。

【大西洋中脊地热带】 Mid－Atlantic ocean ridge geothermal belt 出露于大西洋中脊扩张带的一个巨型环球地热带，沿美洲与欧亚、非洲等板块边界展布。地热带普遍具有很高的热流，地震频繁，地热活动强烈，与活火山作用及现代断裂活动密切相关。沿

大西洋中脊分布有许多火山岛，最年轻的是位于冰岛西南部的萨特塞（Surtsey）岛，它是1963—1967年间由洋底火山喷发露出海面形成的一个新岛屿。大西洋中脊出露海面的部分主要有冰岛、亚速尔群岛、阿森松岛等。冰岛地表地热显示强烈，活火山广布，据近千年来的统计，平均每五年就有一次较大的火山喷发。冰岛著名的高温地热田都分布在新火山带内，如北部的克拉夫拉和诺马夫雅克，南部的亨及克，西南部的雷克雅奈斯等，构成大西洋中脊地热带的陆上主体部份，热储温度多数在200°—250℃以上。目前已有大量证据表明，在大西洋中脊地热带洋底部分，存在强烈的水热活动，如在北纬26°处观测到洋脊扩张中心之上水温异常，而且，经水热蚀变矿物研究说明水热活动至少在一百万年以来是连续发生的，参见“环球地热带”。

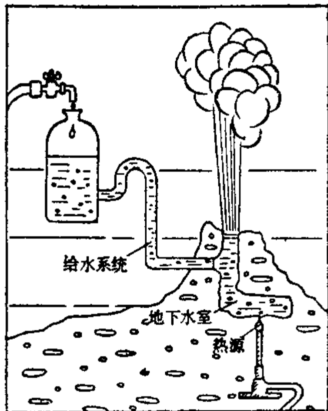
【红海–亚丁湾–东非裂谷地热带】 Red Sea – Aden – East African Riftgeothermal belt 出露于洋脊扩张带及大陆裂谷带的地热带，位处阿拉伯板块与非洲板块的边界，以高热流、活火山作用及断裂活动为其特征。其分布范围自亚丁湾向北至红海，向南可能与东非大裂谷连结。目前已经勘查的地热田有位于埃塞俄比亚和索马里之间阿法尔三角地的吉布提，埃塞俄比亚的达洛耳和肯尼亚的奥加利亚等，热储温度在200℃以上。此外在红海海底发现热卤水渊，温度介于34—57℃，并含有大量的铁、钴、锰、铜、铅，锌、金、银等金属元素，现代成矿作用正在进行。参见“环球地热带”。

【板内地热活动】 intraplate geothermal activity 远离各大板块边界的地热活动。板内地热活动的地表显示无明显的带状分布，与地震活动也无伴生关系，活火山罕见，内陆火山多喷出碱性岩浆；它的来源较深，因而一般不构成壳内水热活动的直接热源。水热活动的热能主要来源于正常地热梯度，因而地表显示强度比较低，多温泉、热泉，很少沸泉，无高温间歇喷泉，无氯钠型水，热水溶解组分与围岩性质密切相关。

【水热爆炸】 hydrothermal explosion 状态或过热态地下热水，因围压变化产生突发性汽化（闪蒸），体积急剧膨胀并爆破上覆松散地层的一种现象。水热爆炸是一种极其猛烈的水热活动，爆炸时有巨大声响，夹带大量泥砂的汽水流射向空中，爆炸后地面遗留深度不等的坑穴，周围由碎石散落物堆积成垣体，坑内及其周边多见喷汽孔、冒汽地面、沸泉以及硫华等。我国的水热爆炸仅见于西藏南部和云南西部，其中西藏已发现有11处之多。水热爆炸和属于火山活动的潜水水汽喷发在成因上一致，都是由于地下水迅速扩容为蒸汽而形成的。两者的不同点在于：潜水水汽喷发仅发生在火山区，它是岩浆突然侵入任何温度的地下水体之中并使之汽化，发生的部位较深，喷出物一般未经蚀变，而且夹杂有岩浆源的喷射物质，如果发生部位较浅，则往往伴随岩浆喷出；水热爆炸则和火山活动或岩浆活动无直接关系，能量直接来自浅层过热水或超压水汽，喷射物无高压矿物，多蚀变岩石碎屑。高温水热区的地震、大气压突变以及热补给量突增等均可触发水热爆炸活动。有人认为在板缘水热活动的演化过程中，水热爆炸可能属于比

较年青的活动阶段。

【间歇喷泉】 geyser 泛指能够间断地和猛烈地把地下水室中的一部分或全部水射向地表的喷泉。高温间歇喷泉的喷射动力是饱和水（或过热水）的扩容汽化，冷间歇喷泉的喷射动力是高压二氧化碳。我国西藏羊八井以及世界上的某些钻孔，也具有间歇喷泉的特点，叫做人造间歇喷泉，或间歇泉式钻孔。相邻二次喷发之间的停喷时间叫间歇期。如果间歇喷泉的间歇期大体相同，称规则间歇喷泉。大多数间歇喷泉的间歇期很不规则。间歇期短者几分，长者几年。有人认为间歇喷泉一般仅出现在板缘地热带内第四纪或晚第三纪火山区。世界最著名的间歇泉区是美国黄石公园、冰岛中部和新西兰北岛。我国的间歇喷泉仅见于西藏南部，其中最壮观的一处是西藏昂仁县搭各加间歇喷泉。世界上对间歇喷泉现象的观察已有 100 多年，然而它的喷射机制仍然没有弄清楚。通过下图可以看到，间歇喷泉可能有三个要素，即地下水室、给水系统和热源。它的热源可能是过热水或蒸汽，或者二者兼具。过热水或蒸汽不断进入水室，当水的热含量达到某一临界点和临界分配状态（即汽水比）时，水室水体出现不稳态。这时，水室内发生突发性汽化，从而将水猛烈掷出水室。激喷时给水系统同时动作，使水室逐渐稳定下来，一直到停止喷发。热源同时进行热补给，再发展到不稳定的又一次新的循环。



间歇喷泉的三个要素示意图

【间歇泉式钻孔】 drilled geyser，artificial geyser 又称人工间歇泉或间歇性喷发的钻孔，参见“ 间歇喷泉 ”。

【硫质气孔】 solfatara 喷出气体除大量水蒸汽外，凡硫质气体构成主要成份的喷气孔均可叫硫质气孔。硫质气体是硫磺、二氧化硫、三氧化硫、硫化氢和氧硫化碳的总称。硫质气孔是火山活动晚期或衰退阶段的特征性现象。与现代火山无直接联系的高温水热区常见产出自然硫和硫化氢的喷汽孔，这种喷汽孔虽然不是典型的硫质气孔，但确是寻找高温地热资源的重要标志之一。

【碳酸气孔】 mofette 二氧化碳为主要喷出气体的喷气孔。碳酸气孔是火山活动后期或期后的特征性现象，它也常常出现在休眠火山或近代死火山附近。由于二氧化碳比空气重，所以在碳酸气孔的周围如果地形和风向适宜，二氧化碳就容易在洼地或峡谷里聚积成碳酸气塘，进入其中的走兽和鸟类往往因窒息或中毒死亡，因而得名死亡谷。我国云南省腾冲县北部有地名扯雀塘，曾毒死过耕牛及大量鸟类，其性质与死亡谷类似。碳酸气孔周围常见低温碳酸泉。

【喷气孔】 fumarole 除火山口以外，凡能喷出气体和蒸汽的孔洞均可叫喷气孔。喷气孔是火山活动后期或衰落阶段的特征性现象，因而常叫火山喷气孔。火山喷发停止以后，喷气孔活动往往可以持续好几千年。喷气孔的温度范围从 1000℃ 到低于 100℃。高温火山喷气孔气体含大量氯化氢、氟化氢、一氧化碳、氧硫化碳、氢以及惰性气体等；低温火山喷气孔则二氧化碳和疏质气体相对增加。板缘地热带内与火山无直接联系的高温水热区多见低温喷气孔，喷出气体以饱和态水蒸汽为主，因而叫喷汽孔。喷出气体除水蒸汽以外，还常见二氧化碳、硫化氢、硼酸以及氨等。水热区喷汽孔是地热活动在地表上的一种蒸汽显示，它是高温地热田存在的重要标志之一。喷气孔聚积的地区也常叫喷气孔田。

【喷气孔田】 fumarolfc field 喷气孔聚集的地区，参见“ 喷气孔 ”。

【冒汽地面】 steaming ground 又称喷气孔田。水热区地表如果被砂土等松散沉积物覆盖，则蒸汽显示往往以冒汽地面形式出现。冒汽地面上无明显的喷汽孔洞，天然蒸汽沿砂粒间隙普遍逸出，砂土层表面温度接近当地水的沸点，而在其下几厘米或几十厘米深处即等于或超过沸点温度。浅层地热梯度往往高达 3℃ 米$^{-1}$，砂层中多自然硫，地表多盐华，寸草不生。冒汽地面虽无热水流出，但蒸发散热量很大。冒汽地面常和沸泉伴生。

【喷汽孔】 steam jet 板缘地热带内与火山活动无直接联系的高温水热区的喷气孔，参见“ 喷气孔 ”和“ 冒汽地面 ”。

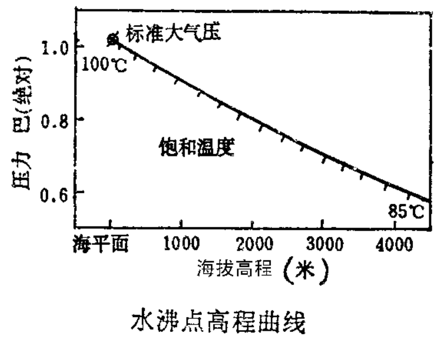
【沸喷泉】 beiling spouter 当高温热水上行至狭窄的并缺失局部水室的通道内扩容，就形成一种连续排放水和汽的沸喷泉。沸喷泉的热水和蒸汽的总质量流量近乎恒定，并且等于深部的补给量，通道内连续受热，水体及热力循环比较自由。沸喷泉一般出现在具有特殊排水条件的地点，如深切峡谷，或泉胶岩体被后生断裂断开的地点等。沸喷泉见于西藏南部，其中最壮观的一处是南木林县毕毕龙沸喷泉。

【沸泥塘】 boilmg mud，mud pot，paint pot 充满稀泥浆的沸泉塘。稀泥浆主要成份为水热蚀变粘土，其中杂有明矾石、氧化铁和硫化铁等，色褐黑。有的沸泥塘呈乳白、白、灰、黄、褐、红、紫或橙红色，很像混杂在一起的油画颜料，因而别称颜料罐。沸泥塘常有气体喷出，使泥块跃出塘面，因而又称泥蛙塘。如果温度低于沸点，则叫热泥塘或热泥泉。如果泥浆的粘稠度很大，则喷溅的软泥常在汽孔的周围堆积成低矮的锥体，状若泥火山，锥顶也徐徐冒汽。沸泥塘常见于火山区，并经常与间歇喷泉或它种热泉伴生。

【沸泉】 boiling spring 温度约等于当地地表水沸点的地下水露头。沸泉的饱和温度是泉口海拔高程的函数。海拔升高时沸点降低，下降率并不十分恒定，但当高程低于 5000 米（16400 英尺）左右时，高程每增加 303 米沸点降低 1℃，或每增加 550 英尺

下降 1°F。海拔高程与水沸点的近似关系如图。

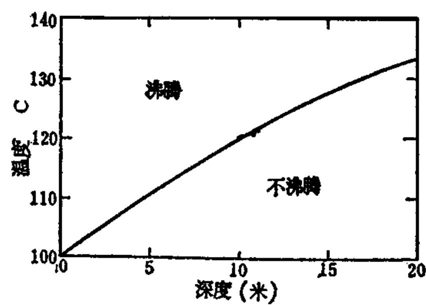
海拔高程（米）	沸点（℃）
0	100
1000	96.7
2000	93.4
3000	90.1
4000	86.8
5000	85.3



水沸点高程曲线

海底沸泉的饱和温度则随深度的增加而迅速增加。海面以下（浅层）的水沸点与深度的关系如图：

水面以下深度（米）	近似沸腾温度（℃）
0	100
50	155
100	180
150	196
200	210



海面以下（浅层）的水沸点与深度的关系

水中溶解的气体使水的沸点稍许下降，而溶解的矿物质又使沸点稍许上升。沸泉是高温水热活动在地表上的一种两相显示，一般只出现在板缘地热带内。

【热泉】 hot spring，thermal spring 泉温度高于 46℃而又低于当地地表水的沸点的地下水露头叫热泉。

【温泉】 warm spring，thermal spring 泉口温度显著地高于当地年平均气温而又低于（等于）45℃的地下水天然露头叫温泉。高于当地年平均气温的泉水将向环境放热，因而被定义为温泉温度的下限；45℃是人体洗浴的最佳温度，也是生活设施直接用热的低限温度，因而被定义为温泉温度的上限。在高寒地区，多年年平均气温可能低于摄氏零度，据此定义的温泉下限温度距人体的感觉太远，因此国际、国内部有人主张用 20℃作为温泉温度的下限。也可以把高于当地年平均气温而又低于（等于）35℃的泉水定义为低温温泉，35℃是地球的平均年最高气温。

【热矿泉】 thermomineral spring 含矿物盐或气体的地下热水叫热矿水，出露于地表者叫热矿泉。溶解的矿物盐或气体使热矿泉具有特殊的味道和较好的疗效。据日本 1948 年通过的《热泉法规》规定：凡温度高于 25℃，矿物盐或气体含量（每 1000 克

泉水）达到下列任一标准者，均可称作热矿泉，并列入自然保护和合理利用的自然资源范畴：溶解组分（气体除外）总量≥1000 毫克，游离 CO_2 ≥250 毫克；Li^+ ≥1 毫克；Sr^{2+} ≥10 毫克；Ba^{2+} ≥5 毫克；（Fe^{2+} + Fe^{3+}）≥10 毫克；Mu^{2+} ≥10 毫克；H^+ ≥1 毫克；Br^- ≥5 毫克；I^- ≥1 毫克；F^- ≥2 毫克；$HASO_4^{2-}$ ≥1.3 毫克；$HASO_2$ ≥1 毫克；全硫（HS^- + S_2O_3 + H_2S）≥1 毫克；$HBOP_2$ ≥5 毫克；H_2SiO_8 ≥50 毫克；$NaHCO_3$ ≥340 毫克；Rn≥20×10^{-10}居里单位；Ra 盐≥10^{-8}毫克。另外，热矿泉还常常用主要的特征性组分进行命名，如普通盐泉、硫磺泉、氡泉、碱泉、铁泉、碳酸泉、苦泉以及矾泉等。我国热矿泉尚无法定的标准。

【医用热矿水】 medical thermomineral water 具有一定疗效的热矿水。我国 1964 年对医用热矿水的定义为：凡自地下自然涌出或人工开采的矿水，含有 1 克升$^{-1}$以上的可溶性固体或含有特殊的气体，或含有一定量的微量元素或具有在 34℃ 以上的温度，可供保健与医疗应用者。医用热矿水主要对皮肤病和风湿性病症有疗效，其疗效不外乎来源于热、水和溶解组份三者的综合。热矿泥也有医疗作用。

【热水河】 hot rjver，hot stream 河水主要来源于大流量热泉。或者泉眼沿沟谷出露，泉水汇流成河，河水流量沿途不断扩大，这种地热显示小者称热水溪，大者称热水河。热水溪和热水河在西藏相当普遍，比较典型的如察雅县曲真热水河，那曲县索布查热水河等，其流量均在 500 升秒$^{-1}$以上。南美萨尔瓦多的里奥·阿库亚·片连特热水河，河水温度接近 56℃。

【热水湖】 hot lake 热泉口所形成的一定深度而集水面积又比较大的积水泉坑。我国典型热水湖见于西藏当雄县羊八井热田。羊八井热水湖水面积达 7350 平方米，最深处超过 16 米，水色澄碧，水温 45—57℃，湖水全由底部补给，从西南垣外泄，流量 33—45 升秒$^{-1}$。羊八井热水湖是我国目前已知的最大热水湖，其湖盆可能是由于一次或多次水热爆炸形成的。

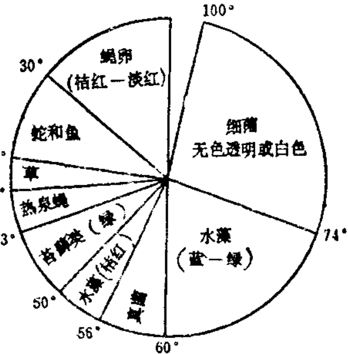
【热水塘】 hotpool 比热水湖小，比一般泉坑大的热水积水塘。热水塘平面形态近圆形或椭圆形，深度 1 米至数米不等，面积十几至几十平方米。水温达到沸点的热水塘叫沸泉塘。有些热水塘无流水外泄。由于水面蒸发，热水中矿物盐自塘缘水面向塘心逐渐沉淀，使塘面不断缩小，形成肚大口小的热水潭。

【热水沼泽】 warm swamp 表土被地下热水浸润，呈过饱和态；或因泉区排水不畅，于低洼处形成热水沼泽。热水沼泽在地形比较开阔的水热活动区相当普遍，面积小者几百平方米，大者上万平方米，水温多在 15—20℃，边缘水深 10—30 厘米，沼泽内藻类繁生。

【放热地面】 hot ground 地温明显地高于年平均气温和邻近地区地温的地域。放热地面虽无水汽显示，但浅层地热梯度比较高，植被生态存在明显的变化，或者有古泉

华存在等。热田中放热地面的面积很大，它常常出现在热田的周边和各个显示区之间，这种放热地面的形成和浅层水热活动有关。有些放热地面雨后有冒泡现象，说明它也是放气地面。

【地热活动生物效应】 biologic effects of geothermal activity 生物活动对地热和地热流体作用的反映。热田地面上的植物类型和生长情况因土壤温度的不同而发生特征性变化，因而植被显示对于快速判断土层温度很有价值，可以利用航测照片进行初步识别，甚至可以作出分类来。地热活动能促进植物生长，如南朝宋（420—479）盛弘之《荆州记》载：“桂阳郡西北接来阳县，有温泉，其下流百里恒资以灌溉，常十二月一日种，至明年三月新谷便登，重种一年三熟”，是讲地热活动对作物生长的热效应；唐李吉甫《元和郡县图志》载“温汤水在县（湖北京山县）南十五里，拥以溉田，其收数倍”，讲的可能是温泉水有肥效。某些生物在非水热区已经绝灭，但在温泉区和热水招泽中却得以生存下来。西藏南部水热活动区多见喜暖性动物蛙和蛇。热水塘的温水和径流区域是大量动植物繁生的理想环境。水热区动植物的颜色繁杂，不同颜色往往能反映周围的水温。图为美国黄石公园间歇泉区生物生长的温度范围和它们的颜色特征。



间歇泉区周围的植物和动物

【水热蚀变】 hydrothermal alteration 高温地热区内，原始岩体与热水或蒸汽发生反应所产生的一系列复杂的脱玻、重结晶、溶解和沉淀反应。水热蚀变是一种不可逆反应。在造岩矿物中，火山玻璃最容易发生水热蚀变，其次是磁铁矿、紫苏辉石、角闪石、黑云母和斜长石。石英和热水溶液能够达到饱和平衡，但主要晶体部分经常遗存于已蚀变的岩石之中。影响水热蚀变终极产物的因素很多，主要因素有蚀变反应温度和压力、水化学成分、原岩化学成分、反应持续时间、水或蒸汽流速、岩体透水能力以及透水性能究竟是来自裂隙，还是属于全岩孔隙透水。热水含有的二氧化碳和硫化氢的浓度对蚀变矿物类型也有重大作用。

【泉华】 sinter 溶解有矿物物质和矿物盐的地下热水和蒸汽在岩石裂隙和地表面上的化学沉淀物。自然界最常见的泉华有硫华、硅华、钙华、盐华和金属矿物五大类。非金属泉华的矿物类别有：自然硫、蛋白石、方解石、文石和其它可溶性碳酸盐矿物、硫酸盐矿物、硝酸盐矿物和硼酸盐矿物等。金属泉华矿物多见辰砂、黄铁矿和辉锑矿。泉华是地热流体与深部宿主岩体和通道围岩相互作用的产物在向地表上行的过程中，因温度、压力等条件发生变化的化学沉积物，因而它不仅能反映泉水的化学成份，而且能带出水热系统深部和上行通道的重要信息。泉华是泛称，在具体使用时最好根据化学成

份或矿物成份加上相应的限定词。参见“硫华”、“硅华”、“钙华”和“盐华”。

【硫华】 sulfur flowers 现代火山区和高温水热活动区的喷气（汽）孔内壁和口垣上的针状或粒状硫黄晶体聚积。硫华层层叠叠，艳若黄花。硫可能来源于火山和岩浆活动。深源硫为负二价，是稳定态，当它随着熔浆上行到硫化物一氧化物界面以后，由于压力下降，岩浆硫（S^{2-}）分异出来，部分 H_2S 发生不完全氧化而形成硫黄。这些硫黄被带到地表的温度条件约为 130℃，因此硫华是找寻高温地热资源的重要标志之一。水热区硫华、金属硫化物以及 H_2S 等可用以进行硫同位素分析，它对判断水热区的热源性质很有意义。我国硫华仅见于五大连池和卡尔达西等年青火山区，以及西藏南部和云南西南部等一些高温水热区。

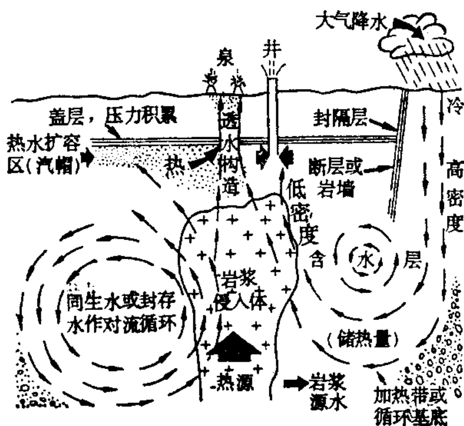
【硅华】 siliceous sinkef，geyserite 间歇喷泉、沸泉和热矿泉溶解的二氧化硅在含水层里或地表上形成的化学沉淀物。硅华的矿物成份以非晶质的蛋白石为主，间或有隐晶质的玉髓，晶质的石英比较罕见。能把溶解态二氧化硅携至地表的热水一般来自温度超过 180℃的热储，因此硅华是地下存在高温的良好标志。有些硅华含有少量铁或镁，因而呈观各种颜色。某些地热系统中，在形成石英的同时，也常常出现金属硫化物沉积。溶解态二氧化硅在热泉水中一般呈真溶液状态，但如果浓度较高，则随着热泉水的冷却，部分二氧化硅将转变成胶体形式。溶解态二氧化硅的沉淀条件和过程很复杂，高 pH 值、高饱和度、高温、先期存在的溶胶状二氧化硅以及其它物质的存在等，都将促进蛋白石硅华的形成；藻类活动也许起作用。

【钙华】 calcareous sinter，travertine 含碳酸氢钙的地下热水接近和出露于地表时，因二氧化碳大量逸出而出现碳酸钙的化学沉淀物。钙华矿物成分主要为方解石和文石；质硬，致密，细晶质，块状，空心或实心球状，厚板或薄层，具纤维或同心圆状结构。钙华体形态异离多变，常见钙华锥、丘、扇、钟乳石等。藏北高原龙马尔热泉区的“钙华石林”举世无匹，细高的钙华柱高达 7 米。钙华一般标示地下低温。钙华矿物以方解石最普遍，当结晶速度比较快的时候，才能产出文石型钙华。泉水中锶离子浓度增加将有利于文石钙华的形成。碱金属氯化物则不利于文石的形成。高温热泉一般沉淀文石，但如二氧化碳不大量逸出，则仅形成方解石。天然钙华中未发现球霰石。钙藻的活动对钙华的形成也有一定的影响。非热泉的碳酸钙化学沉积最好叫石灰华。

【盐华】 efflorescence 又称盐霜。热泉区地表、浅土层以及泉华体和岩体表面上出现的白色可溶性矿物盐。盐华的矿物成份有卤化物（如石盐）、硫酸盐（毛矾石、明矾石、芒硝和泻利盐等）、硼酸盐（硼砂和贫水硼砂等）和碳酸盐（如天然碱）等。盐华状若绒毛，或呈薄壳状，环状，或叠累成仙人球状，或依岩壁下悬呈钟乳石状。它是热泉水蒸发或土层对泉水的毛细作用的产物。某些水热区的盐华可以构成矿物资源。

【泉胶岩石】　hydrothermally cemented rocks　水热活动区的河湖相碎屑沉积物为泉华胶结形成的岩石。胶结物有硅质和钙质之分，硅质胶结物多蛋白石，钙质胶结物则多方解石。泉胶岩石因碎屑成分的不同又可分为泉胶砂岩和泉胶砾岩等。泉胶岩石必定出现在水热活动区，它在水平方向上未必连续；另外，由于泉华沉积比较接近地表，所以泉胶岩体也接近地表，它的下伏岩层也可能是没有胶结的松散沉积物。泉胶岩体如果在整个热田的水平方向上连续，则形成自封闭盖层，对高温饱和蒸汽的生成颇为有利。

【水热系统】　hydrothermal system　又称水热对流系统。水源（包括初生水、岩浆水以及大气环流水等）、热源、含水层、冷热水环流通道以及在其中作对流循环的地热流体所构成的体系。在水热系统中，主要传热方式是对流。对流运动使系统上部的温度升高，使加热带的温度下降。水热对流运动明显地干扰热传导作用产生的地热梯度。在水热系统中，近地表处的地热梯度往往很高，但随着深度的增加将很快地下降，一直达到水热系统的基底温度时为止。



水热系统示意图

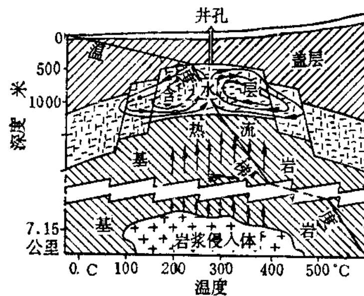
【水热活动】　hydrothermal activity　又称水热对流运动。以水作为载热体的地热活动。参见“水热系统”。

【水热活动区】　hydrothermal area　简称水热区。水热对流活动所及的地域。参见“水热系统”。

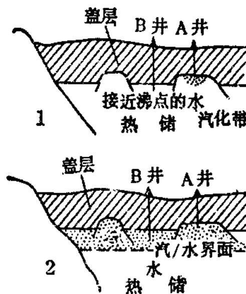
【基底温度】　base temperature　水热系统或储热层底部加热带的温度，亦即地热流体自对流环底端开始上返时的温度。显然，基底温度是地热流体在水热系统中所能达到的最高温度。如果加热带的传导热流比较强盛，而储热层中流体对流速率又比较快，则热储流体温度大体能反映基底温度，否则将低于基底温度。基底温度原则上可以通过热田内具有足够深度的基准孔进行实测。在地热田勘探的初期，则可以采用地球化学方法进行估算。

【基底深度】　base depth　水热系统加热带顶面的埋深。参见“水热系统”。

【地热田】　geothermal field　在目前工艺条件可以采及的深度内，富含可供经济利用的地下热水或蒸汽的地域，或“通过钻井可以采出可供工业开发利用的天然蒸汽的地热区”，或“每年至少能够提供5亿度电的地热区”等。理想地热田有三个要素，即岩浆侵入体型热源、储热层（或称热储）和盖层。地热田有热水田、湿蒸汽地热田、蒸汽地热田等。目前世界上已经开发的都是水热型地热田。湿蒸汽地热田大规模开采以



理想地热田的三个要素



水、汽田的可能演变
1.原始状态；2.现在状态

后，由于压力降漏斗形成，在含水层的顶部往往形成扩容空间，水面以上出现干饱和蒸汽，在这种情况下，湿蒸汽地热田便转变为干蒸汽地热田。

【热水田】 hot－water field **属水热型地热田。产出非饱和态地下热水的地热田。**

【湿蒸汽地热田】 wet－steam geothermal field **简称湿蒸汽田，属水热型地热田，即高温热水田或以液态水为主的地热田。当热水的温度可以达到二三百度时，通过钻孔引到地表的热水便部分扩容汽化，故名。**

【干饱和蒸汽地热田】 dry－saturated steam geothermal field **简称干蒸汽田或干汽田。产出不含液态水的干饱和蒸汽的地热田。**

【蒸汽地热田】 vapor－dominated geothermal field **即干饱和蒸汽田。是以蒸汽为主的地热田。**

【水热型地热田】 hydrothermal field **热水田和蒸汽田的总称。**

【坳陷型地热田】 depression type geothermal field **分布在深埋的大型向斜、单斜构造发育区，或近代沉降盆地内的地热田。热田热水为承压水，埋藏较深，面积达几十至几百平方公里。地热梯度接近正常，热水运动缓慢，水补给除大气环流水外，可能有部分封存水。热水的矿化度较高，但能位较低，经常富含盐类和稀碱金属。断裂带附近和次一级正向构造带是开采这类热水的有利地段。我国的松辽平原、华北平原以及江汉平原等地均有这种地热田。**

【隆起型地热田】 uplift－type geothermal field **发育在大型背斜及其它构造隆起地**

带的地热田。这种地热田一般为裂隙或断裂含水，因而埋藏较浅，热田面积较小，并呈脉状或带状分布，地表有漏泄显示，热水运动速度较快。热田周边地热梯度较大，通道区温度较高而增温梯度较小。热水温度一般低于水的沸点，矿化度较低。我国东南部多这种地热田。

【地热储】 geothermal reservoir 简称热储，又称储热层。能够富集和储存地热能，并使载热流体作对流运动的地下场所。如果储存的热流体是蒸汽，则称蒸汽储，如果是热水，则称热水储。地热储底部就是加热带的顶部，一般都具有强大和持续的传导热流补给。地热储以下列地质和物理因素表征：围岩和储热岩体的产状和性质，构造控制因素，热源性质，加热带温度，水热传输总量以及加热带的积存热能总量等。热储岩体最重要的性质是破碎多孔，岩石类型并不存在专属性。

【储热构造】 reservoir structure 指热储、盖层和热储岩体中的断裂系统。盖层位于储热层之上，起隔水隔热的圈闭作用。某些原来无盖层的储热层，经过长期的水热活动，使上覆松散沉积物发生水热蚀变，或热水所含矿物质发生沉淀，使松散沉积物转变为不透水的泉胶岩层，形成的盖层称自封闭盖层。

【盖层】 caprock 指位于热储或含水层之上的不透水或弱透水岩层，是热田产出过热蒸汽的必要条件之一。参见“储热构造”和“地热田”。

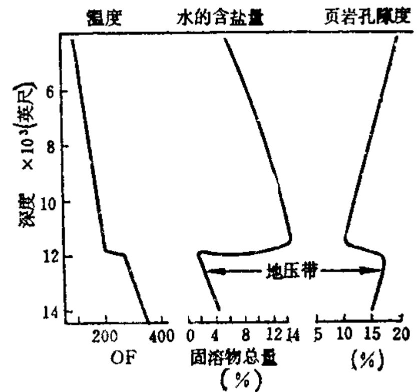
【自封闭盖层】 self－sealing caprock 指开放式热储的顶部松散沉积层，因长期水热蚀变和泉华沉淀而固结成不透水的泉胶岩层，参见“储热构造”。

【开放式地热储】 open－type geothermal reservoir，capless reservoir 又称无盖层地热储，是指无地质圈闭层或圈闭构造的地热储。一般情况下，开放式地热储不可能产出干蒸汽，更不可能产出过热蒸汽。具开放式热储的地热田，地表上具有很多漏泄显示。

【圈闭式地热储】 confined－type geothermal reservoir 又称有盖层地热储。指具地质圈闭层的地热储。圈闭层能够把深部热源上来的热量和热储中的受热水圈闭起来。因而地表上未必有漏泄显示。只有圈闭式地热储才能产出干蒸汽。如果岩体或通道围岩的热含量很大，圈闭式热储也可能产出过热蒸汽。

【半储热层】 semi－reservoir 火山碎屑沉积层多孔隙，有可能含水，但这种沉积层中往往只有一些小小的孔洞，而不存在彼此联通的裂隙系统，在这种情况下，水热活动的传输速率很慢。当井孔打到这种地层的时候，往往因为储热层向井孔的补给速率过漫，井孔周围的蒸汽会很快地发生衰竭现象，这种储热层就叫做半储热层。

【地压型地热资源】 geopressuredtype geothermal resource **存在于大河入海处的第三纪滨岸盆地碎屑沉积物中的地热资源。其含水层埋深 2—3 公里，由于流体压力超过了静水压力 0.465 磅英寸$^{-2}$英尺$^{-1}$（反映了上覆盖层的部分负荷），故名。流体温度一般是 150—180℃，更深处可达 260℃，井口压力可达 280—420 公斤厘米$^{-2}$，因此它除了是一种热能资源外，同时还是一种水能资源。此外，地压型热水中还溶解有较多的甲烷，小量的乙烷和丙烷等烷烃气体，也可以作为副产品回收。地压型热水的固溶物总量不高，最低时小于 1000 毫克升$^{-1}$，因此可以用作饮用水。地压型地热资源的成因是：在滨岸盆地的一套退覆地层中，当上覆的粗粒沉积砂体的重量超过下伏泥质沉积层的承重能力时，砂体逐渐下沉，产生一系列与海岸平行的增生式断层，沉砂体被周围的泥质沉积层所圈闭，并承受上覆沉积层的部分负荷。虽然覆盖层的负荷总是趋于压出沉砂体中的隙间水，但由于四周圈闭层的透水性能很差，砂粒和隙间水的可压缩程度又很低，因而地压型热水积蓄了较大的水力能。它的热来源于正常地热梯度热源。水是热的不良导体，比热大，作为圈闭层的粘土层又是良好的隔热体，它阻挡了热量的外流，使沉砂体中的隙间水在长达几百万年的长时间内储集了大量的热能。地压型热水中的烷烃气体是石油烃在高温高压下发生天然裂解形成的。**

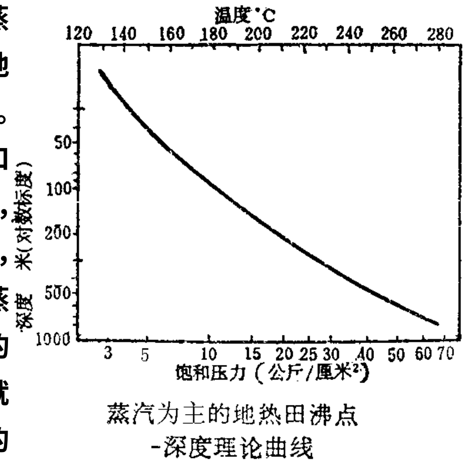


已知地压型地热资源（美国得克萨斯和路易斯安纳州南部）特性曲线

【干热岩体】 dry hot rocks **不存在热水和蒸汽的储热岩体，其温度可以达到数百摄氏度，但是由于地表缺乏大气降水，或者因为本身的透水能力太差，不能形成水热型地热资源，而岩体所蕴藏的大量热能目前还难以直接利用，将干热岩体转化为水热型热田，叫人工激发。人工激发方法很多，如高压水力破碎，化学爆炸破碎，甚至利用地下核爆炸，人为地使干热岩体产生透水裂隙，然后通过钻孔将地表水送入其中汽化，再通过另一钻孔引出蒸汽而后利用，这个过程就叫干热岩体激发。地球热能主要寓存于干热岩体之中。通过干热岩体激发形成的水热型地热田，称“人工地热田”。**

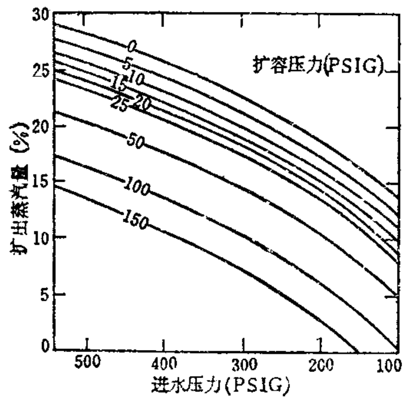
【人工地热田】 man – made geothermal fieid **干热岩体中通过水力破碎、化学爆炸或地下核爆炸等人工激发方法，产生具有高透水率的热储后，由井孔注入冷水使之成为热水而形成的地热田。参见“干热岩体”。**

【地热蒸汽】 geothermal steam 又称天然蒸汽。凡出露地表后压力仍高于当地大气压力的地下水蒸汽的统称。它的温度至少等于饱和温度。在饱和状态下，汽水两相共存，蒸汽部分叫饱和蒸汽。温度超过饱和点的蒸汽叫过热态地热蒸汽，或简称过热蒸汽。无论是饱和态，还是过热态，都可以叫地热干蒸汽。汽水比就是通常所说的蒸汽干度。对地热发电来说，进入汽轮机的蒸汽的干度须不低于92%，因此蒸汽如果含液体水，就必须首先进行汽水分离。地热蒸汽处于地下时的饱和温度是深度的函数，深度越大，饱和温度以及与其对应的饱和压越高。地热蒸汽总含有二氧化碳和硫化氢等不能被常规冷源冷凝的气体，统称不凝气体。地热蒸汽中不凝气体的百分含量叫汽气比，它是设计地热电站抽气器和考虑腐蚀问题的重要参量。地热蒸汽还可能含氨和硼酸等物质，如果含量较大，也可能构成资源。地热蒸汽绝大部分来源于地下热水的沸腾汽化，产生蒸汽的干度取决于蒸汽对流通道的热物理条件。过热态地热蒸汽也许是饱和蒸汽通过天然节流的等焓变化形成的。一般来说，地热蒸汽中即使有岩浆源蒸汽，其量也很小。



蒸汽为主的地热田沸点-深度理论曲线

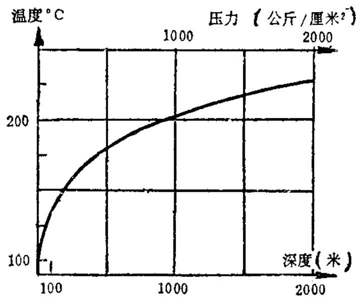
【地热湿蒸汽】 wet geothermal steam 高温承压热水减压扩容所产出的蒸汽部分。蒸汽的体积比等质量液态水膨胀1500倍，故地热湿蒸汽也叫扩容蒸汽。天然扩容蒸汽和热水一起喷出井孔，在这种混合物中水多，汽少。为了充分地利用高温热水所携带的地热能，可以对热水在地表上进行人为的再扩容。能够扩出的蒸汽量取决于热水的初温（即进水压力）和扩容压力。原则上说，热水初温越高，扩容压力越低，得到的扩容蒸汽量也就越大。我国西藏南部、台湾省和云南省腾冲县热海等热田均产出湿蒸汽。



饱和热水减压扩容所能得到的蒸汽量（%）

【地下热水】 geothermal water 指温度显著高于当地年平均气温，或者高于观测深度的围岩温度的地下水。水在一定压力上开始沸腾的温度叫饱和温度。地下热水埋藻深大，所受静水压力越高，与此对应的饱和温度也就越高。温度在饱和曲线以下的地下热水叫非饱和态地下热水。温度与压力对应的地下热水叫饱和态地下热水。在饱和状态下，汽水两相共存，因此饱和态地下热水又指两相共存体系中的液态水部分。如果温度超过饱和点时仍保持液态，则叫过热态地下热水，或简

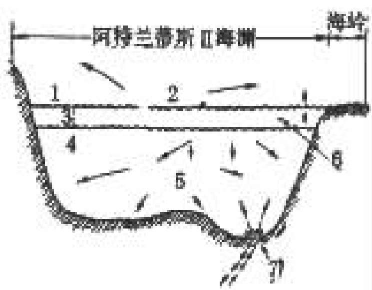
称过热水。过热水产生于环境温度突然升高，或围压突然下降而饱和态热水又来不及汽化之际。过热水很不稳定，它总是趋于转化成饱和态汽与水的混合物。



水沸点-深度-压力曲线、假定地下为静水压力
临界温度$T_K=374.2$℃；临界压力$P_K=225.6$公斤/平方厘米；临界密度$\rho_K=0.339$公斤/立方厘米

【地热流体】 geothermal fluid 地下热水、地热蒸汽和热气体二氧化碳、硫化氢等的总称。地热流体的热能高低叫地热流体的能位，是指能够从单位质量或单位体积的地热流体里抽取出来，并通过理想可逆式热机来实现的机械功的量。地质背景不同，地热流体的能位也不同，能位越高，作功本领也越大。衡量地热流体能位的常用单位是焓，因此又有高焓地热流体与低焓地热流体之分。

【地热卤水】 geothermal brine 含大量盐类和有用元素的地下热水。已知地热卤水的最高温度超过300℃，因此它不仅是矿物资源，而且也是一种热能资源。世界最著名的地热卤水产地是红海热卤水渊和美国索尔顿湖。红海热卤水出现在水深2000米左右的小海盆内，记录到的热卤水最高温度为58℃，含盐度大约为正常海水的7.5倍，其中铁、锰、铅、锌和其它金属的含量为正常海水的10^2—10^4倍。红海轴向带的热流量达到8HFU，说明它可能是地壳裂开和上地幔物质进出的地方。美国西部的索尔湖地槽是著名的热卤水型地热带，温度超过300℃的热卤水埋深1300至4877米不等，仅热能一项就当量于1亿仟瓦的容量。卤水的含盐度达到258克升$^{-1}$。索尔顿地槽可能是东太平洋洋脊出现在陆地上的一部分，故能使卤水变热。一般认为：地下热水溶滤盐类沉积或含盐地层，或者地下卤水接受正常地热梯度热源或其它热源加热，都有可能形成地热卤水。



红海阿特兰蒂斯Ⅱ热卤水渊剖面
1.红海正常海水；2.Fe(OH)沉淀（氧化）；3.44℃卤水；4.56℃卤水；5.ZnS沉淀（冷却，并放出结合物中的金属）；6.$CaSO_4$沉淀物，$Fe^{3+}Fe^{2+}Si_4O_{10}(OH)_2\cdot nH_2O$沉淀；7.热卤水进出点

【深循环热水】 deep－circulating hot water 大气降水沿岩层裂隙和孔隙渗入地下，经地壳内的传导地热梯度加热形成地下热水。这种热水常常在静水压力作用下在地壳隆起区的相对低洼的地方（即所谓“隆中洼”）或地壳沉降区基底相对凸起的地方（即所谓“洼中隆”），沿陡倾斜导水断裂或储水层运移上升，或出露地表形成温泉、热泉或喷泉等地热显示，或赋存于基底隆起顶面形成隐伏的热储体。深循环热水系统为对流型热水系统。在“加热带”以上的不同深度，水温通常高于围岩温度，因此，在地表或浅部，或在覆盖层之下基岩凸起顶面，常常由深循环热水的对流作用形成局部热异常。一般通过测温勘探方法可以有效地探测这类地热异常。深循环热水大部为低矿化水，溶解气体中以氮气为主，有时也含有二氧化碳及硫化氢，水型比较复杂，主要取决于热水与围岩之间的相互作用。

【原初水】 juvenile water 又称初生水，新初水。为原始岩浆里存在的水，或者从原始岩浆分化出来的水。原初水不是地球水圈和大气圈的组成部分，因此如果没有确凿的证据，岩浆水就不能算作原初水或初生水。地热流体中原初水的存在是判断深部地热活动的重要根据。板缘地热带某些地段的地热流体中可能存在小量原初水。

【岩浆水】 magmatic water 岩浆中含有的或从岩浆中分化出来的水。它与深度无关，也和水的终极来源无关。某些岩浆水如果从来没有在地球水圈或地表上出现过，就叫原初水或初生水；但是更多的岩浆水可能只是一种再循环水，这种岩浆水是从沉积物或火山岩的重熔或部份重熔变来的。深度很大的岩浆水叫深成水；地表或浅层岩浆体里的水，或者从这种岩浆分化出来的水叫火山水。由于火山过程和深部过程的准确深度界限不明，因此火山水一般又指现代或近代火山区存在的水。火山的岩浆库埋深可能只有3—4公里。板缘地热带的某些地段的热水可能属岩浆水。参见“火山水”。

【火山水】 volcanic water 火山地热区常见的一种氯钠型水，富含锂、氟、硼、硫、二氧化硅和二氧化碳，贫钙和镁；有时因氮化氢和氟化氢含量高而呈强酸性。富含火山水的现代水热系统的温度极高。参见“岩浆水”。

【深成水】 plutonic water 或称原生水。泛指深度很大的岩浆水，参见“岩浆水”。

【变质水】 metamorphic water 岩石变质过程中和岩石在一起或者曾经在一起的水。大部变质水可能是含结晶水矿物的脱水水，即含水矿物重结晶为无水矿物的过程中产生的水。封存水或化石水可能也包含变质水，但大部分封存水是隙间水，这种水可能在变质过程发生之前已被驱赶出来。变质水的二氧化碳和硼含量较高，氯含量较低，温度则正常至中等。

【大气环流水】 meteoric water 通称大气降水。现代大气环流过程所包含的水。雨雪水、渗流水、洪水以及封存水等均包含在内。与围岩的年龄相比，大气环流地下水是很年青的，它的循环时间在地质历史上只占极小的一段。大气环流水的特点是化学成分受地表水的控制，氢氧同位素组成与地表水相同或近似。地球上绝大部分水热系统的水都属于大气环流水。

【封存水】 connate water 与大气环流长期（地质意义的长期）脱离接触的水，包括喷出岩和没有发生过变质的沉积岩中的古隙间水，以及从这种岩体里排出的水。封存水一般并不一定是同生水，只有在母岩成岩的同时被圈闭起来的水才是同生水。封存水一般富碘、硼、二氧化硅、化合氮、钙以及可溶性有机组份；贫镁和硫酸根离子。其 D/H 等于或小于大洋水，$^{18}O/^{18}O$ 则大于大洋水。

【化石水】 fossil water 即封存水，或称古隙间水。

【地热地球化学】 geonermal geochemistry 研究地热流体的化学成分及其富集、运移规律以及成因机制的一门分支学科。在世界各国地热勘查和开发中，广泛应用地热地球化学（包括同位素地球化学）方法圈定地热异常，寻找地热资源，探索地热流体的来源、成因和年龄，研究化学沉淀（泉华）、水热蚀变和成矿作用，以及用地球化学地热温标预测深部热储的温度和计算二氧化硅热流等。按化学成分或气体成分划分地热流体的化学类型，目前还没有统一的标准，新西兰的马洪、冰岛的亚诺森、苏联的伊凡诺夫等人及美国的怀特等人都先后提出了分类。参见“ 地热流体化学类型。”

【地热流体化学类型】 chemical types of geothermal fluids 地热流体化学类型的划分目前还没有一个统一标准。现有分类情况是：①新西兰马洪分为火山或次火山热源型和非火山热源型。火山热源的热水在深部呈中性，氯钠型。上升至地表过程中可能由于 HSO_4^-、Ca^{2+} 或 HCO_3^- 的加入而发生变化，火山热源蒸汽系统的近地表流体低氯，但高温喷汽孔多 HCl，另外还包含一些能溶于低压蒸汽的 H_2S、CO_2、HBO_2、Hg 和 NH_3 等。非火山热源地热系统的水化学成分和浓度变动幅度极大，从矿化度极低的大气降水到封存水、变质水和油田卤水等。②冰岛亚诺森的分类。亚诺森根据温度、宿主岩体类型和海水掺合量进行冰岛地热流体的化学分类。低温热水是传导热流量异常区深循环的产物，它的固溶物含量低（200—400ppm），气体以 N_2 为主；高温热水（$>200℃$）是侵入体的产物，矿化度高（700—1400ppm），CO_2、H_2S 和 H_2 含量很高。③苏联伊凡诺夫等人的分类。伊凡诺夫等人依据气体成分划分地热流体类型。与火山过程有直接关系的气体组合为 H_2S-CO_2，HSO_4^- 水或 $HSO_4^-Cl^-$ 水（氧化带）；或者 N_2-CO_2，碱性 Na－Cl 水（还原带）。与热变质有关的流体 CO_2 含量高，水型 CO_3^{2-}，其中一部分可能是封存水。火山和变质带外的深循环水主要气体为 N_2，低浓度 $Cl^-SO_4^{2-}$ 型水。④美国怀特的分类。大气降水是浅部地壳内循环水的主导成分，另外混有矿化度较大的各种类型的

深层水。在岩浆热的影响下，大气降水通过围岩淋滤、热变质以及从岩浆流体中接受 NaCl、CO_2、H_2S 和其它组分。这种与火山共生，含盐度中等的 Cl－Na 型水和近地表岩体发生反应，并受到大气氧化，形成一系列我们所观察到的火山区地表流体。海洋热水是指与海洋沉积物共生，并经历低温反应演变来的封存水。在经历区域变质的岩体中，由于深部高温反应，使受深变质的水分化出来。

【同位素热水水文学】　isotopict hermo－hydrology　同位素方法在热水水文研究中的应用。本世纪六十年代以前，世界上火山学家普遍认为现代火山区的热水来源于岩浆。1956—1963 年，克雷格和怀特等人研究了美国黄石地区地热流体中的^{18}O、D 和 T，结论认为绝大多数地热系统的热水来源于当地的大气降水。此后，地下热水^{18}O、D 和 T 的研究便盛行起来，而且近年来的研究结果与早期的完全一致。对意大利拉德瑞罗热水和地表冷水的研究表明，不论水在地下环流的时间长短，都是当地大气降水补给的。智利、印尼、法国、冰岛等国的地热区，绝大多数地热系统的热泉水都是当地冷大气降水和地下热水的混合物。地下热水也源于大气降水，采源于附近的高地。希腊、意大利和日本等国通过对滨岸地热系统的^{18}O 和 D 的研究，发现地下热水是当地冷水与热海水的混合物。阿法尔的阿萨尔湖地热系统则是热大气降水与冷盐湖水相混合，这个地热系统产出矿化度高达 19 万毫克升$^{-1}$（253℃）的热卤水，说明它的水源和矿物质来源的高度复杂性。放射性同位素应用于指示地下热水循环时间的尝试尚未取得完满的结果。循环时间过长将超出 T 的量度范围。大量死 CO_2（变质源）的存在阻碍了^{14}C 的应用。目前正在发展 T 的测量方法。^{39}Ar 的半衰期为 269 年，适用的年代范围为 50—1000 年，瑞士已成功地用来测定小于 70 年的循环系统。

【地球化学地热温标】　geochemical gecthermometer　同地下热储温度相关的化学组分浓度或浓度比。其中能够据以计算地下温度的称定量地热温标，只能得出相对温度的称定性地热温标。已知地球化学地热温标有以下几种：①SiO_2 浓度，常用温标，假定石英溶解度在高温时达到平衡，溶液上行冷却过程中不发生稀释和沉淀；②Na/K，常用温标，浓度比在 20/1 至 8/1 之间意义较大；③Ca 和 HCO_3 含量，对于中性水有定性意义，$CaCO_3$ 的溶解度和地下温度有反比关系；④Mg，Mg/Ca，低值指示高温，高值指示低温；⑤Cl 的稀释度，假定低氯泉水是受冷水稀释的产物，就可根据所要求的高氨水混合比计算地下温度；⑥Na/Ca，高比值可能指示高温，但不适用于富钙热卤水；⑦Cl/（HCO_3＋CO_3），高比值指示高温，低比值指示低温；⑧Cl/F，高比值可能指示高温，但钙的存在使其不能成为定量温标；⑨H_2/其它气体，高比值可以定性地指示高温；⑩硅华，地下温度＞180℃（过去或现在）的可靠标志；⑪钙华，低温的可靠标志，重碳酸盐型水冷却后又流经石灰岩区时失效。应用地球化学地热温标的条件是：①地下储集的地热流体是热水；②控制化学组分进入热水的化学反应只和温度相关；③含

水层中温标化学组分有足够的补给；④热水与供应这些化学组分的储热岩体特定矿物之间已经建立起溶解平衡；⑤含水层的热水能迅速流出地表；⑥热水在流出地表的过程中化学组分的浓度没有发生变化。地球化学温标在实际运用上只能给出估算温度，对热田资源评价工作有一定意义。

【二氧化硅地热温标】 silica geothermometer 泉口或井孔地热流体的二氧化硅饱和浓度。这个浓度可以计算出地下平衡带的温度。如果地下温度高于200℃，石英在地热流体中的溶解－沉淀反应会很快地达到一个新的平衡。在高温下为溶解态石英所饱和的地热流体在上升至地表的过程中，无定形二氧化硅会发生沉淀，因此本温标很难用于标定200—230℃的地下温度。冰岛早期曾用下列经验式计算热储的基底温度 T_b。

$$SiO_2\ 浓度(ppm) = 25℃ + T_b$$

如果热水呈酸性，本温标无效。稀释效应是二氧化硅温标失效的又一重要原因。1973年，福尼埃提出：应用二氧化硅温标时要仔细判断地热流体上行时是传导冷却还是绝热冷却。绝热冷却在高温地热系统中比较普遍，它的热量拥耗于蒸发（形成扩容蒸汽）；传导冷却则可能损失一部分溶解态二氧化硅。福尼埃提出的二氧化硅温标计算式如下（二氧化硅浓度用ppm表示）：

石英，绝热冷却（125℃—275℃时为±2℃）：

$$t℃ = \frac{1533.5}{5.768 - \log SiO_2} - 273.15$$

石英，传导冷却（125°—250℃时为±0.5℃）：

$$t℃ = \frac{1315}{5.205 - \log SiO_2} - 273.15$$

玉髓，传导冷却：

$$t℃ = \frac{1015.1}{4.655 - \log SiO_2} - 273.15$$

【钠钾钙地热温标】 Na－K－Ca geothermometer 根据实验把Na/K克原子比的对数相对于绝对温度的倒数作图，再用图解法求出与泉水（或井孔流体）的Na/K相对应的温度。但是这个温标只有当Na/K克原子比处于8∶1和20∶1之间时才有意义。对于大多数酸性水则得不出正确的结果。当钙进入硅酸盐反应时，也会干扰Na/K，而使比值偏低。即当$\sqrt{Ca}/Na$（均为克原子浓度）大于1时，就不能再使用钠钾温标来计算地下温度。

【同位素地热温标】 isotopic geothermometer 原理是同位素分馏平衡与温度的相关关系。同位素分馏达到平衡的时间要比化学平衡的时间长得多，因此同位素温标可以指示地热系统的深部温度。同位素地热温标是地热蒸汽系统惟一可用的温标，因为热水含气量很低，尤其是CH_4，采集和分离都很困难，因此目前它还很难用于热水系统。热

水系统的最佳同位素温标是水和水溶 SO_4^{2-} 间的氧同位素分馏，分馏平衡在低达 95℃的热储中即可达到，而且在超过 300℃的热储中达成氧同位素分馏平衡的热水在上升至地表的过程中也不容易出现再平衡。沸泉由于存在蒸汽损耗，应用氧同位素地热温标时要作校正。

【二氧化硅热流量】 silica heat flow 根据地下水二氧化硅含量推算的热储温度所计算的热流量。1979 年，C. A. 斯旺伯格和 P. 摩根根据美国近十万个地下水二氧化硅分析数据，建立了地下水二氧化硅温度（$TSiO_2$）与区域热流量（q）之间的线性关系。其线性回归方程如下：$TSiO_2 = mq + b$，式中 m 和 b 为常数值，已分别确定为 680 ±67℃ m^2W^{-2}和 12.4 ±5.1℃。根据这一方法可以比较准确的计算出热流量，计算的热流量与所有传统热流数据大体上一致，但目前对此方法尚存在一些争议。

【水热二氧化碳】 bydrothermal carbon dioxide 地表水热显示释放的二氧化碳气体。其来源分为有机无机两大类。有机来源是热矿水使生物物质分解，或热矿水使烃类氧化而放出二氧化碳。嫌氧菌对前者起促进作用，硫酸盐对后者起触媒作用：$C_nH_m + MeSO_4 \rightarrow MeSO_4 + CO_2 + H_2O \rightarrow MeCO_3 + H_2S$（$+ CO_2 + H_2O$）。无机来源包括热变质作用、岩浆侵入体放气、地幔脱气以及石灰岩的水解等。产生二氧化碳的热变质作用如：$2CaMg(CO_3)_2 + SiO_2 \rightarrow Mg_2SiO_4$（镁橄榄石）$+ 2CaCO_3 + 2CO_2$ 或：$CaCO_3 + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$（硅灰石）$+ CO_2$ 或：$7MgCa(CO_3)_2 + 2.5Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 3H_2O + 3Fe^{2+} + 3.5O^{2-} \rightarrow Mg_7Al_2Fe_3Si_5Al_3O_{20}(OH)_{16} + 7CaCO_3 + 7CO_2$ 等。水热二氧化碳是水热活动区非水气体的主要成分。对水热二氧化碳的研究还有助于判断深部热源性质及其构造背景。

【天然热流量】 natural heat ftlow 在天然条件下，热田的水热系统通过地表排向大气的热量。常用单位为卡或大卡米$^{-2}$秒$^{-1}$，热田的天然热流总量则为大卡秒$^{-1}$。热田地表的热量排放方式有以下几种：①在浅层的地热梯度很高而又无任何明显的水汽对流活动的情况下，传导放热为主要方式，传导放热的热流量从小于 1 到 20 卡米$^{-2}$秒$^{-1}$左右；②传导和对流联合排放，量值是 4—200 卡米$^{-2}$秒$^{-1}$，量值的上限是以对流为主的情况，主要是通过水汽的排放带出热量；③对流排放，量值 200—2000 卡米$^{-2}$秒$^{-1}$。这时，传导排放的热量只占热流总量的百分之几。水与汽的质量流量较大。当热流量达到上限而空气湿度又较大时，热区上空就会出现较多的可见蒸汽。热流量极大值出现在不毛地面、热蚀变地面、小喷汽孔以及沸泥塘等地；④直径 15 厘米的汽洞到 1 米左右的汽穴常常排出稍具过热度的蒸汽，这种情况下的热流量可能高达 $10^6 - 10^7$ 卡米$^{-2}$秒$^{-1}$，具体数值则取决于蒸汽的排放速度；⑤热水塘和沸泥塘的蒸汽热流量是 $10^3 - 1.5 \times 10^4$ 卡米$^{-2}$秒$^{-1}$（静水水面）；剧烈沸腾的沸泉塘的热流量可能接近 1.5×10^6 卡米$^{-2}$秒$^{-1}$，这种沸泉塘一般不发生溢流，或溢流量很小，质量排放主要通过蒸发形式；⑥通过热泉

或间歇喷泉的水、汽排放，都排出大量的接近中性或稍具酸性的清水，并沉淀出泉华。在某些地区，热水在总质量流量中占很大比重。由水面蒸发带走的热量与第⑤种情况类同。

【天然热流量测量】 natural heatflow survey 热田天然热流量测量的目的是：①估算热田的热能储量；②编制相关图件，为进一步详查和钻探据供方向；③热田开发前后的测量结果有助于判明热田的开发效应。热田天然热流量测量方法分直接和间接两种。直接方法是：①传导热流量用埋在土层中的李氏盘进行测量；②在传导与对流混合流动的地方，可以采用本斯曼的量热箱进行测量，其测量范围为10—500卡米$^{-2}$秒$^{-1}$；③热流量超过500卡米$^{-2}$秒$^{-1}$的地方可以用集汽筒和凡托里装置进行测量，测量的下限可以低到200卡米$^{-2}$秒$^{-1}$；④对于直径大于15厘米的汽洞，可以用皮托管静差压计和热偶测量洞内的流速和温度，然后根据相应的曲线求出其热流量，直径很大的汽穴须作剖面测量；⑤宁静热水塘的蒸发散热量可以根据水温和水塘的面积，参照相关曲线求取数值，激烈沸腾的沸泉塘的散热量可能十倍于宁静热水塘的散热量；⑥热泉或热水塘排水所带走的热量可用一般水文方法求取其热流量。直接方法比较慢，需要比较复杂的设备和熟练的操作，对于大型高温地热田的调查和评价工作是极其必要的一步。因为只有有了直接测量结果，才有可能采用“依此类推”的比较测量方法，即间接测量方法。

【基准温度】 reference temperature 基准温度即计算热田天然热流量时的参照温度。热田天然热流量的大小取决于放热体（热田各种显示和放热地面等）和吸热体（热田周围大气和地表水体等）的温度差。当放热体和吸热体的温度均等时，放热体停止放热，因此热田周围吸热体的温度，即热田当地的多年年均气温便成为计算热田天然热流量的基准温度。但在实际工作中，也选取0℃或热田冷水源的多年年均水温作基准温度，前者为热工常用的标准，后者纯粹是为了地热发电的实际需要。

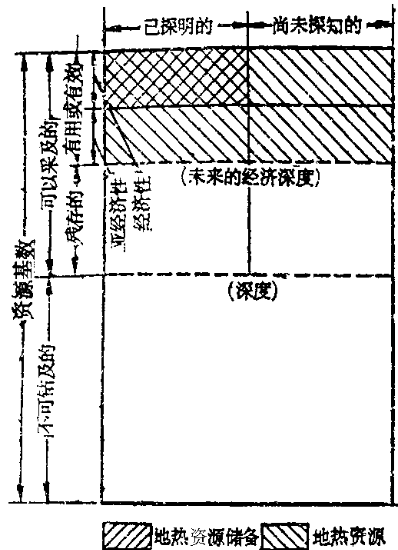
【地热田调查评价】 exploration and appraisal of geothermal field 地热田的实际调查工作内容：①全面调查各个显示区，了解其特点和类型组合，测取其温度和流量，用直接或间接方法测量热田的天然热流量，初步推算热田的开发潜力；②填制热田地质草图，包括显示区的分布和显示面积，储热岩体和覆盖层的岩性特征，构造活动特点和地面形迹等；③调查火成活动史，初步辨认热田成因类型、形成时代以及可能的热源的性质等；④采集并测定水、汽、气和泉华样品，了解其物质成分并初步推算地下温度；通过水热蚀变研究定性地了解地下温度并辨认通道位置；通过同位素分析水的成因类型和热源的性质等；⑤开展深度1米的浅孔测温，了解无显示异常区的分布情况以及各显示区之间的联系和勾划热田的边界位置等；如果条件许可，可以施工若干个30—100米深的钻孔，了解热田浅部增温情况，布孔网格最好与构造线正交；⑥开展水文地质调查，了解热田附近的补排水图式，圈定透水层和不透水层的性质和分布范围；⑦开展电法等

地球物理勘探，以判断地下流体的性质和通道的位置等。根据地热田调查结果的试钻孔最好布在重力异常点以及断裂活动最集中的部位，但与强显示区要保持一段距离，以防发生过早的井喷。

【地热地质图】 geothermo－geologic map 反映地热活动的地表显示、产生这种活动的地质背景以及地热资源开发潜力的一种或一组图件。地热地质图所用地形底图的比例尺可根据研究对象的实际需要恰当地选取。主要内容应包括：①现代地热活动的所有地表显示，如活火山或不久前才熄灭的现代火山，低温温泉、碳酸泉、温泉、热泉，沸泉以及间歇喷泉和喷汽孔等水热活动显示，注明其出露位置、显示区面积、围岩性质、泉口或泉孔温度（必要时须注明测温深度）、泉水流量等。如果水热区出露的面积很大，则可划分不同的显示区，并分别注明各种量测点的位置。每一水热区或显示区必须注记名称或编号（由西向东和由北向南顺序编列）。水热区名称应据国家正式出版的地形图或当地地名主管部门认可的通用名，绝不可任意给定。②注记根据有关文献和古籍判定的古水热区位置，地表上如有遗迹（如古泉华沉积物），则必须注明其性质及分布范围。③年青的火成活动，如上新世以晚的火山活动，或者火山活动时代虽老于上新世，但有确切证据表明上新世以后地下尚有后继活动的火山区。如果地表上有这种喷出岩特别是酸性喷出岩，则必须注明其岩石学和岩石化学性质。④岩溶或热水上行通道或漏泄显示存在位置起控制作用的断裂构造的位置和产状等要素。⑤水热对流系统的冷水补给区的位置，可根据水文地质调查以及氢氧等轻同位素变异的研究成果进行标绘。⑥有可能构成热储或热含水层的性质和位置等，如裂隙或破碎带含水，砂砾层或砂砾岩的多孔层状含水层等。最好能根据地表地质工作或钻探结果推断其面积和厚度（破碎带则为宽度）以及孔隙率等。孔隙含水层的水动力学条件如不能标在图上，则可在相应的文章或说明书里说明。⑦有温度异常的民井和钻孔，其位置以及与地热相关的性质均应在地热地质图上标明。⑧传导热流量数据测点的位置和相应的数值，如果数据量足够，则可叠加传导热流量等值线。⑨国家或地方上划定的自然保护区、重点文物保护区威风景旅游区。⑩构造位置图及有资源潜力地段的地质剖面等。

【地热资源基数】 geothermal resource base 又称地热资源底数，指存在于某一特定地区之下的地壳里所含有的全部热能。起算的基准温度为这个地区的多年华平均温度。为美国穆夫勒和意大利卡塔迪提出。他们为了解释而引入了凯尔维图解。凯尔维图的

纵轴为经济性开发的可行程度，横轴为地质条件对资源的确保程度。从图解的纵轴可以看出，地壳里含有的全部热能就是资源基数，其中一部分热能的赋存深度比较浅，可以在预见的将来通过钻探手段采及；另一部分埋藏太深，将来的钻探手段也不可能到达。在可以采及的资源基数中，一部分可以取出来利用，叫做有用或有效资源基数，另一部分则取不出来，叫做残存资源基数。因而只有有效部分构成真正的地热资源。凯尔维图解的横轴分为两部分，一部分是已经探明的资源基数，另一部分则是尚未探知的资源基数。在已经勘明的地热资源基数中，凡是用现代手段可以取出，而费用又可以和其它能量资源相匹敌的部分，方可列入地热资源储量。



地热资源基数的凯尔维图解

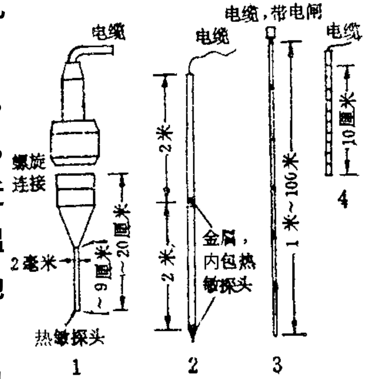
【地热田储量估算】 estimation of the field’s reserve 地热田热能储量的估算或地热资源评价方法有两种：①积存热量法。根据储热岩体的体积、岩体的孔隙率、比热、热流体总量和它的焓，计算积存在储热岩体和水中的热能总量，用千千瓦热功率或千千瓦电功率表示，并考虑流体抽取、输送以及发电时的无功耗热在内。当从地下抽取（或自行排放）热能时，假定热储温度会下降，分离出来的热水部分的热量忽略不计（或将可用部分计算在内），因此用这种方法得到的结果是可用能量的下限；②天然热流量法。这个方法假定热田未开发前天然逸出的热量等于热田深部在稳定条件下所能供给的热量，把地表热流量实测值表示成电功率，并把利用系统中的无功因数考虑在内，得到的数字是发电应用潜力的最小值。热田开发之后热阻减小，热流量加大，因此，实测数字乘以一定的倍率，便得出热田的热能储量。第一种方法需有一定数量的深孔的控制，而且没有考虑到地热能是一种可再生的能源。第二种方法比较简便，但倍率的确定相当主观，实际倍率又只有在开发之后才能得到。除以上两种方法外，用于特定地质条件的尚有平面裂隙法及岩浆热均衡法。平面裂隙法系采用传统的热传导理论计算，可由单裂隙式两个以上的复合裂隙取出的热能，首先被有效地应用于冰岛晚新生代平伏玄武岩层。岩浆热均衡法是根据岩浆囊的体积和侵入的时代，采用传统的传导热损失方法，计算在侵入体中及邻近围岩中保存下来的热能量，目前已应用于日本和美国。但由于假设条件多，而且只限于火山区，因此，只能作为勘探工作的一般性指导。上述各种计算方法只能反映一定时期内对热田的了解程度。新西兰曾建议用美国矿业局通用的标准对地热田热能量进行分级：Ⅰ级，实测性储量，热田三向边界均已精确地圈定，已知2公里深处的温度，生产层位已为钻孔所确定，井孔经过测试，并能稳定地提供资源估计储

量的 75% 以上；Ⅱ级，指示性储量，根据钻探或详细的电阻率测量，近似地了解热田的面积，实测温度已深及 1 公里，少数井孔经过测试并具有稳定的出力，但钻探圈定生产层的工作程度很低；Ⅲ级，推断性储量，缺少深孔资料，热田面积和温度不明，主要依据是化学分析和踏勘性电测；Ⅳ级，臆测性储量，只做过地表显示调查，缺乏地下资料，也没有电测资料。

【浅孔测温】 temperature measurement in shallow depths 测取 1 米至 200 米深处的地温或地温梯度。浅孔梯度测量并不表明实测梯度能够无限地外推到很大的深度。根据固体传热的一般规律，当岩体中不存在水热对流时，地温梯度就不出现大的变化，反之，地温梯度就会迅速减小，甚至会消失。浅孔测温按深度可分土壤测温和浅孔测温两种。土壤测温可以浅至 1 米，一般 2—5 米，它能够指示冒汽地面和浅层热流体运动的范围。几米深的温度测量往往还能够确定出热流体上升通道的断裂和裂隙的位置。在评价浅处测温结果时，应排除 20 米以浅的气温年变化影响。浅孔测温采用的孔深为 50 米至 200 米之间。钻孔间距取决于地下热源的范围。热源扰动在侧向上的影响范围至少有 1 至 2 公里。测温孔应尽可能避开喷汽孔、冒汽地面和热泉等，以便能测取真正的地下热状态。测孔排列方向最好与构造走向线正交。

【地热测温仪器】 temperature - measuring instruments 电阻温度计是最常用的一种电温度计，它的基本部件是测温探头和惠斯通电桥。测温探头是一个热敏电阻，它的温度系数很高（3—5% 度$^{-1}$），它的形状和大小容易适应不同的要求。最小的热敏电阻的体积小于 1 毫米^3。与热电偶温度计相比，电阻温度计不需要参照温度，因此野外应用比较理想。电阻温度计热敏元件的电阻用一个精密的电位计补偿。另外，要求惠斯通电桥电路保持低电压，以防止桥路电流使测量元件自热；同时又要求电路有足够的电压，以保证电阻温度计有较高的灵敏度。热敏元件与电桥之间用长电缆联接时，必需考虑电缆的电阻变化和温度系数，如果电缆的电阻变化超过测量元件的电阻变化，不控制电缆的电阻变化就会降低测温的精度。野外测温仪器必须适应现场的要求。下图是几种常用的测温仪器：①顶部可以变换的测温探头，热敏元件热容量小，因此可以很快地适应元件周围的环境温度，适用于井下测温；②内装热敏元件的 4 米长探棒，测温元件的安装间距和探棒的长度和直径等均可按实际要求调整，适用于浅孔测温和梯度测量；③装有若干温度计的电缆探头，温度计均匀地分布在整个电缆上，电缆长度按实际需要，适用于井、湖、河、海中测量；④适用于地表土层详细温度测量的短探棒，测量结果外推到地表便可以得到近乎真实的土壤温度。

【量热箱】 calorimetric box 测量硫质气孔或喷汽孔等强显示（热流量 $10\times10^{-3}-70\times10^{-3}$ 卡厘米$^{-2}$秒$^{-1}$）区的仪器。由于是本斯曼所设计，故又称本斯曼量热箱。量热箱由一个压入地面的 25×80 厘米的无底箱子组成，A 孔和 B 孔是为了使风扇 F 得以抽动空气流过箱子，靠近 A 处测量空气流速，当空气流入和流出箱子时测量干球温度和湿球温度，A 与 B 间的焓差等于量热箱覆盖区域的地表放热量，即通过箱底的蒸汽所传递的热量如下：



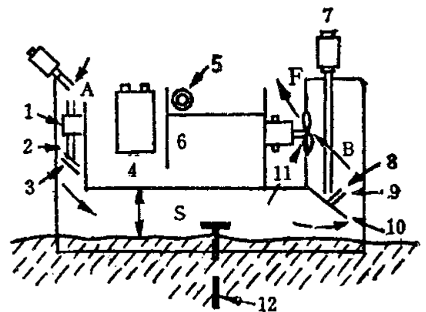
几种常用的测温仪器

$$Q=V_{\rho}C_{p}(\theta_2-\theta_1)+V(\rho_{\omega2}S_2-\rho_{\omega1}S_1)\text{卡}$$

$$q=\frac{1}{Ft}[V_{\rho}C_{p}(\theta_2-\theta_1)+V(\rho_{\omega2}S_2-\rho_{\omega1}S_1)]\text{卡厘米}^{-2}\text{秒}^{-1}$$

式中 Q 为通过量热箱底面积 F 的蒸汽所传递的总热量；q 为单位面积单位时间的热流量；F 为无底箱底面积；$\theta_{1、2}$为量空气流入和流出热箱时的温度；V 为 t 时间内流过量热箱的空气体积；ρ 为空气的密度；C_p 为空气的比热；$S_{1、2}$为温度 $\theta_{1、2}$时蒸汽的焓；$\rho_{\omega1、2}$为根据 $\rho_{\omega}=289.4\rho_{\omega\gamma}P_m/(\theta+273)$〔克厘米$^{-3}$〕得到的空气湿度，$P_m$ 为 0℃时的饱和蒸汽压；$\rho_{\omega\gamma}$为相对湿度。

【地热蒸汽钻井】 drilling of geothermal steam 地热田产出的蒸汽（包括湿蒸汽）是一种低压蒸汽。这种蒸汽比容较大，因此地热蒸汽井需要较大的口径，在钻进过程中需要随时预防井喷。由于地热蒸汽井的套管直径大，热田的情况复杂，故钻机的能力应大一些。出现井喷危险时，最根本的措施是注入大量冷水，使热储的钻域产生局部冷却区。因此，地热蒸汽钻井强调要有大泵量的泥浆泵，有时为了使循环泥浆保持低温，还需要加装泥浆冷却塔。地热蒸汽又是高温流体，和石油相比它含有多种矿物质，因此钻井泥浆必需耐高温和抗污染，在钻进过程中，应保持泥浆的特性和功能。为此，需要往粘土基泥浆中加入适量的 CMC、磺酸铁铬盐和铬褐煤等。泥浆的比重须不大于 1.3，pH 值不小于 8.5。为了保证蒸汽井长期持续地供应蒸汽，固井水泥要耐高温和抗污染，最好使用石英粉水泥，如果地表以下为松散沉积层，则在开孔之前，需压灌水泥浆加固松



本斯曼量热箱
1. 风速仪；2. 湿球；3. 干球；4. 电池箱；5. 保温瓶；6. 工具箱；7. 给水罐；8. 湿球；9. 干球；10. 翻板；11. 风扇；12. 测温探头

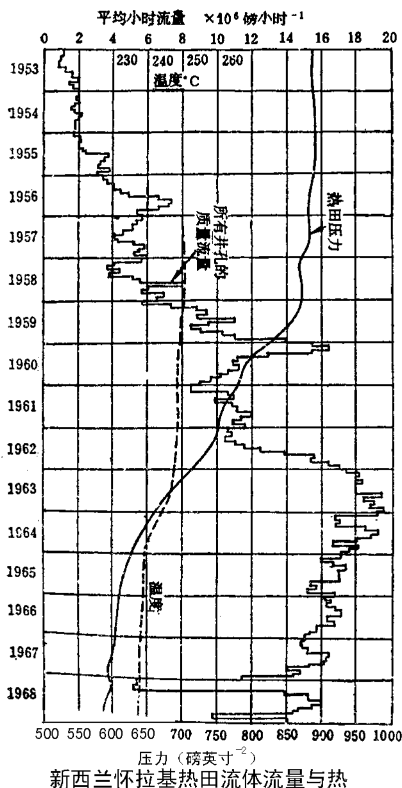
散层。防喷器和井口装置必须座在坚实的地层上。

【地热能利用】 utilization of the geothermal energy 地热能和矿物燃料的区别在于不用燃烧。开发潜力较大的地热田一般出现在偏远的山区，它的可输送性比较低。输送高温热水的极限距离约100公里，天然蒸汽的输送距离大约只有10公里，故一般是使地热能就地转变成电能。其次是直接向生产工艺过程供热，如蒸煮纸浆，蒸发海水制盐，海水淡化，各类原材料和产品烘干，食品和食糖精制，石油精炼，生产重水，制冷和空调等。第三是向生活设施供热，如地热采暖以及地热温室栽培等；第四是农业用热，如土壤加温以及利用某些热水的肥效等；第五是提取某些地热流体或热卤水中的矿物原料。最后是医疗保健，这是人类最古老也是一直沿用到现在的医疗方法。地热浴对治疗风湿病和皮肤病有特效。

【地热发电】 geothormal - power production 利用地热能生产电力。在目前的技术条件下，地热蒸汽发电有一次蒸汽法和二次蒸汽法两种。一次蒸汽法直接利用地下的干饱和（或稍具过热度）蒸汽，或者利用从汽、水混合物里分离出来的蒸汽发电。二次蒸汽法有两种含义，一种是不直接利用比较脏的天然蒸汽（一次蒸汽），而是让它通过换热器汽化洁净水，再利用洁净蒸汽（二次蒸汽）发电。这样可以避免天然蒸汽对汽轮机的腐蚀和结垢。为了避免腐蚀以及地热流体对环境的污染，近几年来美国正在试验一种双循环发电系统，如用异丁烷和氟里昂涡轮机。高温地热流体用泵压入换热器蒸发异丁烷以后，直接回灌至地下；异丁烷则通过换热器、涡轮机和凝结器作密闭循环。第二种含义是将从第一次汽水分离出来的高温热水进行减压扩容产生二次蒸汽（压力仍高于当地大气压力），和一次蒸汽分别进入汽轮机发电。地热蒸汽发电和常规火力发电没有什么本质不同。地热蒸汽井相当于火电厂的锅炉。但地热蒸汽来源于地下，与锅炉蒸汽相比，地热蒸汽的温度、压力和焓都比较低，不能人为地改变它，另外还存在腐蚀和结垢等问题。温度低于100℃的非饱和态地下热水也能用来生产电力，目前有两种方法：一种是利用抽真空装置使进入扩容器的地下热水减压汽化，产生低于当地大气压力的扩容蒸汽，再将其充入汽轮机作功。这种低压蒸汽比容很大，因而使汽轮机的单机容量受到很大的限制，这种方法还存在结垢问题；另一种是利用低沸点物质，如氯乙烷、正丁烷、异丁烷和氟里昂等作为中间工质。地下热水通过换热器，使低沸点物质气化，再进入涡轮机作功。这种方法的关键问题是换热方式的效率。在世界上，低温位地下热水发电目前尚处于试验阶段。

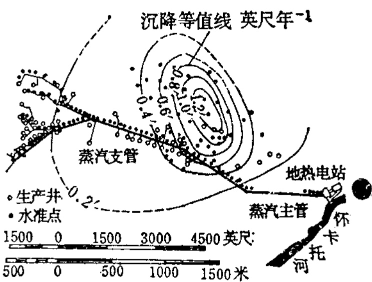
【地热田开发效应】 exploitation effects of geothermal field 地热田的性状，地热流体的物理、化学条件以及自然环境等对热田大规模开发的反应统称地热田的开发效应。在开发过程中地热系统的压力和流体流量的下降幅度取决于地下的补给速率，而补给速率又是系统渗透性能的函数。压力下降必然伴随同一层位温度的下降，但温度下降的趋

势和幅度不如压力衰减明显。左图是具有 20 年生产历史的新西兰怀拉基地热田压力和



新西兰怀拉基热田流体流量与热田压力的关系

温度的衰减情况。热田原来的最高温度是 260℃，含水层充满了水，其温度压力条件遵从深度 – 沸点曲线。从 1953 年到 1968 年，压力衰减幅度达 300 磅英寸$^{-2}$，影响的面积显著地超过主要生产区的面积，它说明地热田在水平方向上的渗透率很高。由于热田压力下降和排出大量流体，使覆盖层发生下弯，热田出现强烈的地面运动。地面运动有垂直和水平两个方向，结果使生产井和电站之间出现一个碟形凹地（右图）。最大沉降速率是 1.3 英尺年$^{-1}$，总沉降量已超过 10 英尺。然而在 1968 年停机试验时，又发现地面沉降是可逆的。为了尽量减小压力衰减和地面沉降的幅度，近年来开始试验流体注入或回灌的方法。流体的排出导致压力降落、储热层压缩和地面沉降；而流体的注入或回灌却可以使压力恢复，储热层膨胀和回跳。地热田的大规模开发还可以使地表显示出现显著的变化，给环境带来热污染和化学污染，这些统称地热田开发的环境效应，环境效应是热储开发工程设计人员必须慎重对待的问题之一。



怀拉基热田1967 年地面沉降情况

水文地质学

总　论

【水文地质学】 hydrogeology 研究地下水的科学。它主要是研究地下水的分布和形成规律，地下水的物理性质和化学成分，地下水资源及其合理利用，地下水对工程建设和矿山开采的不利影响及其防治等。随着科学的发展和生产建设的需要，水文地质学又分为区域水文地质学、地下水动力学、水文地球化学、供水水文地质学、矿床水文地质学、土壤改良水文地质学等分支学科。近年来，水文地质学与地热、地震、环境地质等方面的研究相互渗透，又形成了若干新领域。

【区域水文地质学】 regional hydrogeology 水文地质学的一个分支，是研究某个自然单元或行政区域的地下水分布、形成、资源及其开发利用的一般规律的学科。例如：黄淮海平原水文地质、中国水文地质、亚洲水文地质等都是区域水文地质学的研究课题。在实践上，它为解决国民经济规划中开发利用各种类型地下水（淡水、盐卤水、热水等）的规划方向提供基础资料；在理论上，关于地下水形成的重要理论在很大程度上建立在区域水文地质学的综合研究的基础上。因此，区域水文地质学是水文地质学的一个重要分支。

【专门水文地质学】 applied hydrogeology 水文地质学的应用部分。根据其服务对象的不同，又可分为供水水文地质学、农田灌溉和土壤改良水文地质学、矿床水文地质学、放射性水文地质学等。内容亦包括水文地质勘测方法。

【古水文地质学】 paleohydrogeology 研究地下水的分布和形成在各个地质历史时期的演变。古地理、古气候、古水文等方面的资料是恢复各地质历史时期地下水的补给、径流、排泄区和地下水化学成分的演变的重要基础资料。对承压水盆地的古水文地质问题的研究有助于研究深埋的盐水和卤水等问题。

【地下水】 groundwater under－ground water 以各种形式埋藏在地壳岩石中的水。地下水按其存在的形式，可分为气态水、吸着水、薄膜水、毛细管水、重力水和固态水等。按含水层的埋藏特点，可分为包气带水、潜水和承压水三个基本类型。每一类型按含水层的含水空隙特点，又可分为孔隙水、裂隙水和岩溶水。按水质和水温的特点，可

分为矿化水、高矿化水、热水等。地下水分布甚广，是一种宝贵的地下资源。它是工业、农牧业、国防和生活用水的重要水源。矿化水、高矿化水、热水，可用于医疗、热能利用和提取有用盐类。但在采矿、地下建筑、隧道施工中，由于地下水大量涌出，常造成突然性灾害事故。有的地区有时由于地下水位上升，引起土壤盐碱化，造成对农业的危害。在松散岩层中大量开采地下水后，常引起地面沉降。有些含有特殊成分的地下水，可以导致地方病。所以在合理开采利用地下水时应防治其危害。

【水圈】 hydrosphere 断续分布在地球表面的水体和地壳岩石中的水，是海洋、河流、湖泊、沼泽、积雪、冰川和地壳岩石中地下水的总称。

【水循环】 hydrologic cycle 太阳能热辐射和地球重力等作用造成的地球上水的不断的循环往复。水从海洋和陆面蒸发，水汽被大气流传送、凝结和以大气降水形式重返陆地和海洋，陆地上的降水又以径流（地表的和地下的）形式运移和注入海洋。

【水文地质勘察】 hydrogeological investigation 为查明一个地区的水文地质条件而对地下水及与其有关的各种地质作用所进行的勘察研究工作。水文地质勘察包括水文地质测绘、勘探、试验和水质分析、地下水动态长期观测等工作。根据不同的目的要求，可分为综合性水文地质勘察和专门性水文地质勘察。综合性水文地质勘察是为了掌握区域性或地区的水文地质情况，为工农业建设提供基础资料。专门性水文地质勘察是为解决生产上某项与地下水有关的实际问题而进行的调查，如供水水文地质调查、矿床水文地质调查及土壤改良水文地质调查等。

【水文地质测绘】 hydrogeological mapping 对地下水和与其有关的各种地质现象进行实地观测和填图工作。主要观测内容有：含水层和隔水层的性质、厚度、分布和变化规律及断层的水文地质特征；地下水与地质构造、地貌、自然地理现象的关系以及地下水的补给、运动和排泄情况；含水层（特别是主要含水层）的水量、水质及其变化；已有供水或排水设施的工作情况，以及人类生产活动对地下水的影响等。水文地质测绘工作一般是以一定比例尺的地质图为底图进行的。目前水文地质测绘中已广泛使用航空与航天多谱段红外或紫外照相等技术，有效地提高了水文地质测绘的速度和精度。

【水文地质图】 hydrogeological map 反映一个地区地下水分布和特征的图件。它是总结和表示水文地质调查成果的主要形式。主要包括：①反映一个地区主要水文地质特征的综合水文地质图，图上表示出含水层（层、组）的分布埋藏情况；含水层组的类型和富水性；各种断层的含水特征；代表性水点的水量和水质数据；与地下水有关的重要自然地质现象等。②反映地下水某一方面特征的图件，如地下水位埋藏深度图、等水位线图、地下水化学类型及矿化度图等。③为某项经济建设服务的专门性图件，如为矿床疏干服务的矿层底板承压含水层等水位线图，为供水服务的地下水资源图，地下水开采利用条件图等。

【古水文地质图】 paleohydrogeolo gical map 反映某一地质时期地下水分布和形成的图件。一般要根据古地理的资料和具体的水文地质资料，标明地下水的补给、径流、排泄区和不同水化学成分的分布范围。对比反映不同地质时期的古水文地质图，有助于阐明地下水形成的演变过程。

【水文地质剖面图】 hydrogeological profiie 反映某一地段在一定垂直深度内水文地质条件的图件。它主要反映含水层的埋藏与分布，地下水位及地下水的补给、径流、排泄情况，地下水化学类型及其垂向变化等。水文地质剖面图一般沿水文地质条件变化最大、最复杂的方向测制，如在河谷地区常垂直河流；山前洪积扇地区常沿洪积扇中心线；向斜盆地常沿含水层倾向、垂直向斜轴的方向测制。

【水文地质条件】 hydrogeological condition 一个地区地下水埋藏、分布、运动、以及水质和水量等特征的总称。根据工作目的水文地质条件可分为区域水文地质条件、供水水文地质条件、矿区水文地质条件等。一个地区的水文地质条件是客观存在的，它可能符合工农业和国防建设的需要，也可能有不利的影响。只有正确掌握地区水文地质条件，才能合理地开发利用地下水资源，改造地下水对工农业生产和人民生活的某些不利影响，有效地与地下水的危害作斗争。

【水文地质分区】 hydrogeological division 将地壳表部按其中所赋存的地下水的差异性而划分的若干个块段。进行水文地质区划时要研究影响地下水形成和分布的各个主要因素：包括地质结构，岩石性质，含水层和隔水层的产状、分布及其在地表的出露情况，地形地貌（水文网密度、河流切割深度等），气象和水文因素等。进行专门性的水文地质分区（如供水水文地质分区，土壤改良水文地质分区等），还应考虑重点突出与其有关的某些类型的地下水。

【航片水文地质解译】 hydrogeological interpretation of aerial photo 根据地形地貌、植被、土壤及地质构造等标志，以研究地下水的分布为目的的航空照片的判读和解释的工作。

【结晶水】 crystal water 以 H_2O 分子形式存在于矿物结晶格架固定位置上的水，在高温下（100—400℃）能析出，此时矿物的结晶形态发生变化，但化学性质不变。例如石膏 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$。

【结合水】 bound water 被土颗粒的分子引力和静电引力吸附在颗粒表面的一层水膜。按其被吸附的牢固程度，可分为组成水膜内层的吸温水和组成水膜外层的薄膜水两种。结合水不受重力作用，仅能依分子引力的作用从薄膜厚处向薄处移动。土层或岩层中结合水的含量主要取决于颗粒的大小，颗粒愈细，与水接触的总面积就愈大，结合水的含量愈多。由于结合水膜能把颗粒联结起来，对土的物理力学性质影响较大；如干粘土硬、湿粘土软；就是干者以含吸着水为主、湿者以含有较多薄膜水之故，故在修建

建筑物时应考虑结合水对土的性质影响。

【吸着水】 hydroscopic water 结合水的一种，又称强结合水。吸着水是紧附于土颗粒表面结合最牢固的一层水。吸着水层的厚度由单层水分子（2.76Å）到数百层水分子不等，矿物表面作用于吸着水的吸引力约为一万个大气压。在强压下，水分子被压扁紧密挤压在一起，使它与一般液态水不同。吸着水的密度为1.2—2.4克/厘米^3，具有极大的粘滞性与弹性，不受重力作用，也不能传递静水压力，只有加热到110℃以上时才能以水蒸汽的形式脱离颗粒表面。它的冰点为-78℃。吸着水与气态水之间存在着动力平衡的关系，它不能为植物根系所吸收。

【薄膜水】 pellicular water，film water 结合水的一种，又称弱结合水。它处于吸着水之外，占着结合水膜的主要部分，因与颗粒表面距离增大，吸引力比吸着水小，因此它的密度比吸着水小，而比普通液态水大，约为1.3—1.74克/厘米^3。水膜的外层随吸引力渐减，使水分子可能发生缓慢的流动，能从水膜厚处向薄处移动。薄膜水不受重力作用，也不能传递静水压力。它的冰点低于0℃，水膜愈薄则冰点愈低。

【毛细管水】 capillary water 由于毛细作用保持在土层或岩层毛细空隙中的地下水。毛细管水能传递静水压力，并能在毛细作用下的空隙中运动。毛细管水在砂土和扮土层中较多；孔隙大的砂砾层中较少；孔隙过小的粘土其孔隙多为结合水所占据，毛细管水也较少。毛细管水易被植物利用。地下水面离地表较浅时，毛细管水有时会引起土壤沼泽化或盐碱化，以及道路冻胀和翻浆等。毛细管水的研究在农业和工程建筑方面都有重要意义。

【毛细带】 capillary zone，capillary fringe 由于土壤毛细管力的作用，在潜水面以上，形成的一个与饱和带有水力联系的接近饱和的湿水层。毛细带厚度为毛细上升高度。

【毛细上升高度】 height of capillary rise 毛细管水从地下水面沿土层或岩层空隙上升的最大高度。毛细上升高度主要与空隙的大小有关，空隙愈大，毛细上升高度愈小。各种土的毛细上升高度的经验值一般如下：

土层名称	毛细上升高度（厘米）
粗砂	2—4
中砂	12—35
细砂	35—120
亚砂土	120—250
亚粘土	300—350
粘土	500—600

【重力水】 gravity water 又称自由水，为土和岩石饱水带中不受颗粒吸附和毛细作用控制，在重力作用下能自由运动的地下水。重力水就是普通液态水。重力水能传递

静水压力，有溶解能力、易于流动。泉水、井水和矿坑涌水都是重力水，它是水文地质学研究的主要对象。

【孔隙度】 porosity 又称孔隙率。土或岩石的孔隙体积与包括孔隙在内的土或岩石的总体积之比。即：

$$孔隙度=\frac{孔隙体积}{土或岩石总体积}\times 100\%$$

它是表示土或岩石孔隙性的数量指标。孔隙度愈大，表示土或岩石中孔隙愈多。孔隙度大小取决于颗粒的分选程度、排列情况和胶结程度。一般颗粒愈不均匀，排列愈紧密，胶结越好，其孔隙度愈小。

【孔隙比】 void ratio 土或岩石的孔隙体积与土或岩石骨架的体积之比。即：

$$孔隙比=\frac{孔隙体积}{土或岩石骨架体积}\times 100\%。$$

根据定义可知，孔隙度与孔隙比的换算关系式是：

$孔隙比=\frac{孔隙度}{1-孔隙度}$，式中孔隙比和孔隙度均用小数表示。

【裂隙率】 fissure ratio，fissure percentage 岩石中裂隙的体积与包括裂隙在内的岩石体积之比（即体积裂隙率）。由于体积裂隙率较难测定，只有在必要时用抽水试验方法求得。野外工作时，一般仅测定岩层的面裂隙率或线裂隙率。

$$面裂隙率=\frac{裂隙面积}{所测裂隙岩层面积}\times 100\%$$

$$线裂隙率=\frac{测线通过的裂隙宽度之和}{测线长度}\times 100\%$$

裂隙率是反映坚硬岩层裂隙发育程度的指标，一般按岩层的不同构造部位或根据生产要求选择代表性地段测定。它对评价裂隙岩层的富水性及稳定性有一定意义。

【岩溶率】 karst ratio，karst percentage 又称喀斯特率。是反映石灰岩区在一定地段内岩溶发育程度的指标。根据统计方法不同，岩溶率可分为线、面积和体积岩溶率三种。

$$线岩溶率：\frac{钻孔所遇溶洞、溶隙长度}{钻孔穿过可溶岩的长度}\times 100\%$$

$$面积岩溶率=\frac{地面漏斗、落水洞和溶洞面积}{所测地段面积}\times 100\%$$

$$体积岩溶率=\frac{溶洞体积}{岩石总体积}\times 100\%$$

一般线岩溶率法适用于勘探钻孔，面积岩溶率法适用于水文地质测绘，而体积岩溶率法仅用于特定的工程项目

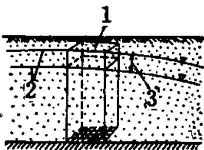
【容水度】 water capacity，specific moisture capacity 岩石中所能容纳的最大的水

体积与容水岩石体积之比，以小数或百分数表示。一般情况下，容水度在数值上与孔隙度、裂隙率或岩溶率相等。但具有膨胀性的粘土，充水后体积扩大，容水度可以大于孔隙度。

【持水度】 specific water retention 饱和岩石在重力作用下释水时，一部分水从空隙中流出，另一部分水仍保持在空隙中。持水度是指在重力作用下岩石仍能保持的水的体积与岩石体积之比；有时也采用重量比值表示。在重力影响下，岩石空隙中所保持的主要是水含量的多少。岩石空隙表面面积愈大，结合水含量愈大，持水度也大。颗粒细小的粘性土的总表面积最大，持水度也最大；有的情况下持水度几乎可等于容水度；砂的持水度较小；具宽大裂隙与溶洞的岩石，持水度最小。

【给水度】 specific yield 又称重力给水度。表征土或岩石给水能力的重要参数，一般是指饱和水的土或岩石在重力作用下最终流出的水量与土或岩石总体积之比。在数值上接近于有效孔隙度。也可以说，在单位水平截面的潜水含水层中，潜水位下降一个单位时，最终给出的重力水量。常用小数表示。

【土壤饱和差】 saturation deficit 土层或岩层的饱和水溶度与天然湿度之差。天然湿度是天然条件下单位体积非饱水土层或岩层中所含水的体积。饱和差在数值上在粗颗粒及宽裂隙岩石中有时接近于土或岩石的给水度。



给水度
1.单位水平截面；2.潜水面；3.单位水位下降

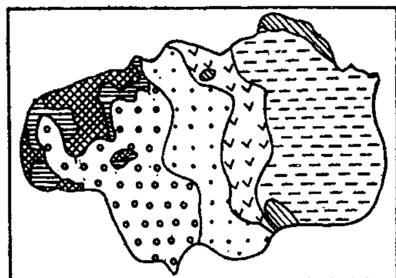
【透水层】 permeable layer 重力水流能够透过的土层或岩层。透水层的透水性强弱取决于空隙的大小和多少及空隙的联通程度，一般用渗透系数来衡量。常压下土层或岩层的透水程度如下：

名称	渗透系数（米/昼夜）	透水程度
卵石层、砂砾层、溶洞发育的灰岩	>10	强透水
砂层、裂隙发育岩层	10—1	良透水
亚砂土、黄土、裂隙岩层	1 –0.01	透水
亚粘土、微裂隙岩层	0.01—0.001	弱透水
粘土、致密岩层	<0.001	不透水

出露地表的透水层是降水或地表水补给地下水的通道：处于地下水面以下的透水岩层则可构成含水层。

【含水层】 aquifer 地下水面以下饱水的透水层。构成含水层的条件是：土层或

岩层有贮存重力水的空隙；有下伏隔水层。由于含水层是地下水赋存的主要场所，因此它是水文地质学研究的主要对象。根据含水层的岩性及单井出水量，可以编制成富水性分区图，作为开采利用地下水的规划参考资料。下面是一个地区的第四系含水层岩性及畜水性分区图。



含水层富水性分布图（单位：$m^3/24d$）
1.砂卵石含水层，单井出水量大于5000；2.砂砾石含水层，单井出水量3000—5000；3.砂及砂砾石含水层，单井出水量1500—3000；4.砂、含砾石含水层，单井出水量500—1500；5.中细砂含水层，单井出水量500—1500；6.亚砂土夹碎石层，单井出水量小于500；7.基岩区

【隔水层】 aqulfuge；impermeablelayer　重力水流不能透过的土层或岩层。一般孔隙很细小的土层，如粘土、重亚粘土、以及致密岩层，如完整的页岩、火成岩、变质岩等都是隔水层。由于隔水层的存在，使上下两层含水层没有水力联系。因此在有多层不同水质、水量的含水层地区，需要分层开采地下水时，必需确定隔水层的厚度和位置。在地下水位以下开采矿产时，为防止含水层中地下水突入矿井，必须保持隔水层的完整。含水层和隔水层的划分不是绝对的，应结合具体情况划分。

【含水岩系】 water－bearing rock series　由若干个含水层和隔水层组成，一般相当于沉积岩和变质岩的一个地层单位（系统或其一部分），同一时期形成的同一类型火成岩体（例如燕山期花岗岩）也作为一个含水岩系。划分含水岩系是水文地质测绘和水文地质制图的一项基础工作。在一个地区内某一含水岩系的分布和埋藏条件有所不同，但由于在一定的区域内有共同的地质发展历史，所以常有共同的特征。例如：华北地区中奥陶纪马家沟灰岩，由于形成后有长时期的沉积间断，古岩溶发育，一般都具有较强的富水性。

【含水岩组】 water－bearing complex　根据水文地质特征（水质、水温、富水性等）划分的水文地质单位，其界线往往与地层界线不吻合。例如：我国东部平原常划分为浅层淡水含水组、咸水含水组和深层淡水含水组。永久冻土地区常划分为冻结层上水、冻结层间水和冻结层下水。

【包气带水】 water of aeratedzone　地表面与潜水面之间的地带称包气带，或非饱和带。存在于包气带中的地下水称包气带水，它一般分为两种：一是土壤层内的结合水和毛细水，又称土壤水；一是局部隔水层上的重力水，又称上层滞水。降水入渗要通过包气带，才到达潜水面，补给潜水。

【土壤水】 soil water　包气带表层土壤层中的毛细管水和结合水。粘性土壤层中结合水含量较多，而砂性土壤层中则以毛细管水为主。土壤水中含较丰富的有机质、碳

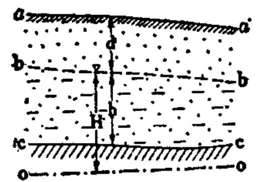
酸气和可溶盐分。土壤水的水量、水质常随气候和农业措施而有明显的季节变化，春融、春灌和雨季水分增大，随着水分下渗土壤脱盐。旱季水分因蒸发而减少，当地下水面较浅时，由于毛细管水上升，水分蒸发，水去盐留，土壤中常积聚一定盐量，土壤水的长期饱和又会形成土壤沼泽化。因此采取灌溉、保墒、排水、洗盐等农业水利措施，按季节有目的地调节土壤水量和盐分，是保证农业丰产的重要措施之一。

【上层滞水】 vadose water，perchedwater 包气带中局部隔水层上的重力水。常分布于砂层中的粘土夹层之上和石灰岩中溶洞底部有粘性土充填的部位。上层滞水由雨水、融雪水等渗入时被局部隔水层阻滞而形成，消耗于蒸发及沿隔水层边缘下渗。由于接近地表和分布局限，上层滞水的季节变化剧烈，一般多在雨季存在，旱季消失。上层滞水仅能用作季节性的小型供水，并应注意其污染问题。

【饱水带】 saturated zone，zone of saturation 地下水面以下，土层或岩层的空隙全部被水充满的地带。含水层都位于饱水带中。

【潜水】 phreatic water 地表以下，第一个稳定隔水层以上具有自由水面的地下水。潜水的自由水面称潜水面，潜水面相对于基准面的高程称潜水位，地表至潜水面间的距离为潜水埋藏深度。潜水层以上没有连续的隔水层，潜水面可自由升降，不承压或仅局部承压，同时可直接得到降水。地表水通过包气带的下渗补给。潜水位易受当地气候影响而有季节性的变化。潜水是重要的供水水源，通常埋藏较浅，分布较广，开采方便。但易受污染，应注意保护。

【潜水面】 water table 潜水的自由水面称潜水面。潜水面是一个大体与地形一致的曲面，但坡度一般小于地面坡度。潜水面可自由升降，当补给潜水的水量大于潜水的排泄量（或开采量）时，潜水面上升，反之则下降。平原地区潜水面过高，会形成土壤的沼泽化或盐碱化。过量开采潜水使潜水面下降过深时，会使已有开采井枯竭。潜水面的形状可明显地反映出潜水的补给、径流、排泄特征。



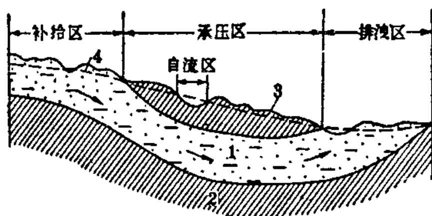
潜水 剖面

aa.地面，bb.潜水面；cc.隔水层层面；oo.测量的基准面；h.潜水含水层厚度，H.潜水水位，d.潜水埋藏深度

【潜水位】 water tablelevel 潜水面相对于基准面的高程称潜水位。潜水位是进行水文地质计算时的重要数据之一。

【承压水】 confined water 充满于上下两个隔水层间的具有承压性质的地下水。当井（孔）凿穿上部隔水层时，井中水位在压力作用下会上升超出含水层的顶面而稳定在一定的高度上。这种上升的地下水面称承压水面，它的标高称承压水位或测压水位。从承压水位到含水层顶板的距离称承压水头。当承压水位高出地面时，就能喷出地表形成自流水。承压水由于有稳定的上覆隔水层，不直接受降水和蒸发的影响，距补给

区常较远，因此对气候变化的反应不及潜水灵敏，其水质水量和水位的变化也较小。承压水是良好的供水水源，但它对矿坑和地下工程施工常造成程度不同的危害。除上述的层间承压水外，还存在着脉状承压水。



承压水盆地示意图
1.承压水含水层；2.隔水层；
3.承压水面；4.潜水面

【半承压水层】　sefniconfined aquifer　又称漏含水层。当承压含水层的顶底板岩层或其中之一为半透水层（即弱透水层）时，承压含水层就成为不完全承压的水层，称半承压水层。在半承压水层中抽水时，必须考虑越流作用的影响。

【自流水】　artesian water　承压水位高于当地地面，能自行喷出或溢出地表的地下水。过去，也有把承压水（包括不具备自流条件的承压水）通称为自流水的。

【层间水】　interstratified water　存在于上下两个隔水层间含水层中的地下水。层间水可分为承压层间水和无压层间水两类，前者的分布比后者广泛。承压层间水是由层状岩层构成的承压水。在两个隔水层间的透水层未被地下水充满的情况下，地下水仍具有自由水面时，则称无压层间水。

【孔隙水】　pore water　存在于土层或岩层孔隙中的地下水。它主要分布于松散的沉积层中，也存在于半胶结的碎屑沉积岩中。孔隙含水层一般含水比较均匀。在第四纪的冲积、洪积及冰水沉积的砂层或砂砾石层中，常有水量大、水质好、可作供水水源的孔隙水。

【裂隙水】　fissure water　存在于岩层裂隙中的地下水。根据岩层含水裂隙的产状，裂隙水一般可分为：风化带裂隙水、层状裂隙水及脉状裂隙水三种类型。

【风化带裂隙水】　fissure water in zone of weathering　山区或丘陵区基岩风化带中的裂隙水。风化裂隙是岩层的原生裂隙和构造裂隙受风化作用扩大形成，一般浅部发育，向深部逐渐减弱。故风化裂隙水分布于表层，深度一般不超过60—100米。选种水具潜水的特点、水量不大、向深部逐渐减小，是山区居民的重要饮用水源。

【层状裂隙水】　stratified fissure water　存在于成层的脆性岩层（如砂岩、硅质岩及玄武岩等）、原生裂隙和构造裂隙构成的层状裂隙中的水。一般是承压水（玄武岩台地中的层状裂隙水是潜水）。在我国华北平原浅部第四纪粘土层中有干裂裂隙形成的层

状裂隙水。

【脉状裂隙水】 veined fissure water 存在于断裂破碎带、火成岩体的侵入接触带、岩脉的节理等中的水。前者常含有丰富的地下水，后两种水量较小。脉状裂隙水具承压水的特点，含水一般不均匀。

【孔隙裂隙水】 pore－fissure water 风化较强烈的岩石中，除裂隙含水外，风化后形成的大、小空隙中也含水。这种岩石的含水性较均匀，具有某些与孔隙水相近的特征，称为孔隙裂隙水。但在成岩作用较差的砂岩或砂砾岩中（如我国的第三系和白垩系砂岩、砂砾岩）含水组，则属以孔隙水为主的裂隙孔隙水。

【岩溶水文地质条件】 karst－hydrogeological condition 可溶岩地区的地表水、地下水、地层、梅造及地形、地貌相互关联的总称。包括地下水与地表水的相互关系与转换，地下水化学成分的形成、富集、迁移及水量动态平衡与交替变化规律，洞穴系统与岩溶地下水的运动关系，地下水综合利用与开发，地下水源污染、水源枯竭条件等。

【岩溶水】 karst water 原称“喀斯特水”，是存在于可溶性岩层的溶蚀空隙（如溶洞、溶隙、溶孔等）中的地下水。岩溶水可分为潜水或承压水。可溶性岩层大面积出露的地区，岩溶水常是潜水。由于岩溶发育不均匀，岩溶潜水分布亦不均匀。它既可以具有相互联系的统一自由水面，又存在径流相对集中的暗河通道。在岩溶强烈发育的山区，岩溶潜水比较集中存在于地下暗河系统中，地下水位较深，常形成地下富水而地表缺水的现象。而在平原地区以及受某些地质结构控制所形成的汇水地区，由于暗河、溶蚀孔洞发育相连，岩溶潜水的分布相对比较均匀，水位也较浅。岩溶潜水的特点是：水量丰富而集中、富水程度不均、与地表水联系密切和具有较大的动态变化幅度。在可溶性岩层与非可溶性岩层相互成层的地区，则主要是层状岩溶承压水。它与一般承压水的特点不同的是水量大和含水不均匀。岩溶水是良好的供水水源，但对于矿坑和地下建筑工程施工，常造成灾害性的突然涌水。大量抽取岩溶水时要注意防治地面坍陷。

【溶洞水】 cavern water 岩溶水的同义语。也有仅指赋存于溶洞中的地下水的，后者亦称洞穴水。

【伏流】 subterranean stream，underground stream 地表河流经过地下的潜流段。岩溶地区的伏流，一般有较明显的进口和出口。

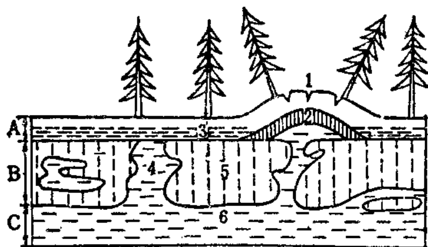
【暗河】 underground river 又称地下，指在岩溶地下通道中具有河流主要特性的水流。由地下河的干流及其支流组成的地下通道系统称地下河系。

【冻结层上水】 superpermafrost water 多年冻土层上部融冻层中的地下水。俗称“浮水”。寒冷季节常冻结成冰，温暖季节融化成水。当它全呈液态时，具有自由水面，并以多年冻结层为隔水底板，构成潜水。冬季其上部冻结时，冻结的部分成为连续的隔水顶板，下部未冻结部分的水就具有承压水的性质。冻结层上水常分布于多年冻土区地

形低洼处或宽广平缓的分水岭地区、埋藏较浅（一般0.5米左右），水量不大，常为重碳酸型淡水。

【冻结层间水】　interpermafrost water　俗称“腰水”，系埋藏于多年冻土层中的地下水，它可以是固态水或是液态水。固态水以厚度不大的冰层或冰透境体的形式存在于多年冻结层中；液态水则存在于多年冻结层的局部融区。融区实际上是冻结层上水与冻结层下水的补给与排泄的通道，一般常分布于河流的下部或向阳山坡的位置。冻结层间水的温度接近于0℃，动态较稳定，可作小型供水的水源。

【冻结层下水】　infrapermafrost water　俗称“底水”，是分布于多年冻土层下含水



多年冻土地区地下水分布图
1.醉林及冰椎；2.季节性冰层；3.季节性冻结的含水岩层；4.融区；5.多年冻结层；6.不冻结含水层；
A.冻结层上水；B.冻结层间水；
C.冻结层下水

层中的水温高于0℃的常年液态水。上部由于有稳定的多年冻土层覆盖，故一般具有承压水的特点。它的埋戴深度取决于多年冻土层底面的深度。冻结层下水动态稳定、水质较好，是多年冻土区最好的供水水源。

【冻结滞水】　water detained by freezing　节性冻结区在充气带上部冻结层中聚积的地下水。冻结层融解时，在冻结深度稍往上一些，有一个分异面。界面以上的水因蒸发而向土壤上部运行，并把可溶盐堆积于土壤表层；界面以下的水在重力作用下则向下运移。这样在分异面附近就形成了一个土壤脱盐带。这种作用称为冻结滞水的垂直分异脱盐作用（简称垂直分异作用）。由于未融化冻结层的隔水作用，上部超饱和的融化水被排出，加上大气降水及暂时的地表径流等，可以形成大面积的草甸化湿地和积水沼泽。

【冻结滞水分异面】　the dividing gurfacc of water detained by freezing　解冻期冻结滞水层中水和可溶盐向上和向下分异运行的分界面。分异面深度一般在最终解冻深度稍上的重力自由水层中。当上部土壤蒸发强度大时，分异面向下移动；如采用科学的耕作制度，进行翻地松土，增加地面植被覆盖，降低地温和土壤蒸发强度，使滞水层下部解冻的速度相对加快，分异面即可向上移动。这对于减少冻结滞水的返盐作用有很大意义。

【冻结滞水返盐作用】　effect of accumuation of salt in the surface soil because of the

water detained by freezing 分异面以上的可溶盐在解冻期随冻结滞水蒸发而向土壤表层聚积的一种作用。返盐强度取决于两个因素：①分异面以上土层的含盐量；②土地整治情况和土壤蒸发强度。当表面土层疏松形成坷拉层覆盖时，蒸发减少，冻结滞水分异面上移，则返盐受抑制；反之，特别春季有降水补给滞水时，返盐作用加强。返盐作用强烈时，冻结期地表常发生积盐现象。

【地下水水位埋藏深度】 depth of groundwater level 从地表面到地下水面的垂直深度。潜水位的埋藏深度，等于地面到潜水面的垂直深度。承压水位的埋藏深度，则是地面到钻孔揭露承压含水层时，井孔的垂直深度。

【地下水位】 groundwater level 地下水面相对于基准面的高程。通常以绝对标高计算，也称“地下水位标高”。打井时开始发现的地下水高程称为“初见水位”。经过一定时间以后，稳定在某一高程的水位，称“稳定水位”。潜水的初见水位与稳定水位一致，承压水的稳定水位高于初见水位。

【稳定水位】 steady water table（1evel） 不随时间而变化的水位。实际上地下水位都是随时间变动的、为了计算上的需要，常将一定时间、区间内变化极微小的水位作为稳定水位。

【静水位】 static groundwater level 抽水前或水位恢复后井孔中的地下水水位。

【动水位】 dynamic water level 在井、孔中抽水时，用人工控制的，井孔内地下水的变动水位。

【潜水等水位线图】 water table contour map，contour map of water table 反映潜水面形状的水位等高线图。它是根据工作区由分布较均匀的井、泉、钻孔，在同一时间内测定的潜水位，按一定等高距联结而成。它的精度取决于测点的精度。密度愈大、精度愈高。一般是以地形图为底图编绘的。等水位线图是用于了解潜水的流向、水力坡度和潜水的补给排泄情况，配合地形等高线，可进一步了解潜水埋藏深度。

【承压水等水压线圈】 contour map of piezometric surface 承压水的测压水位等高线图。它是根据一定数量钻孔在同一时间内测得的。某一承压含水层各处的静止水位资料编制而成。一般附有地形等高线和含水层顶板等高线。等水压线图可用于了解承压水的流向及其补给、排泄情况。对照地形等高线和含水层顶板等高线、可以计算埋藏深度和水头值。

【潜水埋藏深度图】 isobaths map of water table 反映一个地区某一固定时期的潜水埋藏深度在平面上变化的图件。一般按潜水埋藏深度的大小划分为若干个区间，在图上标明其分布范围. 在有地下水动态观测资料的地区，可分别编制某年某特征期的潜水埋藏深度图。

【地下水赋存条件】 ground water occurrence 地下水埋藏深度和分布范围、含水

层的类型、含水构造特点等条件。查明地下水的赋有条件包括：含水层的层数、分布的位置和深度，地下水的类型（潜水、承压水、孔隙水、裂隙水、岩溶水），以及含水层受何种构造控制等。

【地下水补给条件】 groundwater recharge 含水层自外部获得水量补充的过程称为地下水的补给。含水层的补给来源，补给量、补给方式、补给途径和补给区大小等总称地下水的补给条件。含水层中地下水的补给来源和方式主要有降水渗入、地表水渗漏和其他含水层地下水的流入等。降水渗入是地下水补给的基本来源。补给多少取决于补给面积大小、包气带的透水性、地卡水位埋藏深度、降水性质和降水量以及地形条件。当有河流通过补给区而河水位高于地下水位时，河水渗漏补给地下水。补给量大小取决于补给段的面积，河床岩层的透水性及地下水位与河水位的差值。至于其他含水层地下水的补给，必须是补给的含水层水位高于受补给的含水层，而且含水层之间有透水断裂或局部透水层连通，或者通过弱透水层发生越流补给，补给量大小取决子地下水的水位差值和连通带的范围大小和透水性。地下水的补给条件有时因人为作用而改变。查明地下水的补给条件是正确进行水量计算和地下水资源评价、合理布置给水和排水工程的基础。还可根据需要采取措施扩大或截断补给水源。

【地下水排泄条件】 grounJwater discharge 含水层向外部泄水的过程称地下水排泄。地下水的排泄方式、排泄位置、排泄量和排泄的地质条件和人为因素等统称地下水的排泄条件。地下水天然排泄方式有垂直排泄和水平排泄两种。由于各地区地理地质条件不同，垂直与水平两种排泄方式常同时存在，但有主有次，当矿井排水和开采地下水时，含水层中的地下水因大量人工排泄，会改变含水层的天然排泄条件。

【垂直排泄】 vertical discharge 地下水位抬高溢出地表或毛细管水达到地表、通过水汽蒸发而进行的排泄。在排泄区因为水分蒸发使盐分在水中积累，常形成高矿化水，造成土壤盐碱化。它是干旱平原地区潜水的主要排泄方式。由于上下含水层之间存在水头差，含水层中地下水通过顶、底板弱透水层向相邻含水层运动也是垂直排泄的一种形式。

【水平排泄】 horizontal discharge 地下水以渗透水流或泉流的形式向另一含水层或地表所进行的排泄，水分和盐分将同时泄出。这是地下水最基本的排泄方式。承压水和岩溶水常以泉和暗河等水平排泄方式在局部地区集中排泄。

【含水构造】 water – bearing structure 由含水层和隔水层组成的，具有一定水文地质规律的地质建造和构造。可分为基岩含水构造和松散沉积含水构造两大类。基岩含水构造有：向斜盆地含水构造；单斜层状含水构造；断裂含水构造；剩隙无压含水构造。松散沉积含水构造有：山前洪积含水构造；河谷冲积含水构造；湖相沉积含水构造等。

【地下水盆地】 groundwater basin 承压水盆地和潜水盆地的总称。

【潜水盆地】 phreatic water basin 四周具有比较完整隔水边界的、0 由赋存有潜水的河谷冲积层或山前冲洪积层等组成的地下水盆地。

【承压水盆地】 confined water basin 以层间承压含水层为主体的、由松散沉积物充填的大型坳陷（成山前坳陷）或基岩向斜所组成的下水盆地。在盆地边缘部份各含水层常不具有承压性，可直接接受大气降水和地表水的补给；在盆地内部第一含水层也常为潜水含水层。埋藏比较浅的承压含水层可以直接或间接向不同切割深度的沟谷排泄；深埋的、迳流迟缓的含水层中地下水常只通过弱透水层向上覆含水层排泄。

【自流水盆地】 artesian basin 一般常作为承压水盆地的同义语使用。但因为承压水盆地中并非所有（或大多数）含水层中都含有自流水，使用这一术语容易造成错觉，故目前“ 承压水盆地 ”一词比较通用。

【自流水斜地】 artesian slope 在盆地一侧由于含水层向深部逐渐尖灭、或由于单斜含水层存在而形成承压水聚集的单斜储水构造。

【断裂含水带】 water – bearing fracture zone 含水的断裂破碎带。由于构造断裂造成岩石破碎，透水性增大，常能积聚地下水或成为地下水流的通道。断裂含水带的富水性取决于断裂形成的时代、规模和力学性质，两侧岩层的力学性质和化学成分，断裂带与含水层或地表水体的水力联系以及所处的地形特征等。一般在脆性或可溶岩中，与上覆含水层或地表水体联通的张性或张扭性断裂，富水性最强。富水的断裂含水带是良好的供水水源，但也是矿坑及隧道突然涌水的通道。

【水文地质地块】 hydrogeologic massif 以裂隙水和岩溶水为主的丘陵山区。一般情况下，当地水文网对地下水的储存和运移起重要的作用，而层间水含水层一般不占主要地位。

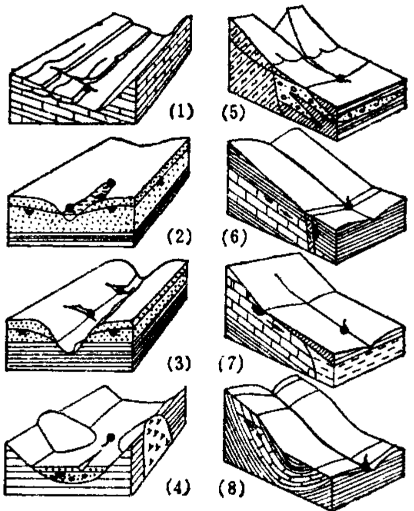
【岩溶含水地块】 water – bearing karst massif 被自然边界分割成的相对封闭或半封闭的、具有独立水循环特点的可溶岩赋水地块。自然边界包括地形边界、地层岩性边界、地质构造边界和水文地质边界（如地下分水岭等）。一般构成一个独立的水文地质单元、常有集中排泄地段（如岩溶大泉）。

【岩溶地下水系】 underground river system in karst region 又称“ 岩溶地下河系 ”。为具有一定汇水范围的、由主流及各级支流构成的岩溶地下水流。各岩溶地下水系之间的界限称岩溶地下水系的分水岭。

【地下水垂直分带】 vertical zonality of groundwater 在岩石圈的垂直剖面上地下水自上而下的有规律的分布。依地下水循环交替的强烈程度，一般自上而下划分为积极水交替带，缓慢水交替带，水交替停滞带；依地下水的化学成份和矿化度可以分为重碳酸盐为主的淡水带，硫酸盐为主的微咸水带，氯化物为主的咸水或卤水带。

【岩溶水动力垂直分带】 ertical hydrodynamic zcnality of karst water 在垂直剖面上自上而下可以划分为：包气带或垂直循环带；季节变动带，饱水带或水平循环带；虹吸管循环带。

【泉】 spring 地下水的天然露头。在含水层出露地表的适当部位，地下水便涌出地表形成泉。一般分布于山区和丘陵区的沟谷和山坡坡脚，平原区则多见于洪积扇前缘成河谷阶地前缘陡坡下。泉水可以作为供水水源。当泉水含有特殊化学组分或高于常温时，称矿泉、温泉或热泉，可用于医疗；矿化度高的泉水可供提取盐类或其它微量元素的原料。根据地下水的出露情况，泉可以分成上升泉和下降泉两大类。即具有承压水头的泉属子上升泉，反之为下降泉。下降泉和上升泉又可以根据出露地点的地层和构造条件分为不同的类型，如断层泉，侵蚀泉、自流泉等等。



泉水的基本类型
(1)悬挂泉，(2)侵蚀泉，(3)接触泉，(4)堤泉：(5)溢泉，(6)断层泉，(7)自流斜地上升泉，(8)自流盆地上升泉，1.砂，2.砂砾卵石，3.粒土，4.页岩，5.石灰岩，6.白云岩，7.片麻岩，8.火成岩侵入体，9.地下水水位，10.下降泉及上升泉

【上升泉】 ascendig spring 承压水的天然霹头，地下水受静水压力作用，上升并溢出地表所形成的泉。如断层泉、承压盆地的泉等都是上升泉。

【下降泉】 descending spring，gravity spring 非承压水的天然露头，是地下水受重力作用自由流出地表而形成的泉。

【侵蚀泉】 erosional spring 由于地形遭受侵蚀使潜水面出露地表而形成的泉。多分布于沟谷或山坡坡脚处，一般为下降泉。

【接触泉】 contact spring 一种重力泉，分布在含水层与隔水层交界处的泉。一般为下降泉。

【溢泉】 overflow spring 又称上壅泉，是潜水含水层受隔水底板局部隆起的影响，或不透水坡积层的阻挡，或构造原因形成的其他隔水岩体的阻挡，使潜水面抬高出露地表而形成的泉。

【承压水斜地泉】 artesian－slope spring 由承压水斜地泄水而形成的上升泉。常分布于出露的含水层与上覆隔水层的接触带上。

【悬挂泉】 suspended spring 由上层滞水补给。属季节性出露的泉水。我国北方群众一般称之为“空山泉”。

【堤泉】 barrier spring 潜水含水层的隔水底板局部凸起，使潜水水位壅高，出露地表形成的泉水。这种泉水在山区河谷中多有出现。

【承压水盆地泉】 artesian－basin spring 承压水盆地泄水形成的泉，一般是以泉群的形式出现，多分布于盆地内部地形较低的含水层出露处，或有利于泄水的局部构造位置，为上升泉。泉水常具有较高的矿化度和温度，例如四川盆地内的威远穹隆一带的上升泉。

【断层泉】 fault spring 承压含水层被断层所切，地下水在水压作用下，沿断裂上升至地面而形成的上升泉。断层泉在地表常呈线状排列。



断层泉
1. 含水层；2. 隔水层

【裂隙泉】 fissure spring 裂隙水流出地表形成的泉水。风化裂隙泉的流量一般较小，玄武岩的成岩裂隙泉有时流量较大。

【岩溶泉】 karstic spring 岩溶水流出地表面而形成的泉水。流量大（其流量可达数百升/秒、甚至数千升/秒），而流量的季节变化又较小的岩溶泉。岩溶泉可以直接作为集中供水的水源。

【岩溶多潮泉】 karst pulsating spring 在岩溶通道中，由于虹吸管作用，具有一定规律的周期性出流的岩溶泉，称为岩溶多潮泉。

【水下泉】 underwater spring，subaqueous spring 在水体（河、湖等）底部岩石中流出的泉水。其出露条件与一般在空气中出露的泉水不同。在近岸地带的海下出露的泉水称为海下泉，又称龙眼。

【间歇泉】 geyser 在现代火山地区存在周期性喷发水和蒸气的泉，喷发高度可达数米至数十米，泉水一般呈碱性，常含有较多的二氧化硅，有时含有硼酸等成份。

地下水动力学

【地下水动力学】 dynamics of groundwater 研究在天然条件下和在人为因素影响下，地下水在土和岩石中运动规律的学科。它是渗流力学的一个分支，是水文地质学的一门基础学科。其研究范围包括地下水运动的基本规律，地下水在饱和含水层中的运动和非饱和水流的运动，地下水流的稳定和非稳定运动，在均质和非均质介质中的运动，单相和多相流体的运动，以及在集水建筑物、水工建筑物、农田灌溉、疏干排水等影响下的地下水的运动规律，以及水位或水量的计算方法，研究各种条件下的数学模型及其解法（解析解法，数值解法和模拟方法），含水介质的水力特性和参数，水文地质参数的确定方法和室内试验原理和方法等。

【多孔介质】 porous medium 赋存流体且可使流体在其中运动的孔隙和裂隙岩层，也包括一些岩溶化较均匀的岩层。多孔介质的主要特征是：①空隙中含有多相物质（液相物质、气相物质等）；②在多孔介质的每一单位体积内均有作为骨架的固体相物质。具有较高的表面积、多孔介质中的空隙较小；③一些空隙之间互相连通，可使流体在介质中运动。

【均质介质】 homogeneous 多孔介质的某一性质（如渗透性、导水系数或导热性等）与空间位置（点的坐标）无关，在研究的区域内共性质在各处相同。

【非均质介质】 inhomogeneous medium，heterogeneous medium 多孔介质的某一性质（如渗透系数、导水系数或导热性等）随点的空间位置（坐标）而变化，在多孔介质中的不同部位渗透系数等参数均有差异，这种介质称为非均质介质。它可分为水平方向的非均质和垂直方向的非均质，后者主要指层状介质。

【双层介质】 two－jayer medium double layer medium 非均质介质的一种类型。在地下水动力学中是指由两个具有不同渗透性的土层所组成的含水系统。最常见的情况是上层为弱透水层，下层为渗透性较好的含水层。

【层状介质】 layered medium，bedded medium 非均质介质的一种类型。一般是由两个成两个以上具有不同渗透性的相互平行的均质岩层所组成。

【各向同性介质】 isotropic medium 某点的性质（如渗透性等）与方向无关，在各方向均相同的含水介质。

【各向异性介质】 anisctropic medium 某点的性质（渗透性、导热性等）与方向有关的含水介质。其渗透性一般采用渗透系数张量表示。如果平面成空间渗流区的坐标轴，取与各向异性的主方向一致时，沿坐标轴的渗透系数称为主方向渗透系数。在各向

异性的裂隙岩层中，沿断裂带发育方向（或沿岩层走向）渗透系数大于垂直断裂带方向（或垂直于岩层走向）的渗透系数，沿这两个主方向常是渗透系数的最大值和最小值。

【双重介质】 binary medium 具有裂隙和孔隙两种介质性质的含水介质。例如，裂隙发育的砂岩地层，岩体被发育较均匀的裂隙系统交错切割成岩块，裂隙系统连通性较好，是主要导水系统；岩块具有较大的孔隙度，孔隙（或小溶孔）中含有孔隙水，裂隙系统以导水为主，孔隙系统以贮水为主，两者互相连通。由于裂隙系统透水性强，孔隙系统透水性弱，当抽水时、裂隙水系统的水位下降较快，并逐渐得到孔隙水的补给；孔隙水系统水位下降较慢，延滞给水效应明显。

【渗流】 filtration，seepage，percolation 流体（地下水、石油、天然气等）在多孔介质中的运动。

【渗流区】 seepage area 渗透水流所占有的空间区域。在渗流区内任一点均具有一定的水头和渗透速度，水头和渗透速度是渗流区内点的坐标和时间的函数。因此，渗流区也常称为渗流场。

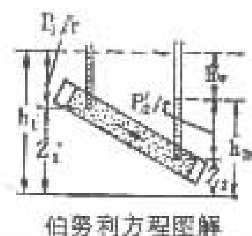
【渗透水流】 seepage flow 假想的充满整个多孔介质的空隙和岩石骨架的全部体积的水流。在地下水渗流理论的研究中，以这种假想水流代替只在空隙中运动的实际水流，来研究多孔介质中流体的总体平均的运动规律；并且认为假想水流通过任一断面的流量、水位以及所受的水力阻力均应与实际水流相等。

【伯努利方程】 流体力学基本方程之一。在稳定运动情况下，不可压缩的流体，沿同一流线上的各点，在运动中满足下列关系：

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_w = 常数$$

方程中，Z 为水流质点在基准面以上的垂直高度；P 为该点单位面积上流体的压力；v 为流体在该点处流动速度；γ 为流体单位体积的重量；g 为重力加速度；下标 1，2 表示相应的水流断面 1 和 2；h_w 为水流断面 1 和 2 间的水头损失。伯努利方程表示在同一流线上，各点的位置高度、压力水头、速度水头和水头损失之和为一常数。在水流速度很小时，速度水头可忽略不计。

【压力水头】 pressure head 作用在单位面积上的压力 P 与流体单位体积重量 γ 的比值（P/γ）。又可理解为比重为 γ 的单位重量水所具有的压力势能。其量纲为〔L〕。



伯努利方程图解

【测压水头】 piezometric head 在比重为 γ 的水中某一点的位置高度 Z 与压力水头 P/γ 之和。

$$H = \frac{P}{\gamma} + Z$$

【速度水头】 velocity head 又称速度高度，即流体运动速度 V 的平方与两倍的重力加速度 g 的比值 $V^2/2g$。量纲为〔L〕。速度水头又可理解为单位重量流体所具有的动能。

【水头损失】 head loss 单位重量流体在流动过程中，由于流体内部摩擦及克服局部阻碍所消耗的机械能。其量纲为〔L〕。

【质量守恒定律】 law of mass conservation 自然科学中的基本定律之一。是指在通常条件下任何与周围隔绝的物质系统中，不论发生何种变化或过程，其总质量始终保持不变。对一般条件下的地下水（密度变化很小时），常以体积守恒，即水均衡原理采表征质量守恒定律。

【达西定律】 Darcy’s law 又称线性渗透定律。法国学者达西于 1856 年通过实验获得的地下水在多孔介质中渗流的基本定律。在均质各向同性多孔介质中，一维渗透水流的流量 Q 与垂直水流方向的整个横断面面积 F、水头差 ΔH 呈正比，与渗透路程长度 L 呈反比。达西定律的第一种形式为：

$$Q = \sqrt{\frac{\Delta H}{K}}$$

式中，K 为比例常数。当把水力坡度 $J = \Delta H/L$ 及单位流量（指流过垂直水流方向单位横断面的流量）$V = Q/F$ 代入上式，得到达西定律的第二种形式：

$$V = KJ$$

式中，V 又通称为渗透速度，或达西速度；K 又称为渗透系数。对三维渗透水流，达西定律的第三种形式：

$$V = KJ = -K\mathrm{grad}H$$

式中，V 为渗透速度向量，在 X，Y，Z 方向分别有速度分量 V_x，V_y，V_z；$J = -\mathrm{grad}H$；J 为水力坡度向量，在 X，Y，Z 方向分别有 $J_z = -\partial H/\partial x$，$J_y = -\partial H/\partial y$，$J_z = -\partial H/\partial z$；K 为多孔介质渗透系数。对非均质各向同性介质中的渗流 K = K（x，y，z），K 为各点坐标的函数，V = K（x，y，z）·J 仍适用。

【非线性渗透定律】 law of nonlinear flow 又称福希海默定律。当地下水渗透速度较大，雷诺数超过一定界限（约大于 1—10 左右）时，地下水运动开始偏离达西定律。1901 年福希海默（Forchheimer）根据试验资料得出二项式渗透定律

$$J = aV + bV^2$$

式中，J 为水力坡度；v 为地下水渗流速度；a 和 b 是由试验确定的常数，一些学者根据实验研究了系数 a、b 与液体和介质性质的关系，表明系数 a 与液体粘滞系数呈正比，与颗粒粒径、孔隙度呈反比；系数 b 与孔隙度、颗粒粒径呈正比，与温度及粘滞度无关。1958 年伊尔梅指出：当雷诺数小于 1 时，渗流中主要是粘滞力起主导作用，此时可

忽略第二项 bV^2，而得到达西定律，其中 $a=1/K$；当雷诺数大于 1 时，bV^2 与 aV 两项的数量级，即惯性力与粘滞力的作用大体相当时，出现非线性的渗透；当雷诺数大于 100 时，水流具有紊流的特点；当雷诺数非常大时，a 接近于零，可以得到紊流定律，

$$J=bV^2$$

斯姆列克尔给出一种 J 与 V 呈指数关系的公式：

$$J=CV^n \quad (1<n<2)$$

式中，C，n 为由试验确定的常数。一些学者给出了 J 与 V 不同形式的关系式，经伊尔梅的严格理论证明，认为二项式渗透定律具有合理的基础。上述渗透水流的水力坡度与渗透速度的非线性关系式称为非线性渗透定律，用它来描述多孔介质中偏离达西定律的渗透水流的运动规律。

【紊流定律】 law of turbulent flow 又称克拉斯诺波尔斯基定律（Krasnopolsky ' s law）属于非线性渗透定律。一般是指地下水的渗透速度与水力坡度的 1/2 次方呈正比的关系式：$V=K_t\sqrt{J}$。式中，V 为地下水渗透速度；J 为地下水水力坡度；K_t 为紊流运动时岩石的渗透系数。

【雷诺数】 Reynolcds number 表示管内水流惯性力与粘滞力的比值的量。它是作为判别层流与紊流状态的指标。同样，对多孔介质中的水流，也用雷诺数判别层流和紊流运动状态。雷诺数与地下水渗透速度、颗粒平均粒径呈正比，与流体粘滞系数呈反比，一般表示为：

$$R_e=\frac{V_d}{v}$$

式中，R_e 为雷诺数；V 为地下水渗透速度；d 为含水层颗粒的平均粒径；v 为地下水的运动粘滞系数。当水流速度很慢，雷诺数较小时，质点间的粘滞力占优势，水流呈层流状态。一些研究者认为临界雷诺数在 100 左右，大于临界雷诺数时，水流由层流转变为紊流状态。雷诺数除受粘滞力作用外，还受与岩石颗粒大小、形状有关的惯性力的控制。

【层流】 laminar flow 液体流动的一种状态，液体质点彼此不相混杂、迹线呈平行的流动状态。层流运动时大多数情况下水力坡度与流速的一次方成正比：

$$I=K_1V$$

式中 I 为水力坡度；V 为流速；K_1 为系数。只有在液体流速不很大时才可能保持层流运动。当流速超过临界值时，流动状态开始转变为紊流。临界流速取决于过水断面的大小及液体的特性（密度和粘滞性），对于一般地下淡水则取决于过水孔隙的大小和裂隙的宽度。在孔隙砂层及一般裂隙岩层中，运动的地下水一般都处于层流运动状态。



层流
1.颗粒；2.结合水薄膜；3.水流方向

【紊流】 turbulent flow 液体的一种流动状态，紊流时液体质点彼此混杂相撞，运动迹线极不规则。因此运动时的水头损失比层流运动大。紊流运动时水力坡度与流速的平方成正比。

$I=K_2V^2$ 式中 I 为水力坡度，K_2 为系数，V 为流速。当地下水流速超过临界实际

流速时，地下水可能产生紊流运动。如在宽度很大的岩溶通道中地下水可能出现紊流运动。



紊流
1.颗粒，2.结合水薄膜，3.水流方向

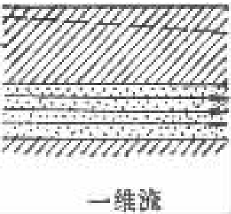
【混合流】　eombined regim of groundwater flow　地下水流在统一的运动场中，层流与紊流两者同时并存的状况。例如在太孔隙或较宽的裂隙中，地下水呈紊流运动；在细小的孔隙或裂隙中地下水呈层流运动。根据水力学的研究证明不存在层流与紊流运动间的过渡性混合流态，故混合流不是独立的流态，而是二种流态在一定条件下同时并存。

【地下水稳定运动】　steedy flow of groundwater　在一定的观测时间内，水位（水头）、流量、流速、运动方向等渗流要素基本上不随时间变化的地下水运动。

【地下水拟稳定动态】　quasi－steady regime of groundwater　地下水非稳定运动的一种类型，是指对非稳定运动的每一个时刻能近似用稳定运动方程描述时的地下水运动状态。

【地下水非稳定运动】　unsteady flow of groundwater　水位（水头）、流量、流速、运动方向等要素随着时间变化的地下水运动。

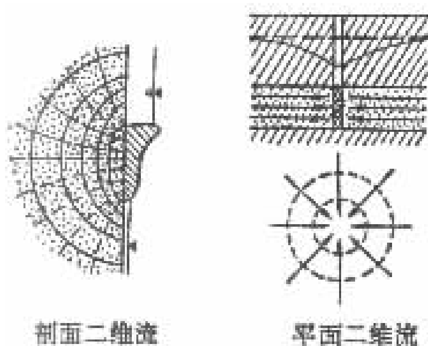
【一维流】　one－dimensional flow　渗流的一种类型。其特点是渗流要素（水位、流速等）仅随一个座标变化，即渗流场内水流速度向量有一个分量，所有的流线均彼此平行，与此正交方向上的分速度等于零。所以它又称线性运动。如图示承压水流，当它的厚度和宽度沿流向均不变时，所有的流线都是平行直线，是典型的一维流。



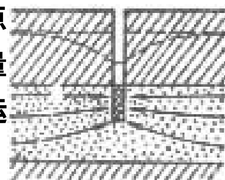
一维流

【二维流】　two－dimensional flow　渗流的一种类型。其特点是渗流要素（水位、流速）随两个座标变化。即渗流场内水流速度向量可分为两个分量，所有的流线都与某一固定平面平行，与此平面正交的分速度等于零。所以它又称平面运动。如果固定平面是一个剖面，速度向量可分为一个垂直分量和一个水平分量，则称剖面二维流。如图示坝基渗流，当坝轴线很长时，所有流线都与剖面平行，属剖面二维流。若固定平面是水平的平面，速度向量可分为两个水平分量，则称平面二维流。如图示流向完整井的承压水流，水流由四周流向井位，当含水层厚度固定时，所有流线都与上下隔水层面平

行，是典型的平面二维流。



【三维流】 three - dimenslonal flow 渗流的一种类型。其特点是渗流要素（水位、流速随三个座标变化，即渗流场内水流速度向量可分为三个分量，所有流线不与任何直线或平面平行，故又称空间运动。如图示流向非完整井的承压水流，就属于三维流。



【均匀流】 uniform flow 地下水的流速大小或方向沿着流程保持不变的流动。

【非均匀流】 nonuniform flow 地下水的流速大小或水流厚度沿流程改变的流动。

【多相流】 multiphase flow 两种或两种以上不混合的流体在渗流区内同时发生的流动。如石油和水，或石油、水和气在含油层中的流动。

【无限含水层】 infinite aquifer 抽水井或井群的降落漏斗在平面上可自由地向外扩散，而不受含水层实际边界影响的含水层。

【半无限含水层】 semi - infinite aquifer 抽水井或井群的降落漏斗一侧可自由扩展，而另一侧受到含水层实际直线边界（补给边界或隔水边界）的限制不能继续向外扩展的含水层。

【流网】 flow net 在平面图成剖面图上由反映地下水在渗流场中运动方向，流速等要素的两组互相正交的流线和等势线所组成的网。流线是指地下水质点沿水头（水位）降低方向运动的轨迹，在轨迹上任一点的切线与此点的流动方向相重合；等势线是与流线呈正交的等水头线（或等水位线）。运用流网可以计算流速，从而可计算流量。

【流线】 stream line flowline 地下水质点沿水位降低方向运动的轨迹，在轨迹上任一点切线与该点流动方向重合，参见“流网”。

【等势线】 equipotential line 与流线呈正交的各点水头值（或水位值）相等的曲线，参见“流网”。

【地下水流速】 velocity of groundwater flow 地下水在含水层中的运动速度。地下水流速有实际速度、实际平均速度和渗透速度三种概念。

【地下水实际流速】 actual velocity of groundwater flow　水流在含水层空隙中的真实流动速度。由于空隙的大小、形状不同，故水流所受阻力有差别，故水流在含水层中不同位置的实际流速是不等的、变化也较复杂。实际流速多用于分析含水层中运动的性质。

【地下水实际平均流速】 actual average velocity of groundwater flow　通过含水层过水断面的流量除以断面上空隙的面积所得之值。即：

$$u = \frac{O}{F \times n}$$

式中：Q 为通过含水层断面的地下水流量；F 为垂直水流的含水层断面积；n 为含水层的孔隙度；u 为地下水实际平均流速。实际平均速度可用野外试验方法测定，是判别水流运动状态的指标，也可用于地下水动力学计算。

【渗透速度】 seepage velocity　渗透水流的速度。可以下式表示：

$$V = \frac{Q}{F}$$

式中：Q 为通过断面地下水的流量；F 为垂直水流的过水断面面积。渗透速度 V 与实际平均速度 u 的关系是 $V = u \times n$，n 为孔隙度。参见“渗透水流”。

【过水断面】 water - carrying section　与地下水流向垂直的含水层断面。由于水流有多种形式，过水断面也有各种形状。例如，平行水流的过水断面近似于平面，扇形水流的过水断面为一弧形曲面，抽水井周围的辐射水流的过水断面近似圆柱面。它们的主要水力特征是同一过水断面上的水位（水头）相等。进行水文地质计算时，须确定过水断面位置、形状和面积。

【水力坡度】 hydraulic gradient　又称水力梯度，是地下水流动方向上的水面坡度即降落曲线坡度。水力坡度是一个向量，方向与流向一致，而大小等于单位流径长度上的水位下降值（即水头损失），A、B 两点间平均水力坡度为：

$$I = \frac{H_t - H_2}{L}。$$

水力坡度有时可反映地下水径流条件的好坏，透水性愈强的地段水力坡度愈小，而在同一岩性中水力坡度愈大，说明地下水流动愈快。

【初始水力坡度】 initial hydraulic gradient　粘性土中的地下水克服结合水的抗剪强度、使之发生流动所必须具有的水力坡度。

【自由表面】 free /surface　又称浸润水面。即含水层的空隙与大气相通，其压力等于大气压力的那一部分边界面。

【自由表面曲线】 curve of free surface　亦称浸润曲线。自由表面与垂直剖面的交线，为一流线。

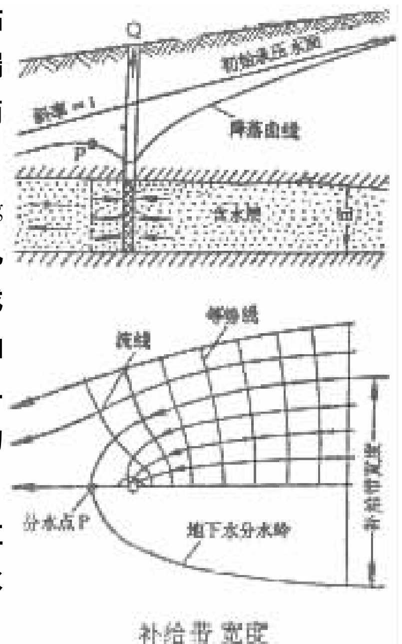
【渗出面】 surface of seepage；outfolw face；seepage face **当潜水从土坝（或河间地块）流出时，浸润曲线与土坝斜坡（或岸边）的交线高于地表水体的水面，地下水不是直接流入地表水体，而是从交点渗出土坝，然后沿斜坡流入地表水体。在此表面上，压力等于大气压力，这种表面称为渗出面，亦称渗出段。**

【降落曲线】 depression curve **渗透水流沿流向因摩擦损失，不断产生水位下降，所以潜水面和承压水的测压水面总是带有一定坡度的曲面。曲面与沿流向方向的剖面相交的曲线，称降落曲线，习惯称潜水的降落曲线为浸润曲线，承压水的降落曲线为测压水头曲线。**

【降落漏斗】 cone of depression **因在井、孔中抽水形成的漏斗状水位下降区。降落漏斗以抽水井为中心，距水井愈近水位下降愈大，水面坡度愈陡；距水井愈远水位下降愈小，水面坡度愈缓。对于被井、孔开采的承压含水层，在井孔附近形成虚拟的承压水水头降落漏斗。**

【影响半径】 radius of influence **降落漏斗的周边在平面上投影的半径。影响半径的大小与含水层的透水性、抽水延续时间、水位降深等因素有关。影响半径可按抽水时各观测孔实测的水位降低值按作图法测求，亦可按不同条件下的经验公式根据抽水试验得到的参数计算求得。**

【引用影响半径】 reduced radius of influence **钻孔或地下坑道系统抽水时形成的不规则近圆形降落漏斗，为了计算方便，可将降落漏斗周边圈定的面积简化为等面积的圆形半径。**



补给带宽度

【补给带宽度】 limit of ground －water entering well **在有天然径流的含水层中抽水时，流入抽水井孔的地下水流宽度即为补给带宽度。其测定方法为先找出抽水井孔下游的分水点** P **（此点以上的地下水流向抽水井孔，此点以下的地下水仍流向下游），从** P **点作与等水位线垂直的流线，按流线在上游来受抽水影响的等水位线上截取宽度求得。**

【水位降深】 drawdown **从井、孔中抽水，水位会下降，由抽水前井内的静止水位至抽水后的下降水位之间距，称水位降深。**

【井孔最大涌水量】　maximum yield of well　**能从井孔中抽出的最大水量。它反映井孔的最大出水能力，是表示含水层富水性的一项指标。当井孔中水位降深达到最大水位降深值时、井孔中的涌水量即为最大涌水量。**

【单位涌水量】　specific yield　**抽水试验时井孔内水位每下降一米时的涌水量。它是对比含水层出水能力大小的重要指标。**

【水跃】　hydraulic jump，pressure jump　**潜水井抽水水位降深较大时，井壁含水层中的水位高于井中水位的现象。壁内外的水位差值称水跃值。水跃值随水位降深的增加而增大，产生水跃的原因，一般认为是孔壁附近由于水流阻力增大，特别是由于过滤器的阻力所致。按流网分析，井壁外等水位面呈凹向井壁的曲线。这是因为只有当井内外有水位差时地下水才能流入井内，故潜水井抽水必然有水跃现象。据实验研究，水跃值大小与井的类型、水位降深值、含水层透水性和过滤器的结构等因素有关。水跃值较大时，计算中应对井中水位进行修正。水跃值可实测，也可按经验公式计算求得。**

【水跃值】　value of hydraulic jump　**井孔抽水时，井壁含水层中的水位高出井中水位的差值，参见“水跃”。**

【井损】　well loss　**抽水井中由于水流通过滤水管和在井管内运动的水流所引起的水头损失。抽水井中的水位下降通常可表示为：**$S = BQ + CQ^n$ **式中** Q **为抽水量，**B，C，n **为常数，通常** $n = 2$，BQ **项表示含水层阻力所引起的水头损失。**CQ^n **项表示井损。在潜水和承压含水层中的抽水井，无论稳定流和非稳定流抽水情况下，在水位下降较大时，均产生较明显的井损。**

【裘布依公式】　Dupuit’s equation　**地下水流向井内的平面流稳定运动公式。这个公式是法国水力学家裘布依（**Jules - Juvenal Dupuit 1804—1866**）在达西定律的基础上导出的。裘布依推导公式时的假定条件是：①含水层是均质、各向同性、等厚、水平的；②地下水为层流，符合达西定律，地下水运动处于稳定状态；③静水位是水平的；抽水井具有圆柱形定水头补给边界；④对于承压水，顶底板是完全隔水的；对于潜水，井边水力坡度不大于** 1/4**，底板完全隔水。裘布依公式为：**

$$\text{承压水完整井}\quad Q = \frac{2\pi kM(H - h_0)}{\ln R - \ln r_0}$$

$$\text{潜水完整井}\quad Q = \frac{\pi k(H^2 - h^2)}{\text{in}R - \text{in}r_0}$$

式中，Q **为井的涌水量；**H **为距抽水井** R **处的水位；**h_0 **为抽水稳定时的井壁水位；**r_0 **为井的半径；**R **为影响半径。**

【泰斯公式】　Theis equation　**是** 1935 **年美国水文学家泰斯（**Theis，Charles Vernon**）以地下水弹性动态理论与热传导理论的相似性为基础，导出的承压含水层中地下**

水流向井的平面非稳定流运动公式。其假定条件是：①含水层为均质、等厚、各向同性、水平、无限分布；②无水平和垂直补给；③地下水呈层流、平面运动；④地下水的初始水力坡度为零；⑤抽水井的孔径可视为无穷小。泰斯公式为：

$$s=\frac{Q}{4\pi T}W(u),\quad u=\frac{r^2}{4at}$$

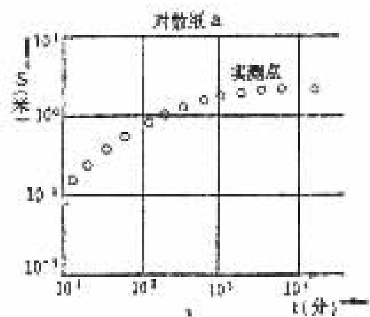
式中：s 为计算点任一时间的水位降；a 为压力传导系数；t 为从抽水起算到计算时刻的延续时间；r 为计算点到抽水井的距离；T 为导水系数；W（u）为井函数，等于积分指数函数。泰斯公式在 s≤0.3H 时，可用于潜水，得：

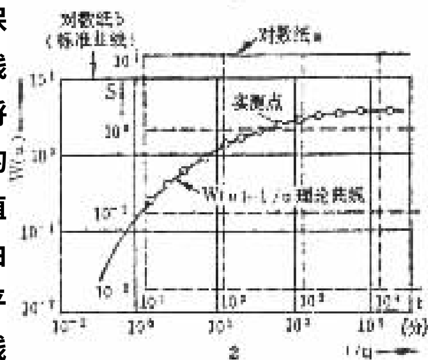
$$(2H-s)\ s=\frac{Q}{2\pi k}W(u)$$

【标准曲线法】 type－curve method 也称配线法，是地下水非稳定运动理论公式的图解法。以单井泰斯公式为例，其原理和方法如下：理论公式为：

$$s(r.t)=\frac{Q}{4\pi T}W(u);$$

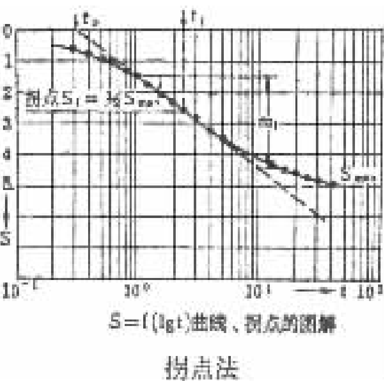
W（u）为井函数；u 为井函数的自变量 $u=r^2/4at$，故 $t=(r^2/4a)\cdot(1/u)$。分别对上式取对数，则 lgs－lgW（u）＝lg（Q/4πT）＝常数；lgt－lg（1/u）＝lg（r^2/4a）＝常数（对于某一观测孔，r 为定值）。抽水时间 t 与观测孔水位降深 s 的关系，和（1/u）与井函数 W（u）的关系是一致的，因此 lgt 与 lgs 构成的曲线和 lg（1/u）与 lgW（u）构成的曲线的形状相同。按两个坐标制成的曲线，在保持对应坐标平行移动时，两曲线必定重合，重合线上的任一点即是两曲线的共解。根据此原理，若将观测孔不同时间观测的水位降深值，点绘在透明的双对数纸上（图 1），然后将它重叠在按井函数表值用相同比例尺绘制的 lgW（u）－lg（1/u）理论曲线图上（亦称量板），使两对数纸纵横坐标互相平行，移动纸 a，使实测点完全重合在理论标准曲线上（如图 2）。读出对应的 W（u）、s、t、和（1/u）值，代入 s＝（Q/4πT）W（u），即可求得导水系数 T 和压力传导系数 a 值。根据同样原理，可将不同水文地质条件下，不同公式中的各种井函数及其自变量，绘制成各种标准曲线，按类似方法进行求解。





标准曲线法

【拐点法】 inflexion－point method 是在有越流补给时，利用抽水试验资料求含



拐点法

水层参数的一种图解法。其方法是：当有越流补给时，单井非稳定流公式 $s=(Q/4\pi T)\ W(u,(r/B))$ 在 $s-\lg t$ 的坐标系内一定存在一个拐点。若对公式进行两次对 $\lg t$ 的微分，并令微分等于零，即所求得曲线的拐点和斜率。进行一定数学换算后，可得包含有拐点的斜率 m_t、拐点处水位降深 si 和有关参数的关系式 $2 \cdot 3s_1/m_1 = e^{r/B}k_0(r/B)$。这样就可以用非稳定抽水试验时，主孔或观测孔的水位观测资料，作出 $s=f(\lg t)$ 曲线（如图），用图解确定出拐点和拐点的斜率和水位降深值。然后代入关系式求出 $e^{r/B}$、$k_0(f/B)$，查有关数值表可得 $e^{r/B}$和 f/B 值，按 $B=r/(r/B)$，得出 B 值。最后将上述求得各值代入半对数拐点法的相应公式，即可求得含水层的压力传导系数 a、导水系数 T、渗透系数 K、释水系数 S、及越流系数 K'/m' 等。（式中：B 为越流因素；r 为观测孔距主孔的距离或主孔的半径）

【水文地质参数】 hydrogeological parameter 反映含水层或透水层水文地质性能的指标。如渗透系数、导水系数、水位传导系数、压力传导系数、给水度、释水系数、越流系数等，都是基本的水文地质参数。水文地质参数是进行各种水文地质计算时不可缺少的数据。一般是通过勘探试验测求水文地质参数。

【渗透率】 specific permoability intrinsic permeability 压力梯度为 1 时，动力粘滞系数为 1 的液体在介质中的渗透速度。量纲为〔L^2〕。是表征土或岩石本身传导液体能力的参数。其大小与孔隙度、液体渗透方向上空隙的几何形状、颗粒大小以及排列方向等因素有关，而与在介质中运动的液体性质无关。根据达西定律：

$$V = -(k/\mu)\ \partial P/\partial 1$$

式中，V 为渗透速度；P 为压力；1 为渗透距离；μ 为液体动力粘滞系数；k 为土或岩石的渗透率。当压力梯度为 1 大气压/厘米、动力粘滞系数为 1 厘泊、渗透速度为 1 厘米/秒时，渗透率为 1 达西。1 达西约等于 10^{-8}厘米^2。

【渗透系数】 seepage coefficient，coefficient of permeability 又称水力传导系数，是水力坡度为 1 时，地下水在介质中的渗透速度。为表征介质导水能力的重要水文地质参数。渗透系数不仅与介质性质有关，还与在介质中运动的地下水的粘滞系数、比重及温度等物理性质有关。根据达西定律：

$$V = -k\partial h/\partial 1$$

式中，V 为渗透速度；h 为地下水水头；i 为渗透距离；k 为介质的渗透系数，量纲为〔L/T〕。其与渗透率的关系为 $K = r \cdot k/\mu$（K 为渗透系数；k 为渗透率；γ 为地下水的比重；μ 为地下水动力粘滞系数）。从关系式中可知渗透系数与水的粘滞系数成反比，

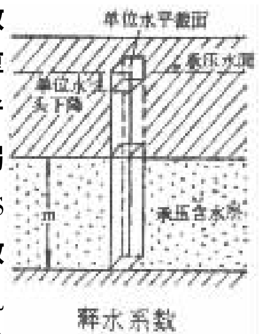
而后者随温度的升高而减小，因此，渗透系数随温度的升高而增大。在地下水温度变化较大时，应作相应的换算。在地下水矿化度显著增高时，水的比重和粘滞系数均增大，渗透系数则随之而变化。在这种情况下，一般采用与液体性质无关的渗透率较为方便。

【导水系数】 coefficient of transmissivity，transmissivity **表示含水层全部厚度导水能力的参数。通常，可定义为水力坡度为** 1 **时，地下水通过单位含水层垂直断面的流量。导水系数** T **等于含水层渗透系数** K **与含水层厚度** m **的乘积。量纲为〔**L^2/T**〕。**

【有效孔隙度】 effective orosity **相互连通的孔隙体积与土或岩石总体积之比，一般用百分数表示。有效孔隙体积不包括结合水和气体所占的体积，仅指地下水可以在其中流动的部分。**

【单位释水系数】 specific storativity，specific storage **又称单位贮水系数或贮水率。是在水头平均下降一个单位时，由于水的膨胀和岩层的压缩，在单位体积含水层（或弱透水层）中释放的水量；或者在水头平均上升一个单位时，其所贮进的水量。量纲为〔**1/L**〕。单位释水系数是表征含水层（或弱透水层）释水（贮水）能力的参数，其表达式为：**$S_S=\gamma(n\cdot\beta w+\beta s)$**，其中，**$\gamma$ **为水的比重，**n **为孔隙度。**βw **为水的体积弹性压缩系数，**βs **为岩层骨架的体积压缩系数。**

【释水系数】 coefficient of storage，storativity **又称贮水系数或弹性给水度。水头下降一个单位时，从单位面积含水层全部厚度的柱体中，由于水的膨胀和岩层的压缩而释放出的水量；或者水头上升一个单位时，其所贮入的水量。它是表征含水层（或弱透水层）全部厚度释水（贮水）能力的参数。含水层释水系数** S **（对承压含水层常用/**μ^* **表示）等于含水层厚度** m **与单位释水系数** S_s **的乘积，即** $S=mS_s$**。对潜水含水层总释水系数** $S=\mu+hS_s$**，**μ **为给水度；**h **为含水层厚度，**S_s **为潜水含水层单位释水系数。一般因** $\mu\geqslant hS_s$**，所以通常以给水度近似代表潜水含水层的总释水系数** S**。**



释水系数

【弹性容量系数】　指水头降低一个大气压时，单位体积承压含水层，由于含水层骨架和孔隙的弹性压缩和水体积的弹性膨胀而释放的重力水体积。

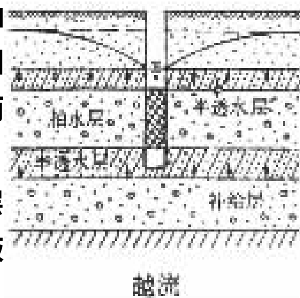
$$\beta^*=n\beta_{水}+\beta_{岩}$$

式中：n **为含水层的有效孔隙度；**$\beta_{水}$ **为水的体积弹性压缩系数随温度、矿化度、饱气程度而变动于（**$2.7-5$**）**$\times10^{-5}$1/**大气压）之间；**$\beta_{岩}$ **为岩层的体积弹性压缩系数，随岩性及胶结程度而改变，变动于（**$0.3-2$**）**$\times10^{-5}$1/**大气压）之间。**

【压力传导系数】 coefficient of pressure conductivity **又称水力扩散系数，为导水系数与释水系数之比。它表征在弹性动态条件下承压含水层中水头传递速度的参数。压力传导系数** $a = T/S$（T **为导水系数；**S **为释水系数）。量纲为**〔L^2/T〕。

【水位传导系数】 coefficient of water－level conductivity **也称水力扩散系数。它表征在弹性动态条件下潜水含水层中水位变化传播速度的参数。水位传导系数** $a_w = K\bar{h}/\mu$（K **为渗透系数；**$\bar{h}$ **为潜水含水层平均厚度；**M **为给水度）。量纲为**〔L^2/T〕。

【越流】 leakage **是在含水层组中对某一含水层进行抽水时，当抽水层的顶底板岩层或其中之一为半透水层（如图示），相邻含水层水在水头差的作用下，通过半透水层渗透而进入抽水层的现象。**



越流

【越流补给】 leakage rechargel **抽水层通过相邻含水层的越流作用而得到的补给。越流补给有时还包括抽水层顶底板半透水层的弹性释放量。**

【越流系统】 leakage system **由抽水层（含水层）、半透水层（弱透水层）、和补给层（相邻含水层）所组成的系统（参见越流的附图）。越流系统可分三类：第一类，半透水层的弹性释放量可忽略不计，而在主含水层抽水期间补给层的水头不变；第二类，半透水层的弹性释放量较大、计算时不可忽略，其它条件与第一类相同；第三类，补给层的水头随主含水层的抽水情况而变动，并考虑半透水层的弹性释放量。**

【越流系数】 leakage coefficient **表征弱透水层垂直方向上传导越流水量能力的参数。即当抽水含水层（主含水层）与上部（或下部）补给层之间的水头差为一个单位时，垂直渗透水流通过弱透水层与抽水含水层单位界面的流量。换言之，是指含水层顶（底）板弱透水层的垂直渗透系数** K' **与其厚度** m' **之比值，即** K'/m'。**量纲为**〔$1/T$〕。

【越流因数】 leakage factor **表征在越流系统中越流作用的综合参数。它与抽水含水层的导水系数及弱透水层的越流系数有关，若仅通过含水层顶板（或底板）的弱透水层发生越流时，越流因数** $B = \sqrt{T/(K'/m')}$；**若从顶底板弱透水层均发生越流时，**

$$B = \sqrt{T/(K'/m' + K''/m'')}$$

Δ 式中 T **为抽水含水层的导水系数；**K'，K'' **分别为顶、底板弱透水层的垂直渗透系数；**m'，m'' **分别为顶、底板弱透水层的厚度。抽水含水层导水系数愈大，弱透水层越流系数愈小，则** B **值愈大，越流量愈小。对于完全不透水层，越流因数为无限大。**

【疏干因数】 factor of drainage **表征潜水含水层缓慢重力给水作用的参数。疏干因数** $B' = \sqrt{T/(\alpha\mu)}$**，式中** T **为导水系数；**α **为延迟指数的倒数；**μ **为给水度。疏干因数随着岩层给水速度的加快而增大，如岩层给水是瞬时的，则** B'**等于无限大；反之亦然。量纲为〔L〕。**

【延迟给水效应】 effect of delayed gravity drainage **在潜水含水层中抽水后，重力给水的延迟现象。从潜水含水层中抽，水开始为弹性释水，然后才开始重力给水，且强度不断增加，从而使水位下降速度减慢，并使单位水位下降，单位体积岩层的给水量递增，直至趋于固定值，接近于给水度。**

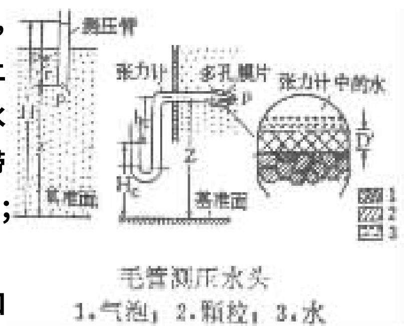
【延迟指数】 delay index **表示潜水含水层延迟给水对水位降深影响持续时间的一个指标。一般来说，延迟指数** $1/\alpha$ **随重力给水介质粒度的减小而增大，即介质颗粒愈细，延迟指数** $1/\alpha$ **愈大，从而延迟给水效应影响的持续时间愈长。重纲为〔1/T〕。**

【降水入渗系数】 infiltration coefficient of precipitation **一个地区单位面积上降水入渗补给地下水的量与总降水量的比值，常以小数表示。一般按不同岩性分别给以不同的经验数据，或用实测法确定。**

【毛管压力】 capillary pressure **在多孔介质的非饱和水流中，空气与水的界面上的压力不连续，非湿润相（空气）的压力** P_{nw}**与湿润相（水）的压力** P_w **之间存在差值** $P_c = P_{nw} - P_w$**，这个差值称为毛管压力。当以空气的压力** P_{nw}**作基准时** $P_{nw} = 0$**，毛管压力** $P_c = -P_w$**。**

【毛管压力水头】 capillary pressure head **毛管压力** P_c **与水的比重** γ **的比值** h_c**，称毛管压力水头，亦称负压，即** $h_c = \dfrac{P_c}{\gamma}$**，以水柱高度表示的毛管压力，**$h_c$ **的量纲为〔L〕。**

【毛管测压水头】 capillary piezometric head，capillary hydraulic head **在非饱和水流中，基准面以上任一点的总水头** H_c**，由此点的位置头** z **和毛管压力水头** h_c **组成，可表示为：**$H_c = z - h_c$**，**H_c **称为非饱和带中任一点的测压水头；**z **为此点在基准面以上的高度；**h_c **为毛管压力水头。**



毛管测压水头
1.气泡；2.颗粒；3.水

【有效渗透率】 effectvive permeability **在非饱和水流运动条件下的多孔介质的渗透率。它是容积含水量** w **的函数。有效渗透率** $k(w)$ **与有效水力传导系数** $K(w)$ **的关系为** $k(w) = K(w)\mu/\gamma$**，其中** γ **为水的比重；**μ **为水的动力粘滞系数。**

【非饱和渗透系数】 unsaturated hydraulic conductivity 又称“有效水力传导系数”、“毛管传导系数”。在非饱和水流运动条件下多孔介质的渗透系数。它是非饱和土容积含水量 w 的函数，是一个变量。由于在非饱和土中，空气占据了一部分孔隙，使水流的过水断面相应减小，水流运移的轨迹更加弯曲。因此，非饱和渗透系数 K（w）总是小于饱和的渗透系数 K。量纲为〔L/T〕。

【非饱和水流扩散系数】 diffusivity of unsaturated flow 非饱和水流垂向运移时，达西定律可写成：

$$V = K - (w)\left[\frac{\partial h_c}{\partial s} + 1\right]$$

或

$$V = -D(w)\frac{\partial w}{\partial s} - K(w)$$

$$D(w) = \frac{K(w)}{C(w)}$$

或

$$D(w) = K(w)\frac{\partial h_c}{\partial w}$$

式中，V 为水流速度；w 为土壤含水量；h_c 为毛管压力水头；s 为运移距离；K（w）为非饱和渗透系数；C（w）为单位容水度；D（w）为非饱和水流扩散系数，它为非饱和渗透系数 K（w）与单位容水度 C（w）的比值，表示在单位含水量梯度下，通过单位面积的非饱和水流量，为与土壤含水量 w 有关的函数。其在数学意义上同热扩散系数和含水层扩散系数（即压力传导系数）等相似。量纲为〔L^2/T〕。

【单位容水度】 specific water capacity，water capacity 在非饱和水流中单位压力水头 hc 所引起的土壤含水量 w 的变化值，即 C（w）= $-dw/dh_c$。换言之，即在非饱和土壤中，单位水头变化时，单位体积土壤可以贮存或释放的水的体积。单位容水度常以 C（w）表示，量纲为〔1/L〕。

【水分特征曲线】 suction curve；retention curve；characteristic cnrve 非饱和水流压力水头 h_c（或吸力）与土壤含水量 w 间的关系曲线。影响水分特征曲线的主要因素有土壤性质、结构、温度以及水分变化过程（吸湿过程或脱湿过程）等。

【张力计】 tensiometer 测定非饱和水流压力水头的一种装置。它由多孔体探头、集气管和负压表组成。测定时，将探头插在非饱和土中、张力计中的水通过多孔体与土壤中的水分发生水力联系。由于仪器中的自由水的势能大于非饱和水的势能，从而仪器中的水就通过多孔体进入土壤中。多孔体充满水时，具有只透水而不透气的性能，所以当水进入土壤后、集气管中形成一定的真空度，当仪器内外压力达到平衡时，由负压表测得压力值，即相当于该测点非饱和水的压力水头。

【分子扩散】 molecular diffusion 静止水体中的溶质在溶液浓度梯度的作用下，

从浓度高处向浓度低处的运移现象。分手扩散与分子、离子及质点的热运动有关，最终可使溶液浓度达到平衡。溶液中溶质的分子扩散速度服从费克（Fick）定律：

$$q = -D_0 \frac{\partial C}{\partial x}$$

式中：q 为溶质分子扩散速度；C 为溶液中溶质浓度；$\partial C/\partial x$ 为沿 x 方向溶质的浓度梯度；D_0 为在溶液中的分子扩散系数。对多孔介质中的液体所含的溶质也同样存在分子扩散现象。采用介质中的分子扩散系数表征分子扩散特性。多孔介质中的分子扩散系数与介质的孔隙度、内部结构以及温度等因素有关。多孔介质中的分子扩散系数 D_d 与溶液中的分子扩散系数 D_0 的关系为：$D_d = \lambda_1 n D_0$ 式中 λ_1 为介质中孔隙通道弯曲率系数（$\lambda_1 < 1$）；n 为孔隙度。D_d 的量纲为〔L^2/T〕。

【分子扩散系数】 coefficient of molecular diffusion 参见“分子扩散”。

【机械弥散】 mechanical dispersion 又称水力弥散。恒温条件下多孔介质中流体所产生的溶质扩散效应。在总体上，水流应按某一平均流速运动。但由于孔隙、裂隙分布的不均匀，几何形状和大小的不同，实际上溶质示踪物是沿着曲折的渗透途径运动的，水流的局部速度在大小和方向上发生着变化，引起溶质在介质中扩散的范围愈来愈大。机械弥散系数可以表征多孔介质中溶质示踪物随渗透水流运移的特性。机械弥散系数（D_h）与水流渗透速度（V）成正比，且与多孔介质颗粒的大小和分布有关，即 $D_h = \lambda_2 v$，式中 λ_2 为表征多孔介质平均粒径及其不均匀特征的参数。D_h 的量纲为〔L^2/T〕。机械弥散系数有两个分量：纵向弥散和横向弥散，前者是水流方向上的弥散作用；后者是垂直于水流方向上的弥散作用。在多孔介质中进行的实验表明，纵向弥散比横向弥散大 5 至 20 倍。

【弥散】 dispersion，hydrodynamic dispersion 又称水力弥散或水动力弥散，为溶质示踪物稀释时的扩散现象。当一定数量溶质示踪物在地下水流中运移而逐渐传播时，可以占据超出地下水平均流速所影响的范围，愈扩愈大。弥散是由质点的热动能和流体的对流而引起的，是分子扩散和机械混合两种作用的结果。所以弥散具有分子扩散和机械弥散两种作用。在渗透性能较好的含水层中，地下水流速较大时，机械弥散作用比分子扩散作用大，有时可忽略后者；而在较细颗粒的多孔介质中，地下水流速通常很慢，分子扩散作用比较明显。

【弥散系数】 coefficient of dispersion，dispersivity 反映分子扩散和机械弥散作用的综合参数，以 D 表示。它可表示为分子扩散系数 D_m 与机械弥散系数 D_h 之和，即 $D = D_m + D_h$，亦称 D 为水动力弥散系数。弥散系数与水流速度、分子扩散及介质特性有关。当渗透速度很大时，弥散系数接近于机械弥散系数；当水流速度接近于零时，弥散系数与分子扩散系数相当。量纲为〔L_2/T〕。

【速度势】 velocity potential，specific discharge potential 渗透系数与水头的乘积，以 $\phi = Kh$ 表示。对于均质各向同性介质，渗透系数为常数时，达西定律 $v = -K\frac{dh}{ds}$可写为：

$$v = \frac{-d(Kh)}{ds} \text{或} v = -\frac{d\phi}{ds}。$$

式中：v 为渗透速度；K 为渗透系数；h 为水头；s 为沿水流方向的渗透距离。速度势与水头成正比，随流程的增加而减小。它沿流线方向的导数等于渗透速度。量纲为〔L^2/T〕。

【汇点】 sink point 单位厚度含水层中半径为无限小的抽水点。流向汇点的水流呈平面放射状，在平面上汇点周围任一点处的势为：

$$\phi = \frac{q}{2\pi}\ln r + \text{常数}$$

式中：ϕ 为距汇点的经向距离为 r 处的速度势（$\phi = kh$，h 为水头，K 为渗透系数）；q 为汇点的流量；r 为距汇点的距离。对于空间中的汇点，流向汇点的水流呈球形放射状，汇点周围任一点处的速度势为：

$$\phi = -\frac{Q}{4\pi r} + \text{常数}$$

式中：Q 为汇点的流量，ϕ 为速度势；r 为距汇点的距离。利用汇点方法可以解决许多轴对称的渗流问题。

【源点】 source point 单位厚度含水层中半径为无限小的注水点。其流量与汇点流量符号相反，速度方向相反，在平面上源点周围任一点处的速度势为

$$\phi = -\frac{q}{2\pi}\ln r + \text{常数}$$

式中：ϕ 为距源点的经向距离为 r 处的速度势；q 为流量；r 为距源点的距离。流出源点的水流呈球形放射状时，在空间中汇点周围任一点处的

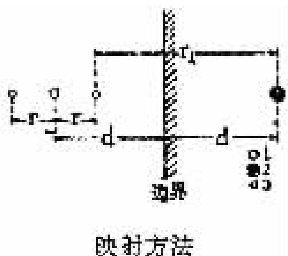
$$\text{速度势 } \phi = \frac{Q}{4\pi r} + \text{常数}$$

利用源点、汇点方法可以解决许多轴对称的渗流和干扰井的计算问题。

【汇线】 sink line 无数个等强度的汇点均匀排列而成的线。汇线可用来模拟含水层中非完整井过滤器在空间的作用。

【映射方法】 image method 利用叠加原理解决地下水边界问题的一种计算方法。当直线边界附近有井或井群工作时，可以以边界作对称面，在边界另一侧虚设流量相同的一井或井群，并使两井同时工作时保持原水流条件。这样即可不考虑边界的存在而以虚设井代替边界的作用，在无限含水层中研究干扰井的计算，以补给边界附近抽水井为例：如图，在边界左侧对称点上设一虚的注水井，则两井流量相等，符号相反。从流网图可见，直线边界为一等势线，符合补给边界上的水动力学条件。则任一点 M 的水位下降值等于两个井分别工作时引起的水位下降值（上升值）的代数和。对隔水边界，

虚井流量与实际水井的流量相同，且符号也相同。在井靠近两个以上边界时，对井有影响的边界均需进行映射，在对其中之一边界映射时，需将其他边界同时映射到边界另一侧；反射结果取代边界时须保持原水流条件不变，并以此确定虚设井的性质。



映射方法

【叠加原理】 principle of superposition 速度势 ϕ、承压水头 H 和潜水水位的 h^2 满足线性微分方程。基于线性微分方程特解之和仍为方程解的原则，在有几个抽（注）水井同时工作的渗流场内，任一点处总水流速度向量应为各个抽（注）水井形成的水流分速度向量之和，或者说在渗流场内任一点处的总水头（水位）变化值是各抽（注）水井单独引起的水头（水位）变化值的代数和。此方法是汇线、汇面的理论基础，并且广泛用于解决干扰井计算、处理隔水和补给边界以及时间上流量呈阶梯状变化的计算问题。

【潮湿系数】 wetting coefficient 为了说明一个地区水分的盈亏和气候的干湿特性，常采用年降水量（x）与年蒸发度（Z_w）的比值，即所谓的“潮湿系数，”用（K_B）来表示，$K_B = x/Z_w$。按潮湿系数值，我国可划分为六个带：①湿度过剩带（$K_B \geqslant 1.50$）；②湿度充足带（$K_B = 1.49 - 1.00$）；③湿度适中带（$K_B = 0.99 - 0.60$）；④湿度不足带（$K_B = 0.59 - 0.30$）；⑤湿度过低带（$K_B = 0.29 - 0.13$）；⑥微湿度带（$K_B \leqslant 0.12$）。

【蒸腾】 transpiration 水分通过植物叶面蒸发的现象。根据试验，植被覆盖较好地区的蒸腾总量常可占当地总蒸发量的 30 ~ 50%，因此在潜水均衡计算中，必须考虑蒸腾水分的损失量。

水文地球化学

【水化学】 hydrcchemistry 研究天然水（河流、湖泊、大气水和海水等）化学成分及其在空间和时间上的分布和演变的学科。研究的内容包括水化学成分分类，在自然条件下和人为活动影响下水化学成分的形成过程，水质评价，水质分析和监测，水质的动态变化及其预报等。

【水文地球化学】 hydrogeochemistry 研究地下水化学成分的形成和变化规律、地下水中化学元素的迁移过程以及地下水在岩层中的地球化学作用的学科。根据水中化学成份含量的异常及其与地质环境的相互关系，可应用水文地球化学原理，寻找某些金属矿产和油气田等。

【地下水物理性质】 physical properties of groundwater 地下水的比重、温度、透明度、颜色、味道、气味、导电性、放射性等等物理特性的总和。

【地下水矿化度】 total dissoloved solids 又称总矿化度。指地下水中所含各种离子、分子、化合物的总量。矿化度以克/升表示。一般测定矿化度是将一升水加热到105°—110℃，使水全部蒸发，剩下的残渣重量即是地下水的矿化度，也可以将分析所得水中各种离子的含量相加，再减去 HCO_3^- 含量的二分之一，由计算得出。地下水按矿化度（M）的大小一般可分为：淡水，矿化度 $M<1$ 克/升；微咸水，$M=1-3$ 克/升；咸水，$M=3-10$ 克/升；盐水，$M=10-50$ 克/升；卤水，$M>50$ 克/升。地下水中所含主要盐分的类型常随矿化度的增减而变化。

【电导仪】 electric conductometer 测定水的电导率，根据标准曲线推断水矿化度的仪器。水中含盐量愈大，水的导电性能愈强。故根据电导率的大小，可以推知水中矿化度的大小。

【干涸残渣】 dry residue 经1%碳酸钠溶液处理的地下水，在180℃恒温上焙乾后（扣除碳酸钠的焙乾量）的固体残余物的重量。以克/升表示。它相当于地下水中非挥发性溶解物质的总含量。一般常以干涸残渣的重量来表示地下水的总矿化度。

【灼烧残渣】 burned residue 地下水的干涸残渣经500℃高温灼烧后残余的重量。以克/升表示。由于水中的有机物经500℃高温处理后已被消除，故干涸残渣与灼烧残渣量的差值即为水中有机物的总含量。

【地下水化学成分】 chemical composition of groundwater 地下水中所含的有机的和无机的化学成分。地下水是一种浓度较稀的溶液，它含有常见离子（最常见的阳离子是钙、镁、钠，最常见的阴离子是重碳酸根、硫酸根、氯根）、微量组份（如氟、溴、碘、硼等）和气体组份（如氮、二氧化碳、甲烷等）。一定化学成分的地下水是一定的地质环境下的产物。

【水质分析】 chemical analysis of water 又称水化学分析，即用化学和物理方法测定水中各种化学成分的含量。水质分析分为简分析、全分析、和专项分析三种。简分析在野外进行，分析项目少，但要求快而及时，适用于初步了解大面积范围内各含水层中地下水的主要化学成分。分析项目一般为：HCO_3^-、SO_4^{2-}、Cl^-、Ca^{2+}、pH 值、干涸残渣，$Na^+ + K^+$ 由计算求得。在需要时还作 NO_3^-、NO_2^-、NH_4^+ 和 Fe^{2+} 的定性测定。全分析的分析项目多，精度要求高，分析的项目是：

HCO_3^-、SO_4^{2-}、Cl^-、CO_3^{2-}、NO_2^-、NO_3^-、$HSiO_3^-$、Br^-、I^-、Na^+、K^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、NH_4^+、Fe^{2+}、Fe^{3+}、Cu^{2+}、Pb^{2+}、Zn^{2+}、PH、游离 CO_2、侵蚀 CO_2、氧耗量、干涸残渣、烧灼残渣等。上述项目按实际任务可略有增减。专项分析的分析项目根据具体任务的需要而定，如进行水化学找矿时，着重分析所寻找的某些金属离子；进行水的放射性测定时，则着重分析某些放射性元素，等等。

【地下水氢离子浓度】 pH value of groundwater 又称 pH 值，是衡量地下水酸碱性

的指标。pH = 7 的水为中性水；pH > 7 时为碱性水；pH < 7 时则为酸性水。实质上，pH 值是水中氢离子浓度的负对数值。因为水中氢离子是由水分子解离而来，纯蒸馏水在 22℃时，一千万个水分子中有一个解离成一个 H^+ 和一个 OH^-。此时离子浓度乘积为 10^{-14}。中性水氢离子浓度与氢氧根离子浓度相等，即〔H^+〕〔OH^-〕 $= 10^{-14} = 10^{-7} \cdot 10^{-7}$。$pH = -\lg$〔$H^+$〕，故中性水的 pH = 7。当〔$H^+$〕大于 10^{-7}时（pH < 7），水呈酸性，小于 10^{-7}时（pH < 7），水呈碱性。根据 pH 值可将水按酸碱度分成以下几类。

名称	pH 值
强酸性水	< 5.0
弱酸性水	5.0—6.4
中性水	6.5—8.0
弱碱性水	8.1—10.0
强碱性水	> 10.0

地下水的 pH 值变化较大，硫化矿床氧化带的地下水 pH 可达 2 左右，而某些碱性热水 pH 值则为 10 左右，但一般地下水的 pH 值多在 6—8 之间。

【溶解氧】 dissolved oxygen 水中溶解的氧气。它主要来源于大气中氧的溶解，其次来源于水生植物的光合作用。水中氧的饱和溶解量在 20°—10℃时为 9.17—11.33 毫克/升。但实际上水中溶解氧常为不到饱和状态，一般为 5—10 毫克/升。水中溶解氧应不少于 5—6 毫克/升，否则鱼类不能生存，若小于 1—2 毫克/升时，所有水生物包括一部分微生物难以生存。当水受到有机污染时，有机物的氧化分解使溶解氧消耗减少，当其含量过低时，有机物不能充分氧化分解而发生腐烂，使水体发臭。因此水中溶解氧的含量与水的自净能力有密切关系。

【耗氧量】 oxygen demand 地下水中的有机物氧化所消耗的氧或高锰酸钾（$KMnO_4$）的重量。一毫克氧或 4 毫克高锰酸钾相当于 21 毫克有机物。

【生化需氧量】 biochemical oxygen demand（BED） 水中有机物在有氧条件下，被微生物分解成水、二氧化碳、硝酸盐、硫酸盐的生化过程所需消耗氧的毫克/升数，简称需 BOD。生物化学过程进行很慢，如在 20℃培养时，完全完成这一过程需 100 多天，因此除长期研究工作外，没有实际应用价值。一般采用是 20℃培养 5 天，称五日生化需氧量。$BOD_{5日} = 0.68BOD_{总}$。$BOD_{5日}$可直接反映有机物的污染程度，间接反映细菌污染。

【氧化还原电位】 oxidation – reduction potential，redox 元素及其化合物在与溶液

中离子价改变有关的化学活动性的量度。这种过程是氧化还原作用引起的，受一些物质给出电子、另一些物质获得电子的制约。还原剂给出电子、氧化剂获得电子。氧化还原电位用伏特或毫伏表示，它与温度有关，对于闭合系统还与组成本系统物质的氧化的和还原的部分的浓度有关。摄氏25°时的表达式为：

$$Eh = Eh^{\circ} + \frac{0.058}{h}\lg\frac{\text{氧化}\,\alpha}{\text{还原}\,\alpha}$$

式中：Eh°为系统的正常氧化还原电位。n为参与作用的电子数；α为系统的氧化的和还原的部分的热动力活动性；Eh值可以是正值和负值。具有较高Eh正值的系统是氧化的。天然水（包括地下水）的氧化还原电位值是溶解于其中的各种物质相互作用的结果，是其性质的重要特征值。地下水中的最重要氧化剂是溶解氧，主要的还原剂是硫化氢和某些有机物。天然水的Eh值一般在+600毫伏至-200毫伏之间。

【库尔洛夫式】 用类似数学分式的形式表示水的化学成份的方法。其表示方法是：在分子的位置上按含量的多少顺序列出各阴离子及其毫克当量百分数，（小数部分四舍五入）在分母的位置上表示各阳离子及其毫克当量百分数，也按含量多少依次排列。凡是含量少于10%的离子都不列入式中。在分式的前端标明水的总矿化度（M）以及各种气体成分和微量成分的含量，（单位为克/升），在分式后端列出水温T（摄氏）与涌水量D（单位为升/秒）如：

$$CO_2 1 \cdot 2M_{1 \cdot 4}\xrightarrow[\text{Ca66 Na18 Mg14}]{SO_4 47 HCO_3 34 C110}$$

$$T_{40}D_{1000}$$

【地下淡水】 fresh groundwater 矿化度M<1克/升的地下水。参见地下水矿化度。

【地下微咸水】 brackish groundwater 矿化度M=1—3克/升的地水，参见“地下水矿化度”。

【地下咸水】 saline ground water 矿度M=3—10克/升的地下水。参见“地下水矿化度”。

【地下盐水】 salt ground water 矿化度M=10—50克/升的地下水。参见“地下水矿化度。”

【地下卤水】 undergroud brine 矿化度M>50克/升的地下水。见“地下水矿化度”。

【工业原料用地下水】 industrial raw ground water 有益组份（如碘、溴、硼、钾等）含量达到工业开采和提炼标准的地下水。

【地下肥水】 nutritious groundwater 地下水中硝态氮含量超过10ppm，称为“肥水”。



硝态含氮[illegible]分布图，（河南[illegible]县[illegible]岭）
1. 含量大于100毫克/升，2. 含量为15—100毫克/升，3. 含量小于15毫克/升，4. 含量极少；5. 居民点

肥水的水质用含氮量等指标确定。肥水一般分布在土层较厚、透水性弱，地下径流滞缓的冲积平原的村镇附近。利用肥水灌溉对农业增产有一定的效果。

【地下水化学成分分类】 chemical classitiacation of groundwater 地下水中最常见的成分有三种阴离子（重碳酸根、硫酸根、氯根）和三种阳离子（钙、镁、钠离子），按上述主要离子进行分类时，毫克当量百分数大于 10% 的阴离子和阳离子参加命名，例如 HCO_3—SO_4—Na 型水（其中 HCO_3^- 的毫克当量百分数大于 SO_4^{2-}），HCO_3—Ca—Mg 型水（其中 ca^{2+} 的毫克当量百分数大于 Mg^{2+}，余类推）。特殊气体如 CO_2、H_2S、Rn 等）和特殊离子（如 Fe Ra 等）的含量达到一定数量时，也在分类和命名中加以反映。潜水按其化学成份的形成可以分为：溶滤潜水和大陆盐化潜水。

【地下水形成过程】 formation process of groundwater 一个含义很广泛的名词。它包括了地下水的补给、径流和排泄状况，地下水化学成分的形成；地下水形成的现状和历史过程等等。

【地下水成因】 genesis of ground water 在自然的和人为的因素影响下地下水形成的过程。如大气降水渗入的地下水、受现代火山喷发影响形成的地下水、埋藏的古海水或内陆湖盆盐卤水等。

【地下水成因分类】 genesis classification of groundwater 根据地下水的形成原因划分的地下水类型。地下水按成因可以分为渗入水，凝结水（水的来源是大气水）埋藏水（沉积水，与沉积岩石同生的，其成分与湖盆或海盆的水质有关），原生水（与岩浆活动有关，例如现代火山喷出的水汽）等。实际上自然界中存在的地下水往往是不同成因的地下水的混合物。

【渗入水】 infiltration water 大气降水和地表水通过土层和岩石的孔隙、裂隙或溶洞渗入地下，形成的地下水。

【凝结水】 condensation water 水汽在地下浅部土层或岩层空隙中凝结而形成的地下水。水汽由压力大处向压力小处移动，当大气温度高于土层和岩层的温度时、水汽就由大气中不断进入地下，使地下空气中的水汽过饱和而凝结成液态的地下水。凝结水在地下水形成的总量中异常微小。但在降水量少而昼夜温差较大的炎热沙漠地区，由于凝结作用强烈，凝结水在地下水形成中所起的作用相对较大。

【沉积水】 sedimentation water 也称埋藏水或封存水，是在沉积过程中保存在沉积物空隙中间的水。它能在一定程度上反映沉积物形成时介质的条件。但在沉积以后的成岩过程中水的成分会逐渐改变。

【原生水】 juvenile water，primary water 又称初生水，是岩浆冷却过程中形成的地下水。随着岩浆的冷却，气态物质开始分异出来，其中的氢和氧在高温高压下化合而成水，故称原生水。

【大陆盐化潜水】 continental salinized groundwater 气候干旱地区因蒸发强烈，盐份聚集所形成的潜水。盐化水的含盐量在海水和正常淡水之间。

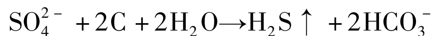
【溶滤水】 lixiviation water 地下水按其化学成分，形成过程划分的一种类型。在降雨渗入过程中土壤和岩石中的盐分被淋滤，形成与土壤成壤作用和岩石风化作用相适应的地下水水化学类型，一般为弱矿化的重碳酸钙型水或重碳酸钙镁型水。在近地表的岩石中含黄铁矿（FeS_2）、石膏（$Ca_2SO_4 \cdot 2H_2O$）、食盐（NaCl）等较多的局部地区，可形成溶滤型的硫酸盐水或氯化物水。

【溶滤作用】 lixiviation 地下水在渗透过程中溶解并带走土层或岩层中某些组分的作用。它是地下水化学成分形成的主要作用之一。土或岩石中各种盐分的溶滤顺序是：$MgCl_2 \rightarrow NaCl \rightarrow MgSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 \rightarrow CaCO_3 + MSCO_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow FeO \rightarrow Al_2O_3$。长期经受风化溶滤的地区（如山区地下水的补给地带），岩石中高溶解度的盐分已大量溶滤淋失，剩下主要是低溶解度的盐分，故地下水的矿化度通常不高。溶滤作用强弱还与水的特征有关，含 CO_2、O_2，温度较高，含盐量小，流动迅速的水，溶滤能力强。

【阳离子交替吸附作用】 exchange adsorption of anions 土颗粒表面吸附的阳离子被水中阳离子置换的现象。这与水中和土颗粒所吸附的阳离子吸附能大小有关。阳离子的吸附能一般取决于它的离子价，同价离子中原子量愈小者吸附能力愈大，按吸附能强弱的顺序为：$H^+ > Fe^{3+} > Al^{3+} > Ba^{2+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ > Na^+$。当水中低吸附能离子的浓度较大时，也能交替高吸附能的离子。交替吸附作用能改变地下水的成分和土的性质。如 HCO_3Ca 型水渗过吸附大量 Na^+ 的碱土时，Ca^{2+} 就交替 Na^+ 水就变为 HCO_3Na 型水，而碱土变为钙质土。

【蒸发浓缩作用】 concentration caused by evaporation 地下水受蒸发而引起水中成分的浓缩过程。水分的蒸发，使水中盐分浓度增大，矿化度增高，溶解度小的盐类便首先沉淀。这样水中各种盐分的比例也随之发生变化，氯化物的溶解度最高，硫酸盐次之，而碳酸盐较小。所以，以重碳酸盐为主要成分的低矿化水，常在蒸发浓缩过程中变为硫酸盐水，或进一步变为高矿化的氯化物水。

【脱硫酸作用】 desulphurization 在封闭缺氧还原环境中，受有机物和脱硫细菌作用下，SO_4^{2-} 被分解还原成 H_2S 和 HCO_3^- 的生物化学过程。其反应式为：



$$SO_4^{2-} + 2C + 2H_2O \rightarrow H_2S \uparrow + 2HCO_3^-$$

在地下深处封闭缺氧并有有机物存在的水（如某些油田水），很少含有 SO_4^{2-} 而 H_2S 和 HCO_3^- 含量较高，就是脱硫酸作用的结果。

【混合作用】 mixing action，mixing eftect 两种不同成分地下水相遇后，使原有的化学成分发生改变的作用。混合作用有两种情况：一种是机械混合，即水流相遭时化学成分相互渗透扩散而不发生化学反应，混合后地下水中各种成份的含量，与混合前两种水的体积及相应成份的浓度成正比，另一种是混合时，水中的离子平衡为适应混合后的条件而发生改变，产生化学反应，反应的结果常伴随有盐分的沉淀、气体逸出等，并使

水的化学成分具有较复杂的变化。如 $CaSO_4 + 2NaHCO_3 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2 \uparrow + 2Na_2SO_4$。一般两种水混合时，两种情况常同时并存。地下水的混合作用，常见于近海地带，及深部高矿化地下水沿断裂带上升到浅部的地段。

【氯溴比值系数】 value of chlorinc – bromine ratio 天然水中氯离子的重量浓度和溴离子重量浓度的比值。在现代海水中 $Cl^-/Br^- = 300$，在溶滤水中溴含量极微，而氯含量相对较多，故海相地层中的沉积水（根据比拟的原理，认为它近似 300），当受溶滤水渗入后发生混合作用，Cl^-/Br^- 系数可能远远大于 300。在分析地下水形成过程时，Cl^-/Br^- 系数和其他系数常作为重要依据的资料。

【地下水水化学垂直分带】 vertical hydrogeochemical zonality 地下水的矿化度和化学成分在垂直剖面上的有规律的变化。在以层状含水层为主体的承压水盆地中，这种垂直分带性表现得最为明显。可以区分为两大类：正常的水化学垂直分带和倒置的水化学垂直分带。前者指地下水的矿化度在剖面上随深度而增加的情况，后者指在某一深度范围内出现矿化度低于浅部含水层的地下水的情况。地下水的化学成分也随着地下水矿化度的变化而有相应的变化。

【地下水水化学水平分带】 horizontal hydrogeochemical zonality 地下水水化学成分和矿化度在水平方向上有规律的变化。一般在乎原地区潜水水化学水平分带表现比较明显。如内陆河流域（一般属干旱地区）由山前平原到冲积平原，地下水径流条件由良好变为迟缓，沿地下径流方向矿化度递增，水化学类型也相应改变，由 HCO_3 型水→SO_4 型水→Cl 型水；沿海平原也有类似的变化，但在许多情况下，HCO_3 型水带和 Cl 型水带较发育，而 SO_4 型水带分布范围很局限。

【地下水水化学图】 hydrogeochemical map 表示地下水化学成分或某元素分布的图件。可以分为普通水化学图和专门性水化学图，前者表示地下水的主要化学成分和矿化度在平面上的分布和变化规律，后者则是为某一专门目的而反映地下水中某一特殊组份或微量元素的分布。例如，为水化学找矿目的而编制的一些专门图件就属于专门性水化学图。

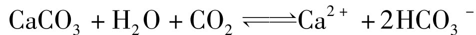
【地下水水化学剖面图】 hydrogeochemical prolile 表示地下水矿化度、化学成分或某元素在垂向上分布的图件。在这种剖面图上一般要标明主要含水层的分布界线，有时还标上一些控制钻孔。

【水质标准】 water quality criteria，water quality standard 国家规定的各种用水在物理性质、化学性质和生物性质方面的要求。根据供水目的的不同，存在着饮用水水质标准、农用灌溉水水质标准等。各种工业生产对水质要求的标准也各不相同。农田灌溉用水的水质一般需考虑 PH 值、含盐量、盐劳组成、钠离子与其它阴离子的相对比例、硼和其他有益或有毒元素的浓度等指标。

【水质评价】 evaluation of water quality 普查和勘探地下水时，按不同目的和用途，对地下水的物理化学性质进行分析研究后，作出的评价和处理意见。饮用水、灌溉用水和工业用水等都各有其水质标准，作为评价的准则。对于用水项目有直接危害的组分，其允许含量必须严格满足相应的标准要求，对一些虽有影响但无直接危害的组份的允许含量、可考虑用水地区的具体条件具体确定。

【地下水侵蚀性】 corrosiveness of groundwater 地下水对混凝土的侵蚀破坏能力。水中含 CO_2 和 SO_4^{2-} 多时，或 H^+ 浓度较高时，水就具有侵蚀性。含侵蚀性 CO_2 的水能溶解混凝土中的钙质而使混凝土崩解。SO_4^{2-} 与混凝土作用时能生成硫铝酸钙，这种化合物形成时体积要膨胀而使混凝土胀裂。

【侵蚀性二氧化碳】 corrosive carbon dioxide 超过平衡量并能与碳酸钙起反应的游离 CO_2。当水溶解碳酸钙形成溶解的重碳酸钙时，水中必有相应量的游离 CO_2 与之保持平衡：



$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2HCO_3^-$$

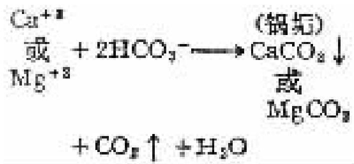
式中可见，当游离 CO_2 等于或小于平衡量时，碳酸钙就不再溶解。但当游离 CO_2 大于平衡量时，反应向右进行。这些大于平衡最的多余的 CO_2，除一部分留作与新产生的重碳酸钙保持平衡外，大部分参加反应形成重碳酸钙。

【腐蚀作用】 corrosion 由于地下水中氢离子置换铁，使铁离子溶于水中，从而使钢铁材料受到腐蚀的作用。氢离子可以是水中原有的，也可以是由于锅炉中水温增高，弱基性盐类经水解而生成。此外，溶解于水中的 O_2、CO_2、H_2S 也可以成为腐蚀作用的因素。锰的盐类、硫化铁、有机物及油脂都能作接触剂而加强这一作用。一般氢离子浓度较高（$pH < 7$）的酸性水都有腐蚀性。深部碱性碳酸钠水对钢管有强烈腐蚀作用。

【起泡作用】 effervescence 锅炉中含有较多钠盐、钾盐、有机酸和油脂的水，在加热后会在水面形成一定厚度泡沫，称起泡作用。起泡作用能使锅炉汽化不均匀、水位急剧升降，影响锅炉使用。起泡的原因是水中上述成分易于形成水膜，水膜吸附的水中天然沉渣和胶状悬浮物又提高水膜的坚固性，使水在汽化时形成不立刻破裂的汽泡。同时水中碱性钠盐与油脂作用也会发生皂化而形成稳定的泡沫。在使用具有起泡作用的水时，应经常换水。

【成垢作用】 incrustation 当水煮沸时，水中有一系列化合物，如 Al_2O_3、Fe_2O_3、$Mg(OH)_2$、$MgCO_3$、CaO、$CaCO_3$、$CaSO_4$、$CaSiO_2$、$MgSiO_3$ 等（特别是 $CaCO_3$、$MgCO_3$）会发生沉淀，形成锅垢。锅垢不易导热，浪费燃料，并能使炉壁过热引起锅炉爆炸。

【地下水硬度】 hardness of ground water 指水中 Ca^{+2}、Mg^{+2}离子的含量。水的硬度对生活及工业用水影响极大。过硬的水煮食不易熟，洗涤时肥皂起沫少。饮用过软的水，对健康也有害。硬水用于蒸汽锅炉，易生沉淀结成锅垢。不仅浪费燃料，又易引起爆炸。



水的硬度分级如下：

硬度　（每升水）		分级
$Ca^{2+}+Mg^{2+}$（毫克当量之和）	德国度（一度等于 0.3566 毫克当量）	
<1.5	<4.2	极软水
1.5—3.0	4.2—8.4	软水
3.0—6.0	8.4—16.8	微硬水
6.0—9.0	16.8—25.2	硬水
>9.0	>25.2	极硬水

【总硬度】 total hardness 水煮沸后，一部分 Ca^{2+}、Mg^{2+}会发生沉淀，这个部分沉淀的 Ca^{2+}、Mg^{2+}的数量称水的暂时硬度。沸腾后不沉淀仍以离子形式含于水中的 Ca^{2+}、Mg^{2+}含量称永久硬度。永久硬度和暂时硬度之和称总硬度，它是天然条件下水中 Ca^{2+}、Mg^{2+}数量的总和。

【暂时硬度】 temporary hardness 水沸腾后部分 Ca^{2+}、Mg^{2+}发生沉淀，沉淀的数量称水的暂时硬度。

【永久硬度】 permanent hardness 水沸腾后，不沉淀的以离子形式含于水中的 Ca^{2+}、Mg^{2+}的含量，称水的永久硬度。

【水源卫生防护带】 sanitary protective belt for water source 防止供应生活饮用水的水源接受污染而采取卫生防护措施的地带。一般划分为戒严地带，限制地带和观察地带。戒严地带紧靠水源，界内禁止排放污水、堆放污物、设置污水沟道、渗坑等，并禁止闲人及畜禽居住和出入，充分保持卫生清洁与绿化。戒严地带之外设限制地带，界内应采取限制排泄大量污水和堆放污物等防护措施。限制地带之外设观察地带，界内应经常进行传染病检查，以便及时采取防护措施。

【矿水】 mineral water 含有某些特殊组分或气体、或者有较高温度、具医疗作用的地下水。矿水可以用于沐浴或饮用。矿水主要有碳酸水、硫化氢水、放射性水和温热水。碳酸水是游离 CO_2 超过 0.25 克/升的地下水。硫化氢水是 H_2S 含量超过 1 毫克/升的地下水。放射性水是含氡达 3.5 马海单位的地下水，如氡的含量达 10 马海单位时专称为氡水。温热水是温度超过 20℃ 的地下水。温热水常同时含有具医疗作用的特殊组分。温度很高的水除用于医疗外，还可作为热能加以利用。

【矿泉】 mineral spring 矿水的天然露头。矿泉的形成必须有深部的矿水来源及矿水通向地表的通道，因此它多分布于火山活动地带、大断裂带以及火成岩侵入体与围

岩接触带附近。

【矿湖】　mineral lake　可溶盐含量达重量35%以上的湖，其中含食盐、硫酸钠、硫酸镁、苏打等。主要分布在干旱地区。由矿湖的浓缩卤水中可以提炼溴、碘、钾盐、镁盐等工业原料。

【矿泥】　mineral mud　海湾、湖泊、池沼等处的矿物和有机物沉积，经过复杂的物理化学和生物化学变化的产物。按其成因可分为：①海湾生成的矿泥；②湖沼成因的矿泥；③泥火山的产物。矿泥的胶体是由充满盐卤水的铁铝氢氧化物、铁的磁化物和粘土颗粒所组成。

【含氮水】　nitric water　地下水中的氮和氧主要来源于大气，但 O_2 的化学性质远较 N_2 为活泼，所以在较封闭的环境中 O_2 将消耗而只留下 N_2，某些含氮盐水即属于来源于大气水的深循环地下水。

【含铁水】　chalybeate water　铁含量偏高的（一般指含量大于20毫克/升的）地下水。在重碳酸水中铁的含量可达数十毫克/升。在酸性矿坑水中铁以硫化物的形式出现，其含量可达数千毫克/升。

【硫酸水】　sulphate water　富含硫酸根的地下水。煤系地层中常含很多黄铁矿（FeS_2），地下水中的阴离子常以硫酸根为主；金属硫化物矿床附近的地下水阴离子也常以硫酸根为主；含有石膏的地层中的地下水也多为硫酸水。

【酸性水】　acidic water　具有明显骏性反应的水，一般 $pH<5$。此种类型地下水一般含有大量游离二氧化碳（碳酸泉）；腐殖酸（沼泽水）；硫酸（酸性矿坑水）。现代火山地区可以遇到含盐酸的地下水。

【含甲烷水】　methane water　溶解气体中有大量甲烷的地下水。一般均埋藏在一定深度下的还原环境中，在油气田地下水和深埋的煤矿地下水常属此种类型，有时还含有其他重碳氢化合物。

【放射性地下水】　radioactive groundwater　含放射性元素的地下水。酸性火成岩地区，特别是放射性元素矿床地区的地下水常含有一定含量的放射性元素。按地下水中富集的放射性元素不同，放射性水可分为：氡水（含氡达10马海单位以上）；镭水（含镭盐 10^{-11} 克/升以上）；和铀水（含铀 3×10^{-5} 克/升以上）。放射性水常具医疗价值，同时也是寻找放射性元素矿床的水化学找矿标志。

【放射性水文地质学】　radiohydrogeology　水文地质学的一个分支。是研究地下水中放射性元素（铀、镭、氡等）的富集和运移、自然界中放射性水的形成和分布的学科、根据地下水中的放射性元素的异常含量，可以寻找放射性矿水和放射性元素的固体矿床。

【地下水绝对年龄】　absolute age of groundwater　水渗入地下以后经历的时间（以

年计算）。通常根据放射性同位素的衰变速度来测定，常用的放射性同位素有氚（^{3}H）和^{14}C 等。

【环境同位素】 environmeatal isotope 存在于自然环境中的同位素，主要是天然形成的，但也有一部分来源于核试验产生的人工放射性同位素（如氚）。它不包括作为示踪剂的人工产生的放射性同位素。

【水文地球化学找矿方法】 hydrogeochemical prospecting method 利用地下水化学成分变化的规律寻找矿藏的方法。由于地下水通常循环较深，利用水分散晕常可以发现埋藏较深的“盲矿体”。

【水文地球化学找矿标志】 hydrogeochemical indication for ore – prospecting 在矿床影响下，地下水某些矿化组分及化学元素含量增高，可以作为评价矿床存在的指示。水文地球化学找矿标志可分为矿体标志和晕标志；矿体标志一般出现在矿体水及矿坑中，晕标志通常则分布在晕水中。

【水分散晕】 water dispersion halo 矿体物质在水中的扩散作用和地下水运动所造成的地下水中某种化学元素富集的地段。

【水文地球化学异常】 hydrogeochemcval anomaly 具有一定水文地球化学找矿标志异常含量的泉和地表水流的分布地段。可分为单一异常和综合异常。单一异常是只有一种水文地球化学找矿标志出现异常，综合异常则是几种找矿标志出现异常。水文地球化学异常的强度取决于异常系数的大小，即取决于水文地球化学找矿标志的异常值同背景值之比。

【水文地球化学背景值】 hydrogeochemical background value 元素在地下水中的正常含量。水文地球化学背景值必须针对不同地区、不同季节、不同岩石类型并结合其他地质、地球化学以及自然地理、水文地质条件来确定。背景值可分为区域性背景值和地方性的。区域性背景值是指某一无矿地区或未受矿化影响的区域范围内水中的金属元素具有或多或少均一低含量的平均值；地方性背景值是指某一局部地区的水中金属元素均一低含量的平均值。

【元素迁移系数】 water – migration coefficient of element 在水文地质学中，元素在地表水或地下水的干渣中的含量与其所在区域内岩石中含量的比值，称为水中元素迁移系数。比值数值愈大，说明元素从风化壳中被迁出的能力愈强。各个元素在风化壳中，随水溶液进行迁移的性质，还决定于地质条件和气候条件等因素。

【元素迁移能力】 water – migration capacity of element 水文地质学中是指在表生地球化学带内，在相同条件下，化学元素借助于水的作用，从岩石中解脱出来进入水中的能力。它与元素本身的性质，岩石的风化类型和程度，水的 pH 值、Eh 值和矿化度等一系列因素有关。单就元素本身的性质，其迁移能力的大小可分为四类：

化学元素的水迁移强度	在氧化环境中	在还原环境中
很强的	Cl、I、Br、S	Cl、I、Br
强的	Ca、Mg、Na、F、U	Ca、Mg、Na、F、Fe^{2+}
中等的	Si、Co、P、Ni、K、Mn、Cu	Si、P、K
弱的	Fe^{3+}、Al、Th、Sn、Zr、Hf、Nb、TaPt	Al、Cu、Co、Zr、Hf、Nb、Ta、U、Zn

【盐上水】 supersalt body water **埋藏在盐矿层以上岩系中的地下水。它可以是潜水，也可以是承压水。其补给来源主要是大气降水或地表水。水量取决于补给条件和含水层的结构。其水质则与补给源的水质及对岩层中盐分的溶滤有关，且在垂直方向上往往有明显的变化规律。盐上水常是盐矿床充水的威胁性水源。**

【盐内水】 intra – saltbody water **埋藏在盐矿层本身空隙中的地下水。它主要是沉积形成盐体时，残存下来的古湖原卤。盐内水矿化度高，当盐分所饱和，故它本身也是开发利用的资源。**

【盐下水】 infra – saltbody water **埋藏在盐矿层以下含水岩系中的地下水。它在成因上可能是渗入到盐下岩系中残留的古湖原卤。但在大多数情况下，常由远处的淡水补给，并与盐上水、边缘水有一定的水力联系。当盐下水能通过隙或透水层进入盐体时，也会破坏盐层，形成盐矿层充水的水源。**

【盐层边缘水】 peri – saltbody water **埋藏在围绕盐矿体的地层中的地下水。也可以是盐体与围岩接触面上的地下水。其补给来源主要是大气降水和地表水，盐层边缘水水质的变化较大，当趋近盐层时其成分相当于盐矿的成分。**

地下水勘察利用

【水文物探】 ysical hydrogeoph prospecting **水文地质地球物理探操的简称，包括地面物探（其中最常用的是电测深法和电剖面法等）、水文测井、遥感技术（包括航片、卫片的解译和红外线扫描等）三个重要组成部分。物探方法的选择主要根据地区的自然条件和研究程度，以及所要解决的水文地质问题。物探方法在确定平原地区含水层的分布和咸、淡水界面、圈定地热异常地段、寻找隐伏断层和岩溶通道等方面都有一定的效果。**

【水文地质钻探】 hydrogeological drilling **水文地质勘察的钻探施工，一般在进行**

地面测绘和物探工作的基础上进行，水文地质孔除在钻进施工过程中进行水文地质编录外，还用于进行水文地质试验（如抽水、注水等）和测井等工作，以取得定量评价含水层的各种水文地质数据。

【钻孔止水】 sealing of bore hole 穿过几个含水层的水文地质钻孔，为了查明每个含水层的水位、水质和水量；常需在孔中隔离相邻的含水层，以防止不同含水层水通过钻孔发生混合。钻探过程中的这种隔离工作称为钻孔止水。生产井中钻孔止水用于隔绝水质不好的或非开采的含水层。钻孔止水方法很多，长久性的常用水泥止水法，临时性的常用套管止水、粘土止水、海带或牛皮等吸水膨胀性物质止水。

【滤水管】 screen 又称过滤器、花管。指抽水孔（井）中，安置在含水层部位上能透水的管，其作用除进水外还能防止井壁周围土或岩石的颗粒流入井内淤塞井管，同时还起支撑和保护井壁的作用，使抽水孔能正常地使用。某些坚硬裂隙、溶隙含水层井壁稳定又没有疏松的充填物，抽水时不需安装滤水管，疏松的孔隙含水层或破碎的基岩含水层，均须安装适用的滤水管。滤水管的种类很多，常用的有网状滤水管、缠丝滤水管和砾石滤水管。在农业供水井中还常用水泥砾石滤水管，民井的砖木井壁实际上也是起滤水管作用。

【沉淀管】 settling tube 抽水井中滤水管下部的无孔管段。一般长3—5米。它的用途是聚集经过滤层流入滤水管内的细小砂粒和岩屑，防止滤水管被沉淀物堵塞。

【探采结合孔】 exploration – production well 在水文地质勘探过程中即能取得全部水文地质资料，而在成井后又能作为开采使用的水文地质孔。

【成井工艺】 well completion technique 包括下管（井壁管和滤水管）、填砾（围填砾料）、止水和洗井等主要工序的钻井工艺。凡是探采结合孔都需保证一定的终孔口径。终孔口径根据滤水管的直径和填砾厚度来确定。保证成井工艺的质量对延长机井的寿命有重要意义。

【孔内爆破】 downhole explosion，downhole springing 在钻孔内放炸药爆破，以增加裂隙的数量和密度，增大水、油、气等向钻孔的运移速度，这是在裂隙性岩石中增大钻孔流量的一种方法。

【水井酸化处理】 acidizing of well 向井内注入一定浓度的盐酸，利用盐酸对碳酸盐类的溶解性能，据高含水层的渗透性能是一种增大井孔出水量的技术措施。水井酸化处理一般只适用揭露石灰岩、白云岩等碳酸盐类岩层的钻井，亦用于清除过滤器壁的碳酸盐次生胶结。

【抽水试验】 pumping test 一种测定含水层富水性和水文地质参数的试验。有稳定流抽水试验、非稳定流抽水试验；多孔抽水试验、单孔抽水试验、干扰孔抽水试验等，其方法是：在水井或钻孔中进行抽水，观测记录水量和水位随时间的变化；利用水

位与流量之间的函数关系，计算含水层渗透系数和井、孔出水能力。同时，它还可以确定影响半径和降落漏斗的形状、岩层给水度和含水层与地表水及各含水层间的水力联系等。试验时要求对抽水时的水位和流量进行系统的观测和记录，并绘制水位与流量关系的曲线。

【单孔抽水】 single well pumping test 没有观测孔而只有一个抽水孔的抽水试验。它只能用经验公式及试算法求影响半径，故测定的渗透系数精度较差。在水文地质测查的初步阶段，单孔抽水常用来了解和对比不同地段含水层的透水性和富水性。在钻探成本较高的基岩地区，仅需实际测定单孔涌水量时也采用单孔抽水。

【多孔抽水】 pumping test with multiple observation wells 由一个抽水孔和若干个观测孔组成的抽水试验。它能比较精确地测定渗透系数、影响半径和下降漏斗形状，还能确定含水层间的水力联系。多孔抽水时观测孔一般以抽水孔为中心呈放射线排列。当含水层透水性均匀时，一般以单排在抽水孔的一侧垂直于流向排列。当含水层透永性复杂及成果要求高时，除垂直水流方向外，还需在抽水孔的上游和下游沿平行水流方向布置观测孔。

【干扰孔抽水】 interference – wells pumping test 也称孔群抽水，即二个或二个以上抽水孔同时抽水，各孔的水位和流量有明显的相互影响，故称干扰孔抽水。它的目的不仅为了测定渗透系数，主要是取得在相互影响条件下，孔群的总涌水量或并群降落漏斗中水位降深值的资料。孔群抽水一般用于拟作井群供水或井群降低地下水位的地段。目前我国还在一些水文地质条件复杂的岩溶矿区，用大型孔群抽水，形成大型降落漏斗，用以测定水流的主要补给、排泄方向和预测矿井涌水量等。

【混合抽水】 mixed – layer pumpine test 从两个或更多含水层同时抽水。一次混合抽水只能得到各含水层的平均渗透系数。但配合使用“钻孔流速仪”或进行多次混合抽水（如首先抽第一层水，然后继续钻进打穿第二含水层再进行第一和第二含水层的混合抽水，……），就可以测得各含水层的渗透系数。混合抽水可以省去分层止水工作，钻孔结构比较简单，节省费用和时间。

【稳定流抽水试验】 pumping test for steady flow 稳定流抽水试验要求在一定持续的时间内流量和水位同时相对稳定（即不超过一定的允许波动范围），可进行 1—3 个落程的抽水，抽水后还要对水位恢复情况进行观测和记录，稳定流抽水试验主要用于计算含水层的渗透系数。

【非稳定流抽水试验】 pumping test for unsteady flow 在抽水钻孔中仅保持水量稳定并使水位不断改变，或仅保持水位稳定使水量不断改变的抽水试验。非稳定抽水试验的目的是用人工控制的方法，使钻孔周围含水层中发生地下水的非稳定运动，通过测定水位随时间的变化过程（或水量随时间的变化过程），来测求含水层中地下水在非稳定

运动时的水文地质参数。通过非稳定抽水试验可以测求含水层的导水系数（T）、压力传导系数（a）、渗透系数（k）、及给水度（μ）或释水系数（S）。

【定流量抽水试验】 constant – discharge pumping test 在非稳定流条件下，从抽水开始就使抽水井的流量保持为一常数的抽水试验。抽水井中及含水层各点的水位（水头）随时间逐渐下降。

【定降深抽水试验】 constant – drawdown pumping test 在非稳定流条件下，抽水整个过程中，井中的水位降低一直保持为一常数的抽水试验。抽水井的流量随时间逐渐变小。含水层中各点（除抽水井外）的水位（水头）亦随之下降。

【中心孔】 test well，central well 多孔抽水时的抽水孔。在多孔抽水试验时，常在抽水孔（也称主孔）的周围沿互相交叉的两条直线（垂直于地下水流向的和平行于地下水流向的）的四个方向分别布设观测孔，故将抽水孔称为中心孔。在条件简单的地区，也可只沿两个或一个方向布设观测孔。

【观测孔】 observation well 用作抽水式验或地下水动态观测的钻孔。抽水试验的观测孔，主要用来观测抽水孔周围抽水时的地下水位变化，配合抽水孔测求水文地质参数及绘制等水位线图，亦可利用投入指示剂的方法测求地下水的流速等。地下水动态观测网中的观测孔，除用作长期水位水温等观测外，还用于水质监测。某些专门目的的长期观测孔，可用于了解含水层之间或含水层与地表水体的水力联系、断裂带的阻水性能、或某些水文地质措施的效果等。

【注水试验】 water injection test 往钻孔中连续定量注水，使孔内保持一定水位，通过水位与注水量的函数关系，测定透水层渗透系数的水文地质试验工作。它的原理与抽水试验相同，但抽水试验是在含水层内形成降落漏斗，而注水试验是在含水层上形成反漏斗。其观测要求和计算方法与抽水试验类似。注水试验可用于测定非饱水透水层的渗透系数。

【试坑渗水试验】 pit permeability test 在地表挖试坑注水，在坑底保持一定水层厚度，使水在地下水面以上的干土层中稳定下渗，根据单位时间内试坑的稳定耗水量测算土层渗透系数的野外水文地质试验方法。在确定渠道、水库、灌区的渗漏水量时，多采用此法测定干燥土层的渗透系数。

【富水性】 water yield property 含水层的水量丰富程度。一般以规定某一口径的井孔最大涌水量表示。它是衡量开采时含水层出水量的标志。根据含水层中一定降深条件下的井孔涌水量，含水层的富水性可划分为强富水的：最大涌水量 > 10 升/秒；富水的：1—10 升/秒；弱富水的：0.1—1 升/秒；贫水的：0.01—0.1 升/秒；富水性复杂的：各井、孔、泉最大涌水量相差悬殊。也有按每小时出水的吨数进行划分的。农业供水中为了使用方便，将含水层富水性划分为可供 10 英寸、8 英寸、6 英寸、4 英寸、3

英寸水泵抽水的或可供水车取水、人工取水的含水层等。

【地下水动态】 groundwater regime 地下水的水位、水量、水温、化学成分等要素随时间变化的过程。地下水动态常有昼夜的、季节的及多年的周期性变化。地下水动态受自然因素（气候、水文、潮汐、地质、天体、星球引力等）及人为因素（排水、灌溉、水库及渠道渗水、人工回灌等）影响。不同类型地下水，由于影响因素不同，其动态也不同。如潜水的季节性动态变化常比承压水显著，受降水补给与受地表水补给的潜水动态也不相同等。

【地下水动态观测】 observation of groundwarer regime 对一个地区的地下水动态要素（如水位、水温、泉水流量、自流井涌水量等），选择有代表性的泉、井、孔等按照一定的时间间隔和技术要求进行观测、记录和资料整理的工作。按其性质可分为经常性的观测和专门性的观测。后者是指某一段时间或为某一特殊目的而专门组织的观测，例如汛期对河水与地下水相互关系的专门观测等。

【地下水位统测】 simultaneous wafer－level measurement 对研究区内的井孔在同一时间（例如同一天内）进行水位测量，以便编制此一时间的地下水水位埋深图和等水位绒图。一般来说，水位观测点数要比固定的水位连续观测井孔数要多，所以编制出的图件精度较高；但由于同时测量大量的井孔水位花费的人力和的间较多，故一般只在每年地下水水位变化的典型季节（例如最高和最低水位出现时期）进行。

【地下水开采量统调】 simultaneous well－pumpage measurement 在井灌区为了取得地下水开采量的数据，除布置少数井孔详细统计开采量外，常需要每年整个农灌季节在研究区内开展二、三次调查。在城市和工业供水水源地，在尚未完全用水表计量的情况下，也常采取这种方法以取得地下水开采量的准确资料。

【地下水动态成因类型】 genetic types of grcundwater regime 根据影响地下水动态的主导因素进行的分类。潜水的天然动态主要受气象、水文等因素控制，可以划分为降水补给型、融雪补给型、冰川融水补给型、河水补给型等，潜水的季节性变化明显，多年变化是与气象周期相一致。在人为开采条件下，潜水和承压水不仅水位变化，有时水质也有变化，当人为因素是主导因素时，可称为“人为类型”。承压水的天然动态更多地受地质因素的控制，而与气象、水文等因素的联系相对较弱，如近代火山地区的泉水动态可称为“火山类型”。

【地下水均衡】 groundwater halance 一个地区在一定时间内，地下水的总补给量与总消耗量之间的数量对比关系。它包括水量均衡和水中盐分均衡两个方面。一般主要研究水量均衡，水量均衡又分为正均衡、负均衡两种。当补给量大于消耗量时称正均衡，即计算期内水量增加、水位上升；反之则为负均衡。通过水量均衡计算，可掌握和预测水量和水位的变化规律和趋势，以便合理开采利用地下水。盐分均衡的概念基本类似。

【水盐均衡】 water-salt balance 在干旱半干旱地带的灌区内，采取灌溉和排水措施时，水份和盐份在一年的不同季节内在包气带内和潜水中有规律的变化。在井、渠的灌溉地区，研究最适宜作物生长的水盐状况（地下水位、包气带的水份和盐份含量等），是论证灌溉和排水设施的重要基础工作。

【水均衡要素】 elements of water balance 水均衡中组成地下水总补给量或总消耗量中的每一个单独项目。就水均衡来说，补给量的均衡要素有：降水渗入补给量，地表水（河、湖、灌溉水）的渗漏补给量，其他含水层或其他地段地下水的渗透补给量等；消耗量的均衡要素有：蒸发消耗量，地下水溢出置（包括泉的流出量和泄向地表水的水量），流出均衡地段或流向其他含水层的渗透水量等。确定均衡要素项目和测定每一项的数值是水均衡计算的基础。

【水均衡方程】 equation of water balance 表示水均衡收入项和支出项关系的方程。总水均衡中包括地表水、包气带水（包括土壤水）和地下水的疏入量、流出量和储存量的变化，地下水只是总水均衡中的一个组成部份。

【地下水均衡方程】 equation of groundwater balance 表示地下水均衡收入项和支出项间关系的方程。在研究区内固定时间段内（例如一年），收入项与支出项之差，即为均衡期始末之间的地下水储存量的变化值。

【地下水水位变幅图】 map of amplitudes of groundwater level fluctuation 是表示地下水水位变化幅度的平面图，根据起止时间的选择，可以编制相邻两年的地下水年平均水位的变化幅度图，某一年的最高和最低的水位变化幅度图等各种图件。

【地下水动态预测】 forecasting changes in groundwater regime 根据已知的地下水动态变化过程，利用计算等方法，预测今后地下水动态的变化规律。目前主要进行地下水位动态的短期预测（两、三年的变化趋势），至于长期预测和其他动态要素的预测，方法尚不成熟。

【水文地质观测站】 observation station of groundwate regime 又称地下水动态观测站。是对地下水动态和均衡进行长期观测和研究的机构，主要由观测点网，均衡试验场和室内实验室组成。水文地质站观测研究的范围一般包括一个比较完整的水文地质单元，在动态和均衡研究的基础上，提出地下水动态预报和进一步合理开采地下水的建议，对不同地区地下水开发利用具有重要意义。此外对地下水的污染应进行监测，并提出报告和建议。

【地下水径流量】 groundwater runoff 在山区单位时间内从一个闭合流域或完整的水文地质单元，或一个均衡区的含水层（组）流出的地下水，排泄入河的总流量或泉的总流量。量纲〔L^3/T〕。可根据地下水径流量和产生这些地下径流的面积计算地下径流模数。在河谷平原和山前倾斜平原，可根据断面法计算地下水径流量。但应注意，

这样求得的地下径流量与当地的地下水补给强度没有直接的数量关系。

【地下径流模数】　modulus of groundwater runoff（flow）　**从含水层（组）的单位汇水面积流过的地下水径流量。量纲为〔$L^3/T \cdot L^2$〕，一般采用升/秒·公里^2。**

【地下径流系数】　coefficient of groundwater runoff（flow）　**在一定时期内，汇水范围内单位面积上排泄入河的地下径流量（以地下径流深表示）与汇水面积范围内降水量之比值。无因次，一般以百分数表示。**

【河流地下补给系数】　groundwater recharge coefficient of riverl　**地下水排泄入河的径流量与河流总流量之比值。一般用百分数表示。**

【补给模数】　modulus of recharge　**在单位面积含水层上所获得的地下水补给量。常以单位面积上的流量（米^3/年·公里^2）表示。**

【开采模数】　exploitation modulus　**单位面积含水层的可开采量。常以米^3/年·公里^2 表示。**

【开采试验法】　exploitaticn pumping test　**按来采的开采条件，或接近开采条件进行抽水试验，直接或间接评价可开采量。方法适用于水文地质条件复杂，一时很难查清补给条件而又急需做出评价的中小型水源地。当补给量和需水量均不很大时，可直接按未来的开采条件，在旱季进行延续时间一至数日的抽水试验，进行直接评价。在补给量丰富，而因勘查设备能力限制，抽水量或降深达不到设计要求时，只能在抽水量接近而又小于开采条件时抽水试验。此时，不能直接评价可开采量，但可根据长期稳定抽水资料，通过三个不同落程，确定 Q—S 关系，用外推法确定设计降深的可开采量。**

【水力削减法】　**计算干扰完整井涌水量的半径经验方法。其基本原理是利用涌水量减少系数 α 来计算干扰井的涌水量。**

$$\alpha_i = \frac{Q_i - Q'_i}{Q_i} = 1 - \frac{Q_i'}{Q_i};$$

$Q_i' = Q_i(1 - \alpha_i)$ **式中 α_i 为 i 号井的涌水量减少系数，Q_i，Q_i'为 i 号井的非干扰涌水量和干扰涌水量。Q_i 可按单孔抽水试验资料绘制的涌水量曲线来确定。α_i 则要按两个以上单孔抽水试验资料确定。将所求的 α_i 代入$Q_i' = Q_i(1 - \alpha_i)$ 即可得两井的干扰涌水量。两井的总的干扰涌水量为 $Q' = Q_1' + Q_2'$。在多口井相互干扰时，i 号井的涌水量减少系数 $\alpha_i = \frac{\sum_i t_{ji}}{S_i + \sum t_{ji}}$ $(j = 1, 2 \cdots\cdots n - 1)$。式中 t_{ji}为井群中第 j 号孔单独抽水时，对 i 号孔的水位影响值（亦称水位削减值）。水力削减法的优点是方法简单，可用于任何复杂的井群布置方式，而其缺点则是必须有相当数量的抽水试验才能保证计算的精度。**

【水均衡法】 water balance methcd 对于一个均衡区，在一定的均衡期内直接测定大部分水均衡要素（个别要素也可采用经验数据，或利用类似地区的数据比拟估算），进行水均衡计算和评价的方法。其优点是方法简单，缺点是实测均衡要素野外工作量大，方法尚不够完善。

【河流水文图分解法】 stream hydrograph diagram separation methcd 常年有水的河流有多种补给来源，如大气降水沿坡面流动直接汇入河槽，主要形成洪流；大气降水渗入地下，在地下运移后逐渐以泉水或散流的形式排入河中，形成基流；此外冰川积雪的融化也可构成河流的补给来源。因此可结合水文地质条件对地表径流量的水文观测资料（即河流水文图）进行分解，用图解的方法区分出地下径流部份。然后根据地下径流量和汇水面积可以计算地下径流模数等指标。

【相关分析法】 method of correlation analysis 用统计数学中相关分析原理进行地下水资源评价的方法。在分析多年开采资料的基础上，找出开采量和水位降之间的近似关系，并据此外推设计降深时的开采量。相关分析法首先是根据历年观测的开采量 Q_i 和对应的水位降 S_i，在 Q—S 座标上按分布趋势，用最小二乘法求出近似而又最接近所有观测值的，直线或曲线回归方程和回归系数，再根据相关系数来估计回归方程的实用价值。对于供水，要求相关系数 $r>0.8$。当相关系数合乎要求时，可将设计降深代入回归方程，直接求出开采量。相关分析法适用于附近有开采多年的旧水源的地区，或用于水源地的扩建。

【水文地质比拟法】 hydrogeological analogue method 根据已勘探或开采地区的实测涌水量或开采量，近似地估算水文地质条件相似地区的涌水量或开采量的方法。

【数学模型】 mathematical model 根据对研究对象所观察到的现象、数据以及经验，概化成易于确定和处理的、反映数量关系的、满足某些定解条件的微分方程（或方程组），或是数学公式、统计关系式，用来描述研究对象的运动规律。根据研究对象的已知部分，可利用数学模型，求解研究对象的未知部分。地下水的数学模型分为分布参数模型和集中参数模型，或者分为确定型模型和随机型模型等。

【确定性模型】 deterministic model 一个由完全肯定的函数关系（因果关系）所决定的模型。这种模型包括由微分方程所描述的数学模型，可用解析解法、数值解法和电模拟方法求解。当水均衡要素不作为随机变量处理时，水均衡方程式所描述的模型也属于确定性的。

【随机模型】 stochastic model 由概率性和随机性参数关系式所决定的模型，它描述自然界无规律和有规律变化因素所控制的系统。这种关系式不是给出严格精确的预测值，而是给出决定系统状态的概率范围内所预测的值。具体又可分为概率模型和随机模型。概率模型是受无规律变化的因素控制，可用传统的概率理论和数理统计方法进行

分析的系统，随机模型是指同时受无规律和有规律影响因素控制的系统。

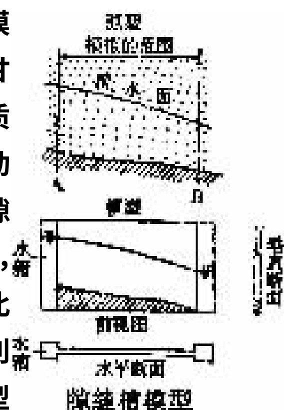
【集中参数模型】 lumped parameter model 描述系统的特征、动态不随空间坐标变化的模型。通常把系统看作一个整体，只研究输入（激发因素）与输出（响应）之间的拟合关系，而对系统内部的过程和机理不予考虑。把所有要素都看作属于空间一个点的。模型可分为稳定的（与时间变量无关）和非稳定的（与时间变量有关）；线性的和非线性的等等。

【分布参数模型】 distributed parameter model 描述系统特征、动态随空间坐标变化的模型，通常是指由流体力学定律和原理导出的多孔介质中渗流的微分方程所描述的数学模型，根据初始条件和边界条件可求解方程，得出系统特征，动态与空间坐标和时间变量的关系式或数值解。模型可分为稳定的和非稳定的；线性的和非线性的等等。

【物理模型】 physical model 研究地下水渗流的实验方法和手段。它是一种与原型物理过程相同，或者与描述原型物理现象的数学方程相同的模型。前者为实体模型，主要有砂槽；后者包括薄膜模型、隙缝槽模型、水电比拟模型、电阻网络模型和阻容网络模型等。

【砂槽】 sand tank 亦称渗流槽，是物模拟中的一种实体模型。模型与原型中物理过程完全相同，仅区别于比例尺的大小。砂槽内装有土壤或砂或玻璃球等，其前壁装有玻璃；侧壁和底部安装测压管；两端没有供水系统或控制水位和测流量的装置。根据染色液体的轨迹可确定水流在土中的流线、浸润曲线和渗透速度。渗流槽可用于进行均质和非均质岩层中地下水稳定和非稳定渗流，几种不同比重流体的渗流，非饱和水的运移问题等。

【隙缝槽模拟】 parallel - plate analog 又称“平行板模拟”、“粘滞流模拟”。利用两块平行板狭窄隙缝中粘滞液体（甘油、水、油等）的流动，模拟孔隙介质中的渗流。在孔隙介质中地下水渗流服从达西定律，在平行板抉窄隙缝中粘滞液体运动速度，服从与达西定律相似的公式：$V = -m dh/ds$，式中 m 为隙缝的透水性系数（$m = ga^2/3\upsilon$，g 为重力加速度，a 为隙缝宽度，υ 为运动粘滞系数，为一常数，可与孔隙介质的渗透系数相比拟）。两种流动均满足拉普拉斯方程和热传导方程。因此，可利用通过隙缝槽液体的层流运动模拟孔隙介质中的渗流。模拟类型可分为垂直和水平两种。主要用子研究边界较为简单的二维稳定流和非稳定运动。亦可采用不同的隙缝宽度模拟非均质介质以及采用畸变比例尺模拟各向异性介质，在实验中可直接观测到流线和运动轨迹。



隙缝槽模型

【薄膜模拟】 membrane anaJog 利用孔隙介质中水的渗流与受微小荷重薄膜的挠曲间的相似性，在按照边界水头分布固定周边的薄膜模型上模拟含水层中的稳定渗流。当薄膜挠曲高度较小时，可认为抗张应力为一常量，以薄膜挠曲高度表示水头值，以平行于薄膜初始平面的抗张应力模拟含水层导水系数，垂直于薄膜表面的剪切应力模拟含水层的单宽流量。在研究井点作用时，采用无摩擦的钉将薄膜在井点处抬至相应的高度来模拟抽：注水井的测压水头。薄膜模拟方法主要用于研究有源汇点（井点）以及具有复杂边界形状的二维均质稳定渗流问题。它可直接给出流网图形。



薄膜模拟

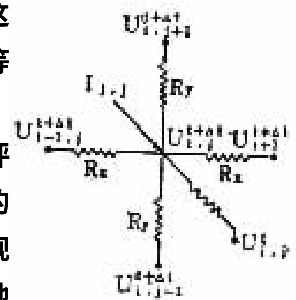
【电力积分仪】 electrlc integrator 电网络模拟装置及模型。参见电模拟。

【水力积分仪】 hydraulic intergrator 一种水力模拟的实验装置。利用多孔介质中水的渗流与以水力阻力相连的容器系统中水的运动相似的原理，将实际渗流断面划分为有限个地段，在模型节点上以单一阻力管的缝隙阻力模拟各点地层阻力，由一系列阻力管和容器（测压管 1，……n）组成模拟全渗流区的网络系统，以容器内与各阻力管相连通的测压管中水位，模拟渗流区的水头。这种装置主要用于研究一维，二维潜水含水层中的入渗和遇水等非稳定渗流问题。



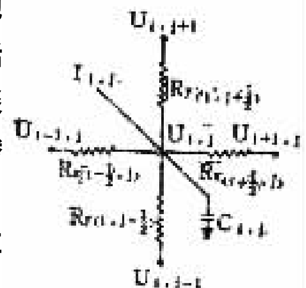
水力积分仪

【地下水水质模型】 model of groundwater quality 定量评价和研究地下水水质问题的数学模型。利用不考虑空间坐标的集中参数模型时，主要研究含水层中平均浓度随时间的变化规律；利用分布参数模型时，可研究渗流区内任一时刻任一地点，地下水中组分或示踪物浓度分布和运移规律。水质问题涉及到很多生产实际问题，如预测地下水盆地水质变化趋势，地下水污染范围的瞬时动态，地下水污染速度以及定量评价包括弥散作用在内的咸水入侵，盐碱土的淋滤，渠道附近潜水的淡化，工业废水处理等问题。为解决上述有关问题应联合运用渗流理论，扩散理论和化学动力学的方法和原则。



电阻网络的结点

【电模拟】 electrical analogy 把渗流场中的地下水位（水头）、流量、含水层渗透系数及储存量与电场中的电位、电流、电导率及电容储存的静电量相对应，求相应微分方程解的



阻容网络的结点

方法。此法利用测试仪器测定电模型中电位、电流等，经比例常数换算，可得出渗流区内水头（水位）分布或流量值。相似电模型分为两大类型：第一类是由导电液体或导电纸等组成的连续电模型，主要模拟地下水稳定运动，称水电比拟法；第二类是网络电模型，即离散电模型，又称电网络模型。有由电阻网络组成的电阻－电阻型的，用于模拟地下水稳定和非稳定运动；还有由电阻、电容组成的电阻－电容型的，用于模拟地下水非稳定运动。

【数字模拟】　digital modelling　采用渗流区已知参数或反求的参数，利用电子计算机进行模型调试，然后根据选用的数学模型进行渗流区内地下水位（水头）或流量或水质等的预测方法。对于复杂的水文地质问题，一般需要利用数字电子计算机运算。

【数值方法】　numerical method　微分方程近似解的方法。将连续函数离散化，用有限个结点上的函数值来逼近方程的解。数值方法主要包括有限差分法和有限单元法。

【有限差分法】　finite－difference metnod　通过差分方程求微分方程的数值解的方法。其方法是将研究区域划分为离散的网格（正方形、矩形、不规则网格）等，每个网格内的介质可以近似看作均质的。规则网格的中心称为结点，网格间距称为空间步长。将连续的时间亦离散化，分为若干时段，每个时段内待求函数的变化近似看作是线性的。时段之间的分界线称为时阶。根据计算时采用结点函数值的时阶的不同，差分格式可分为显式（初始时阶）、隐式（末尾时阶）、对称格式（始、末时阶）及交替方向隐式等。对研究区域内所有未知函数值（如水头值）的结点建立差分方程，通常获得一个线性代数方程组。利用电子计算机采用直接解法（消去法、追赶法等）或迭代法（逐次超松驰法、交替方向隐式迭代法、强隐式法等）求解。利用有限差分法可预报一个地区或水源地任一结点，任一时刻的水位或水头，也可以反求参数。

【有限单元法】　finite element method　求偏微分方程近似解的一种数值计算方法。它是以变分原理和剖分插值为基础的，是传统的能量法和差分方法相结合的一种方法。其法是①对研究区域进行剖分，将待求的函数（如水头函数）离散化；②根据求泛函数极小值的条件，将偏微分方程的定解问题化为常微分方程的初值；③对时间作隐式差分，最终化为解线性代数方程组，利用直接解法和叠代解法，可求得任一时阶、任一结点上函数的近似解（如：水头值）。由于线性代数方程组的系数矩阵是对称正定和稀疏的，这有利于采用超松驰法、分块迭代法或分块消去法求解。近几年来广泛运用此方法研究地下水渗流问题和地下水资源评价问题。

【初始条件】 initial condition 在所研究时段初始时刻，渗流区内未知函数所满足的条件。如给出在初始时刻水流基本要素分布的情况，一般初始条件常给出渗流区的水头（水位）分布：

$$H_0 = f(x, y, z)$$

【边界条件】 boundary condifion 渗流区内未知函数在边界上所满足的条件。渗流区的边界可分为：补给边界、弱透水边界和不透水边界。如：与含水层有水力联系的河流、不同岩性的接触带、含水层尖灭的边界以及隔水断层等。边界条件可分为三种类型：①为在渗流区边界上给出水头（水位）变化规律：$H =$ 常数，或 $H = f(t)$，当 H 为常数时，这种边界称为“定水头边界”；②为在渗流区边界上给出地下水流量（或水头沿边界法向方向的导数）随时间变化规律：

$$Q = \text{常数} \qquad \text{或} \frac{\partial h}{\partial n} = f(t)$$

当 Q 为常数时，这种边界称为“定流量边界”；当 Q 等于零或 $\partial h / \partial n = 0$ 时，这种边界即为隔水边界；③为上述两种边界条件的混合类型，在边界上给出：

$$\frac{\partial h}{\partial n} - Ah = f(t), \ A \text{为常数。}$$

【定解条件】 definjte conditlon 初始条件和边界条件的统称。

【地下水资源】 groundwater resources 一个地区或一个含水层中，具有一定利用价值的地下水数量。它不同于一般矿产资源的主要特点是有流动性与可恢复性，因此在评价时必须查明地下水的补给、径流、排泄条件和预测它在开采过程中可能发生的变化。以前也有按地下水的静储量、动储量、调节储量和开采储量来计算地下水资源的；近年来则趋向于按天然资源（天然补给量）、储存资源（储存量）和开采资源（可开采量）进行评价。对于埋藏深、循环交替极缓慢的深层盐卤水或含有特殊组分的工业原料水，一般只计算其储存量和其中所含有用成分的质量。

【天然资源】 natural esources of roundwater 在水文地质学中是指天然补给量。是在天然条件下，地下水在循环交替过程中，可以得到恢复的那部分资源。主要由大气降水入渗量、河流渗漏量、侧向地下径流流入量等组成，用多年平均值表示。也可以按天然排泄量（主要有泉水溢出量、潜水蒸发量、地下径流流出量、地下水对河流的补给量等）的多年平均值表示。

【动储量】　dynamic resesrve　地下水流的断面流量，单位一般用立方米/昼夜，相当于天然资源中的侧向地下径流流入量。计算动储量（$Q_{动}$）时，常在含水层中选择代表性的横断面，测定含水层的渗透系数（K）和水力坡度（I），按公式 $Q_{动}=KIF$ 计算。F 为含水层过水断面面积。当地下水流宽度大、断面形状和含水层岩性有变化时，可分段进行计算。动储量一般都有季节性变化，需要测定它的最大值、最小值和平均值。

【调节储量】　regulation reserve　在多年最低水位以上地下水位变动带内的地下水量，单位是立方米。调节储量 $V_{调}$ 可按下式计算，$V_{调}=\mu\cdot\Delta h\cdot F$。式中 μ 为含水层的给水度；Δh 为计算时间内水位的变化幅度；F 为计算范围的面积。调节储量一般按季节或年计算。

【储存资源】　groundwater storage　即储存量（贮存量）。包括容积储存量和弹性储存量。前者一般指最低水位以下的含水层（或弱透水层）中储存的重力水总体积，相当于静储量。也有把含水层水位变动带内的容积储存量纳入储存资源的，这部分水相当于调节储量，实际上主要是由垂向的入渗补给形成的，是天然资源的一个组成部分。容积储存量的数值取决于含水介质的给水度及其体积。弹性储存量是承压含水层或弱透水层，由于水头降低（引起岩层压缩和水的膨胀）而释出的水量。这部分水只有在开采情况下才能释出，也是开采资源的组成部分。弹性储存量的数值取决于含水介质的单位释水系数和体积以及平均水头下降值。

【容积储存量】　storage　一般是指最低水位以下含水层（或弱透水层）中储存的重力水总体积，相当于静储量。

【弹性储存量】　elastic storage　是承压水层或弱透水层，由于水头降低（引起岩层压缩和水的膨胀）而释出的水量。

【静储量】　static reserve　又称永久储量，是潜水最低水位以下（即地下水水位变动带以下）含水层中重力水的体积，或承压含水层中重力水的体积，单位为立方米。相当于储存资源中的容积储存量。静储量 $V_{静}$ 按下式计算：

$$V_{静}=\mu\cdot V,$$

| 式中 μ 是含水层的给水度；V 是潜水最低水位以下含水层的体积，或承压含水层的体积。在常年的供水工作中，原则上不动用静储量，以免引起地下水位的区域性下降，如果丰水期的动储量，调节储量或以人工补给方法能使静储量恢复时，可以短期动用静储量。

【永久储量】　permauent reserve　与〔“静储量”〕含义相同，目前很少应用。

【开采资源】　exploitable resource peoypc　即可开采量或开采储量。是实际能开采利用的地下水资源，即在设计的开采期内，在合理的技术经济开采方案和开采动态以及不引起不良的水文地质工程地质现象的条件下，单位时间内从含水层可开采的地下水水

量。它是由一部分天然资源、补充资源和可动用的储存量和人工补给量等组成的。其中补充资源是指开采条件下新增加的补给量，也称为开采激发补给量或激发储量。

【激发储量】 induced reserve 在开采条件下夺取来的额外补给量，如：夺取地表水的补给量，开采漏斗引起邻层水增加的越流量，开采使分水岭外移扩大的补入量等。这些水量在天然条件下并不参加研究单元地下水的水量均衡，仅在开采激化下由于改变水动力条件后才被夺取过来。其水量多少不仅取决于水文气象条件和水文地质条件，而且也随开采条件的不同而变化。

【人工储量】 artificial storage 又称人工资源，由于灌溉、水库和渠道渗漏及人工补充地下水在岩层中形成的地下水体积。

【集水建筑物】 water－collecting structure 为了取水或排水而设置的汇集地下水的建筑物。它可分成垂直的和水平的两大类。垂直集水建筑物包括各种形式的水井、钻孔、竖井等，用于开采或排除各种埋藏深度的含水层中的地下水。水平集水建筑物包括集水池、集水渠、集水廊道和集水暗管等，一般仅用于开采或排除埋深和厚度都不大的含水层中地下水。有时二者常结合使用，如我国西北地区使用的“坎儿井”和黄土地区常用的辐射井等，都是二者结合的复合类型。

【潜水井】 phreatic－water well 开凿在潜水含水层中的水井，一般井深不大，凿井较方便。

【承压水井） confined－water well 开凿在承压含水层中的水井，见水后井中水位会迅速上升高出含水层的顶面。当水面溢出井口高出地面时称自流井。

【自流井】 artesian well 揭露承压含水层后，承压水头高出地表的井。自流井在开采过程中，由于本井或周围水井所造成的水头消耗，可以使压力水头下降到地表面以下，此时就需要用水泵提水。

【完整井】 fully penetrating well 井的进水部分穿过整个含水层的井。当含水层厚度不大时，常采用完整井以便由全部含水层中开采地下水。

【非完整井】 partially penetrating well 没有打穿整个含水层，或仅在含水层部分厚度上有进水井壁的井。非完整井常用于巨厚的含水层。人工开凿的大口径井通常是非完整井。



吊管井
1.含水层；2.隔水层

【吊管井】 hanging tube well 又称大底井，是一种出水量大的混合型水井。在潜水井水量不够而潜水层下有松散的砂或砂砾承压含水层时，将井壁管座落在潜水的隔水底板上再凿穿底板，随着抽水掏出下层大量泥砂使下部形成漏斗形井底。从而具有很大的进水面积和聚水空间，故出水量可比一般井大数倍至10倍以上。吊管井上部井径0.3—2米，下部井底直径可达5—6米或更大，且愈大增水效果愈好，但下部含水层若为细空

砂层，由于坍塌涌砂，扩大井底的效果较差。

【辐射井】　radiating well　一种带有幅射横管的大井。井径 2—6 米，在井底或井壁按幅射方向打进滤水管以增大井的出水量，一般效果较好。滤水管多者出水量能增加数倍，少的也能增加 1—2 倍。管的长度一般数米，最长者达数拾米，管径一般为 3 吋，可用金属管、或竹、木材按过滤器要求制成。含水层较厚时，可设置多层水平集水管，增大出水量的效果更好。可以土法施工，也可以机械施工。

【大口井】　large－diameter well　又称平塘、方井。它的特点是口径较大，（5—20 米），深度较小（5—30 米）；施工时，多采用人工开挖配合机械排水。大口井的水量较大，一般作为灌溉水源或中小型工业用水。根据结构不同，大口井又可分为：无衬砌平塘、块石浆砌大口井、干砌块石大口井、水泥筒大口井等。开采基岩裂隙水时常采用大口井，在河床砂卵石层中有时也采用此种井型。

【管井】　tube well　一种常见的、深度较大的地下水垂直集水建筑物，用于开采含水层埋藏较深的地下水。井管的内径一般 6—14 英寸，深度一般 50—200 米。目前多采用铸铁井管、混凝土井管、塑料井管等。管井是用各种类型钻机打成的，打眼后按照一定的成井工艺下管成井。

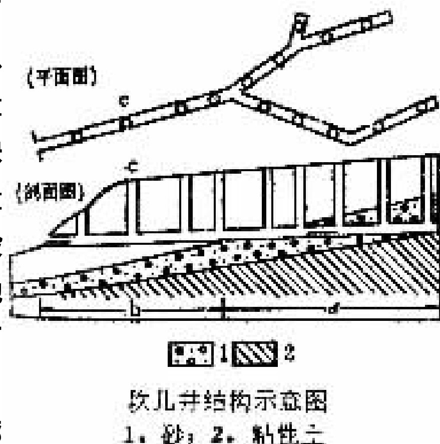
【锅锥井】　用大锅锥打成的井。大锅锥是我国古代创造的一种人力或半机械化回转式打井机。这种打井机结构简单，操作容易、适宜在含水层埋藏较浅的平原地区施工。锅锥井的开口直径 1.0—1.1 米、深度可达 30—40 米。井中安装内径 50—60 厘米水泥管和水泥砾石滤水管。管外填砾，厚度不小于 10 厘米。锅锥井井管的内径大，不仅出水量大，而且可以安装各种类型的水泵。

【卧管井】　lying tube well　由水平集水暗管和井组成的集水建筑物。埋藏不深的水平集水暗管汇集两侧的地下水后，以不大的水力坡度流入井中，然后抽水机具由井中提水。当含水层薄时井的进水面积有限，竖井抽水时水量甚小，甚至不能连续工作。卧管集水面积大，出水量较大，能满足一定流量的水泵抽水。

【真空井】　vacuum－pumped well　又称“井泵对口抽”，是把井管口和水泵吸水管口联接密封成整体的机井。当水泵开动后，井内形成真空。由于以井管代替胶管，取消底阀、闸阀或逆止阀，减小了扬程损失，因而可以增大出水量，提高灌溉效益。并且，结构简单，费用节省，改装技术简便，使用维修方便。由于井口密封，还可以延长井的使用寿命。

【傍河取水井】 riverside pumpimg well **布置在河流冲积层中的水源井，在抽水时不仅直接吸取含水层中的水，而且可以使河水经过含水层进入井中，这种水井实际上是地下水和地表水联合开发的一种形式。**

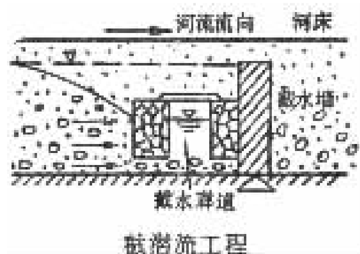
【坎儿井】 karez **一种地下截水输入廊道。下由直井、地廊道、明渠、涝坝四部分组成。其结构如图示，地下廊道高** 1.5—2 **米、宽** 0.6—0.7 **米，一般长** 2—3 **公里，最长达** 10 **公里。廊道底坡小于地面坡度和地下水力坡度；一般为** 1—2% **。为增大截水量，廊道截水段可分支成** Y **形或** X **形。廊道在深度小于** 3 **米时即可改成明渠。直井为由地面挖向廊道的竖井，用作分段施工及成渠后清理检修之用，最深达** 70 **米，井间距** 25—30 **米左右。涝坝为明渠末端集水坑，起调节水量提高水温的作用，一般能蓄积坎儿井一昼夜以上的出水量。坎儿井的优点是不须提水设备、水量稳定，并可避免强烈蒸发，水质好，使用期长。缺点是基建时间长、须每年清淤、廊道输入段渗漏量大，非灌溉季节流出水量无法控制易产生局部地段的次生盐碱化。坎儿井主要分布在我国西北干旱地区（例如新疆）的山前倾斜平原，那里的地表面和地下水都有一定的水力坡度，适合开凿坎几井。**



坎儿井结构示意图
1. 砂；2. 粘性土

【集水廊道】 collector gallery **由水平集水廊道与观测井，集水井组成的集水系统。可分明渠式（渗渠）与坑道式。根据地形、地质和施工条件明渠式和坑道式可结合使用。集水廊道适用于地下水埋藏较浅，补给条件较好的地区。**

【截潜流工程】 underflow – interception works **又称地下拦河坝，是在河底砂卵石层内，垂直河道主流修建截水墙，同时在截水墙上游修筑集水廊道，将地下水引入集水井的取水工程。适应于谷底宽度不大，河底砂卵石层厚度不大、而潜流量又较大的地段。集水廊道的透水壁外一般应设置反滤层，廊道坡度以** 1/50—1/100 **为宜。集水井设置于廊道出口处，井的深度应低于廊道** 1—2 **米以便沉砂和提水。**



截潜流工程

【地下水合理开发利用】 rational exploitation and utilization of groundwater 根据水文地质条件和工农业建设各方面的需要，经济合理地开发利用地下水。开发的规模必须与地下水资源的特点相适应，一般的情况下多年平均开采量不应超过多年平均补给量，但可允许丰、平、枯水年之间调节使用；局部地段的地下水开采量过大，可能造成地下水位的多年持续下降，但在制订开采方案时应当加以论证（若干年地下水位可能达到的最大深度，是否可采取人工补给措施等）。地下水的具体开采方式应符合当地的水文地质特点，包括集水建筑物的类型和配置、单井质量标准和效益等，浅层水井和深层水井的搭配，淡水和微咸水的混合利用等。近年来开展的人工补给地下水、“抽咸补淡”等工作也属于地下水合理开发利用的范畴。

【干扰井】 interference wells 井间距小于两井的影响半径之和，在同时抽水时，各井的水位和流量会发生相互干扰的井。井间干扰有两种表现：一是水位降深至一定程度时，受干扰的单井涌水量小于干扰前的单井涌水量；二是井的涌水量相同时，干扰井的水位降深大于非干扰井的水位降深。在需人工降低地下水位时，可用干扰井增强降低水位的效果。在考虑农田供水布置水井时，须注意井的间距，以免影响单井出水量。在水量丰富地区的工业供水设计中，为节省管道和便于管理，也常采用干扰井群取水。

【合理井距】 rational well spacing 多井开采地下水时，在满足开采水量和不超过允许水位降深的条件下，井间应保持的距离。合理井距应通过试验和计算确定。原则上可作如下考虑：对农田灌溉分散供水，在地下水丰富，单井出水量大的地区，为了避免井间干扰，充分发挥单井灌溉效益，井距应大于影响半径的两倍；在含水层厚度大，但渗透性较差时，由于单井出水量较小，为了满足灌溉的需要，须多打井时，井距计算时允许产生一定的井间干扰，但干扰井水量减少系数应不大于25%。对工业、城市供水，常须集中布井，在地下水源有保证的条件下，井距可加密，但干扰井水量减少系数应不大于30%。在采用深浅井结合分层取水或在巨厚含水层中分段取水时，井距可按具体条件加密。在采用人工回灌补给地下水源地区，抽水井距也可适当加密，但以不造成区域性水位逐年下降为限。

【合理井深】 rational well depth 在合理的技术经济条件下，保证水井长年正常供水所需的井深。计算合理井深时，应考虑含水层的埋藏深度、厚度、渗透系数和井的结构、设计出水量以及设计出水量所需的水位降深和水位降深时也保证设计水量进入孔内过滤器的进水长度、沉淀管的长度等。在有咸水和含有害成分的地下水分布区，还应考虑开采时水质不变坏等因素。

【地下水人工补给】 artificial recharge of groundwater 借助某些工程设施将地表水自流戍用压力注入地下储水层以增加地下水的补给量、稳定地下水水位的方法和工作。这对水资源进行季度之间成年际之间的调节，保证水资源充分合理的利用有重要意义。

人工补给地下水可以达到多种不同的目的：增加地下水资源，防止或控制地面沉降，改善地下水水质，调节水温以达到地下储能的目的（如冬灌夏用、夏灌冬用等），改造地下咸水（如抽咸换淡），建立地下淡水屏障阻止海水倒灌等。

【地下水人工引渗】 spreading method of artificial recharge of groundwater 地下水人工补给的一种类型。利用渠系、坑塘、河道、洼淀蓄水或引水，对裸露地表或埋藏很浅的储水层进行补给，达到补充地下水资源和调蓄水资源的目的。人工引渗成本低、施工便利，对农田水利建设能起到良好的作用。

【地下水人工回灌】 artificial injection of groundwater 地下水人工补给的一种类型。指利用管井向含水层中灌水，供水管井一般可作为回灌井。拟建供水、回灌两用井时，为使井结构能更好地适应回灌的要求，必须适当增大填砾厚度，加设补砂管和加固过滤器。通常采用的回灌方式有真空回灌和加压回灌。为保证回灌井的正常使用，每隔一定的时期要进行回扬（抽水）。在集中开采的水源地，可利用地下水人工回灌方式增补地下水资源或进行地下储能（冬灌夏用、夏灌冬用）。

【地下蓄水】 underground storage of water，underground water – storing 与地下水人工补给的含义相近地下水人工补给是着眼于地下水，考虑如何采取人工措施补充地下水源。地下蓄水着眼于利用地下含水层的空间，调蓄地表径流。

【地下水库】 underground reservoir 储集地下水的场所。对其含义的理解不甚相同。有人认为：地下水库应当有具体的库址和水源，有人认为不一定要修筑人工地下坝体，可利用天然存在的相对隔水和阻水的岩体作为蓄水的下游边界。

【潜水动态人工调节】 artificial regulation of phreatic water regime 以井灌排的方法控制地下水位于最佳的深度，以使降雨和地表水渗入的补给量为最大，潜水蒸发量为最小，年内可调节利用的地下水资源为最大，也可防止土壤盐碱化。人工调节可利用一定的渠系配合进行。

【地下储能】 underground energystoring 工业城市抽用地下水的目的之一，是利用地下水作为冷源或热源。夏季用于产品的冷却，调节车间的温度和湿度，冬季则用作车间取暖和供锅炉用水。为了增加地下水的冷源或热源，许多工厂利用含水层中地下水流速缓慢和水温变化缓慢的特点，用回灌方法改变地下水的温度，提高地下水的冷、热源储存效率。具体作法是冬季向地下灌入温度很低的冷水，夏季开采用于降温（即所谓“冬灌夏用”）。夏季则向地下灌入温度较高的水，冬季开采用于取缓（即所谓“夏灌冬用”）。

【真空回灌】 vaccum injection 在管路密封装置下，利用真空虹吸原理产生水头差进行回灌。它适用于地下水位埋藏较深，含水层渗透性能良好的地区，也适用于滤网结构耐压耐冲强度较差、凿井年代较久的老井及对回灌量要求不大的深井。

【加压回灌】 pressure injection 用压力注水的回灌方法。加压回灌适用于地下水位高、透水性差的含水层和滤网强度较大的深井。加压回灌可分为泵内、泵外和泵内外同时进水三种方法，可利用自来水管网压力或水泵加压进行回灌。

【土壤改良水文地质学】 reclamation hydrogeology 水文地质学的一个分支。是研究防治土壤盐碱化和沼泽化有关的水文地质问题的学科。它的具体任务是研究引起土壤盐碱化和沼泽化的原因和条件，确定水文地质方面的防治措施，为正确选择灌溉排水井或排水沟的类型、间距、深度等提供水文地质依据。

【土壤积盐作用】 salting of soil 在地下水和气候等因素的作用下，土壤中可溶盐分的积聚过程。其原因主要是含有盐分的地下水从潜水面沿毛细上升，当毛细上升高度接近地表时，由于水分蒸发而使盐分结晶析出，积聚而成。一般在径流迟缓、潜水面离地表近、土壤毛细性好、地下水矿化度高及气候干旱的地区积盐作用都比较强烈。

【土壤脱盐作用】 desalting of soil 土壤中的可溶盐分被低矿化的降水、地表水和灌溉水下渗时溶解和带出的过程。它的强度取决于下渗水流的强度和性质、土壤的透水性、地下水面的深度和地下径流的强弱。在农业中土壤的人工脱盐，是改良盐碱土壤、抗土壤盐碱化的一项主要措施。

【土壤盐碱化】 salinization of soil 又称土壤盐渍化。土壤积盐作用大于脱盐作用时，土壤中可溶盐就逐渐积累，当它的数量积聚到有害于农作物正常生长时就形成盐碱土。形成盐碱土的过程称土壤的盐碱化。

【土壤沼泽化】 swamping of soil 地下水接近地表，土壤长期为水分所饱和，在湿生植物作用和厌氧条件下进行着有机质的生物积累与矿质元素的还原过程。土壤沼泽化形成的表层土为腐泥或泥炭层，其下为蓝灰色潜育层的沼泽土。

【碱土】 solonetz 吸附多量 Na 离子的土壤称碱土。是由盐碱土进一步发展而成。从地表下渗的水将盐碱土中可溶盐溶解淋滤到土层深部，若地下径流不良，旱季时由于毛细作用盐分又会重新上升到表层，各种离子上升速度不一，阳离子以 Na^+ 上升最快。因之反复淋溶的结果，Na^+ 在土壤表层溶液中浓度变大，便交换土壤中已吸附的 Ca^{2+}、Mg^{2+}，以被吸附 Na^+ 的形式固定在土壤表层，形成碱土。由于吸附多量 Na^+ 的土壤颗粒易于进一步吸附水分子，故碱土潮湿时泥泞不透气、水不易下渗，而干燥时龟裂为坚硬的土块，极不利于农作物生长和耕作，常用掺砂和加石膏、石灰的方法改良碱土。

【临界深度】 critical depth 开始引起土壤盐碱化的潜水面埋藏深度。临界深度的大小与包气带岩性、潜水的矿化度、气候、土地耕种质量有关。它是控制和改良土壤盐碱化的重要指标。将潜水面控制在临界深度以下，可以防止土壤盐碱化和有效地进行灌溉。

【淡咸水界面】 freahwater – saltwater interface 在地下淡水和地下咸水同时存在的地区，淡水和咸水之间的接触面。淡、咸水有不同的接触关系，淡、咸水界面可以有不同的形状，一般可分为上界面、下界面、侧界面。例如在内陆干旱地区咸水分布广泛，在地下的浅部的沙丘下或河道两侧，常形成漂浮于咸水之上的淡水体，其横断面的形状一般是中间厚，两侧薄、形如透境状，常称为“淡水透境体”。在滨海地区由于近代各历史时期海侵的范围不同，常形成夹于上部淡水和下部淡水之间的楔状咸水体，其厚度由海岸向内地逐渐变薄。淡咸水界面处于动平衡状态中，在不同季节或不同年度可以有变化，在开采淡水体时也可能引起咸水的入侵；在近海岸地带开采地下水还可能引起海水的直接入侵。

【地下咸水改造利用】 melioration and utilization of saline groundwater 是从农业角度对埋藏距地表较近的地下咸水的改造和利用，地下咸水和盐碱土常伴生，因此改造地下咸水对改良盐碱土有积极的作用。地下咸水是地下水的一种类型，是一定的自然地理和地质条件下的产物，主要与现代和古代海侵、盐水湖盆、大陆盐渍化等作用有关。利用矿化度 2—5 克/升的地下咸水对某些作物的特定生长期进行灌溉，可以无害于土壤而利于作物生长，但必须经过试验、慎重行事。抽取地下咸水，增加降水和地表水的入浸，可以加速地下水的垂直循环和地下水淡化，在地下咸水体上制造悬浮地下淡水体，扩大可利用的地下淡水资源。

【矿床水文地质学】 mine hydrogeology 研究矿床开采中有关的水文地质问题的学科。它的主要任务是：研究各类矿床的水文地质特征及其调查方法；研究各种矿床的充水性质、充水水源、充水通道；预测未来矿井的涌水量及开采过程中矿床水文地质条件的变化；提出矿井涌水的防治措施，以及研究矿井水的综合利用等问题。

【矿床充水因素】 water – filling factors of mlnes 造成和影响矿床充水的水文地质因素。采矿时地下水和地表水往往会以不同形式和程度涌入矿山坑道，这种矿坑进水的现象称矿床充水。它大致可分为三大类：①矿床充水的自然地理因素，主要包括大气降水、地表水体与矿体的关系及矿体分布的地形特点；②矿床充水的地质因素，主要包括导水断裂、矿体及围岩的含水性、矿体顶底板隔水层的稳定性等；③矿床充水的人为因素，主要包括矿床开采造成的人为通道老窿水及勘探钻孔透水等。矿床充水的水源有地下水、地表水、大气降水和老窿水。

【矿床水文地质类型】 根据矿床充水含水层的空隙特征所划分的水文地质类型。固体矿床一般可划分为三大类型：①为充水岩层以孔隙岩层为主的矿床。涌水量主要取决于岩层孔隙率的大小、岩层的厚度、分布范围以及自然地理条件。②为充水岩层以裂隙岩层为主的矿床。涌水量主要取决于岩体结构、裂隙发育程度、裂隙力学性质、构造的复合情况、裂隙发育的宽度、深度及充填情况和自然地理条件。③为充水岩层以溶洞岩层为主的矿床。涌水量主要取决于溶洞发育情况、充填情况、地质构造、古地理和自然地理条件。根据水文地质、工程地质条件又可进一步划分为简单的、中笋的和复杂的三种类型。

【矿井富水系数】 评价某一矿井（或坑道）中地下水丰富程度的一种指标。它等于矿井或坑道的排水量与同一时期矿石开采量之比。即：富水系数（kp） =Q/P，Q 为矿井（坑道）某一时期的排水总量（吨）；P 为同一时期的矿石开采量（吨）；在水文地质条件类似地区，富水系数可用于近似地估计新设计矿井或坑道的涌水量。

【老窿水】 abandoned－mine water 古代采矿的小井和采空范围，及现代生产矿井已采空的范围（包括废弃的井筒和巷道），通称为老窿。老窿中由于地表渗水或地下水流入而长期积聚的水称老窿水。老窿水的特点是水交替性差，常是含有多量甲烷（CH_4）、硫化氢等有毒气体的酸性水。老窿水常影响邻近和下部矿层的开采，有时突然涌水造成淹井。故矿床水文地质调查和矿产开采时，都要重视查清老窿水。

【矿坑涌水量预测】 prediction of gushing water in mines 矿坑涌水量大小是评价矿坑充水条件复杂程度的主要标志，它也是制订矿山疏干排水设计的主要依据。因此在勘察阶段需要根据一定的矿坑设计案计算矿坑涌水量。地下开采时，一般要求预测井筒、各开采水平坑道涌水量以及全矿最大涌水量。露天开采时，要预测各开采台阶的全矿涌水量。矿坑涌水量在雨季和旱季往往差别很大，特别是浅埋矿、露天矿区、裸露岩溶矿区更是如此，雨季和旱季涌水量可相差几倍、几十倍或更大，因此预测矿坑涌水量的季节变化，对排水设计有重要意义。

【放水试验】 water releasing tast 与抽水试验的原理相同，在井下坑道内打孔，揭露含水层，利用含水层中的静水压力，地下水自动涌入坑道，引起放水坑上部地下水位的下降。放水试验大多为孔群放水。钻孔深度 50—100 米不等，一般钻至强烈涌水为止。终孔直径为 75—110 毫米，钻孔可为水平或上仰，倾角一般为 5—10°，由于井下放水，因此试验降深可以很大，对揭露矿区水文地质现象极为有利，可为评价矿区水文地质条件提供较可靠的依据。放水试验只能在矿坑进行，因此一般是在矿井疏排设计补充勘探阶段或扩建矿井时使用。放水试验的观测和资料整理方法与抽水试验相同。

【防水矿柱】 waterproof piltar 采矿工作面接近具有危害性的充水空间或导水通道，如充水溶洞、老窿，导水的大断层时，为了防止地下水突然涌入矿坑而保留的部分矿体。防水矿柱在下列情况下留设：①当开采水平位子水量丰富的含水层之下，工作面接近充水通道时；②开采水平位于水量丰富的高压含水层之上，工作面接近充水通道，或底板抗水压强度不够的地段时；③开采工作面通过地表水体的底部，其上部岩层的安全厚度不够时；④开采工作面前方或侧面接近较大充水空间时。

【矿井防水】 water protection of mines 在尽可能地保持矿井或采区开采前原有的水文地质状态，防止地下水和地表水流入矿井、巷道、采区而危害采矿工作所采取的措施。矿井防水分为地面防水（防止地表水和大气降水进入矿坑）和井下防水（防止井坑突然大量涌水）两种。地面防水常用的有效措施有：①修整河道截湾取直加快水流排泄，铺设防渗河槽，必要时对于有威协性的长年流水大河采取人工改道；②填堵对矿坑充水有影响的天然及人工的地表裂缝，地表塌陷；③封堵低处或冲沟中的含水层露头。井下防水常采用防水闸门、防水墙、防水矿柱、和井下注浆等。

【矿井探水】 为查明掘进工作面的前方，两侧和顶底部的充水通道、充水空间的位置和产状而进行的井下钻探工作。当巷道掘进接近充水溶洞、积水老窿，充水断裂及可能出水地区或有出水预兆时，应先探水查清情况，再继续掘进。因而矿井探水是防止矿井涌水、保证安全生产的重要措施。

【矿井堵水】 water blocking mines 用各种方法和材料（如水泥、水玻璃、化学浆液等）堵塞井下突水点。堵水工作主要用于处理矿产开采过程中发生的出水事故，有时也用来恢复被水淹没的矿井、采区及处理井筒淋水等。

【矿井截流】 water interception in mines 在查清地表水和地下水对矿坑充水的主要通道的基础上。有计划、有目的地切断水源，以减少或消除矿井涌水量的措施。截流的主要措施是挖截水沟和进行帷幕注浆。帷幕注浆有闭合帷幕和不闭合帷幕两种。闭合帷幕又分开凿井筒前的预先注浆、坑道掘进时预先注浆，用以封堵含水层或加固断层带等。不闭合帷幕主要用于截断矿井、采区某一透水边界的补给水源。

【矿井疏干】 water draining（dewatering）of mines 用人工排水措施，降低有关含水层的水位（或水压），使某个采矿水平（或中段）的地下水部分或全部排除，以及使底板承压含水层的水头低于安全水头的过程。疏干的目的是减少开采巷道的涌水量，防止井下突水，以保证采矿工作正常进行。根据排水与开采时间的关系，它可分为预先疏干、开采疏干和综合疏干。预先疏干是在采矿前把即将开采的水平（或地段）进行疏干，然后在已疏干的地段内进行采掘工作。开采疏干是随同采矿工作同时进行疏干，一般在未经预先疏干或虽经预先疏干但还存在威协安全生产的残余水头的情况下采用。综合疏干是在采矿时综合使用预先疏干和开采疏干二种方法。

【矿井突水】 water gushing in mines 掘进或采矿过程中当坑道揭穿导水断裂、富水溶洞、积水老窿，大量地下水突然涌入矿山井巷的现象。矿井突水一般来势凶猛，常会在短时间内淹没坑道，给矿山生产带来危害。在富水的岩溶水充水的矿区及顶底板有较厚高压含水层分布的矿区，在构造破碎的地段，常易发生矿井突水。但只要查明水文地质条件，采取措施，矿井突水是可以预防和治理的。

【淹井】 shaft submergence 矿井中由于突水或其他原因，涌入坑道的地下水大于排水能力，在较短时间内把坑道或整个矿井淹没的现象。淹井的主要原因是对矿坑涌水量计算错误，或对突水规律认识不清，防水措施不当，经不起大量地下水突然袭击之故。

【矿井涌砂】 sand gushing in mines 在掘进或采矿过程中，坑道揭露未固结含水砂层，充填来固结泥砂的富水溶洞，或构通地表水的导水通道时，地下水和泥砂同时涌入井巷的现象。矿井涌砂，可堵塞排水系统，破坏井下设备，并常伴随发生地表坍陷，给矿山生产带来困难，其中以流砂冲溃的危害性最大。

【安全水头】 safe water head 不致造成隔水顶底板突水的承压水水头最大值称为安全水头。采矿坑道的上部或下部常有承压含水层分布，并被具有一定厚度的隔水顶板或底板隔开。当承压水的水压小于隔水顶板或底板的抗水压能力时，地下水就不会突破隔水顶板或底板。在含水层的水头大于安全水头的地段进行采矿时，应进行排水，降低水头，减小水压，使其水头降至安全水头以下，以保证安全生产。

工程地质学

总　论

【工程地质学】 engineering geology 地质学的一个分支学科，是调查、研究、决与人类活动及各类工程建筑有关的地质问题的科学。研究工程地质学的目的是为了查明各类工程建筑场区的地质条件，对场区及其有关的各种地质问题进行综合评价，分析、预测在工程建筑作用下，地质条件可能出现的变化和作用，选择最优场地，并提出解决不良地质问题的工程措施，为保证工程的合理设计、顺利施工及正常使用提供可靠的科学依据。研究的主要内容有：确定岩土组分、组织结构（微观结构）、物理、化学及力学性质（特别是强度及应变），及其对建筑工程稳定性的影响；制定岩土工程地质分类，提出改良岩土的建筑性能的方法；研究由于人类工程活动的影响而破坏的自然环境的平衡，以及自然发生的崩坍、泥石流及地震等物理地质作用对工程建筑的危害及其预测、评价和防治措施；研究解决各类工程建筑中的地基的稳定性，如边坡、路基、坝基、桥墩、硐室，以及黄土的湿陷、岩石的裂隙的破坏等，制定一套科学的勘察程序、方法和手段，直接为各类工程的设计、施工提供地质依据；研究建筑场区地下水运动规律及其对工程建筑的影响，制定必要的利用和防护方案；研究区域工程地质条件的特征，预报人类工程活动对其影响而产生的变化，做出区域稳定性评价，进行工程地质分区和编图。随着大规模工程建设的发展，研究领域日益扩大。除了岩土学、工程动力地质学、专门工程地质学和区域工程地质学外，一些新的分支学科正在逐渐形成，如矿山工程地质学、海洋工程地质学、城市工程地质学、及环境工程地质学、工程地震学等等。

【工程岩土学】 rock and soil enginecring 原称土质学。工程地质学的一个组成部分，是研究岩石与土工程地质性质及其形成、变化的学科。工程岩土学研究土和岩石的物理、水理、力学性质及控制这些性质的物质成分和结构特征；土和岩石在建筑修建和运营期间可能发生的变化及其对建筑物或建设地区的影响程度；土和岩石性质的区域分布规律等，为国民经济规划或工程建设布局、工程设计和施工提供必要的依据。它还应研究改造土和岩石不良性质的方法，使其符合工程建设的需要。

【土力学】 soil machanics 研究土在建筑物荷重作用下应力与变形、强度和稳定性

等问题的学科。具体研究土的静、动力学性质；土中应力分布规律；地基变形及其与时间关系；地基强度及稳定；土坡稳定；土压力理论及硐室周围土体的变形与稳定；土的室内及现场测试方法、土体加固方法及理论等方面。

【岩停（石）力学】 rock mechanics 研究岩石和岩体在力场作用下的变形和破坏规律，从而对岩体稳定性进行分析和计算评价的学科。具体研究岩石和岩体的物理及静（动）力学性质；岩体应力状态；岩体变形破坏机制、稳定计算评价；岩石和岩体室内及现场试验，岩体模型、模拟试验理论及岩体加固理论等。

【岩体工程地质力学】 engineering geomechanics of rock mass 工程地质学的一个新学科。从工程地质学的观点出发，应用地质力学的理论与方法，研究岩体结构特性的形成和演化规律的学科。它应用岩体力学的理论和方法，研究裂隙岩体在受力条件下变形、破坏的机制，也就是研究与工程有关的岩体稳定问题。根据工程意图和工程勘察设计阶段的不同，可逐步研究区域稳定性、山体与地面稳定性和工程岩体稳定性。

【工程动力地质学】 engineering geomechanics 工程地质学的一部分，是专门研究与工程建设有关的各种自然地质作用及工程地质作用及其形成条件、发生发展规律、动态趋势和防治措施的学科。

【区域工程地质学】 regional engineering geology 工程地质学的一个分支学科。它研究区域工程地质条件的形成和分布规律，指明不同区域可能产生的工程地质问题，为工程建设的区域规划、改造不良区域工程地质条件提供依据。

【海洋工程地质学】 marine engin eering geology 工程地质学的一个新的分支学科。它研究海洋地质作用对人类在海岸带和浅海带的建筑工程的影响；研究由于工程建设而改变海岸自然环境所引起新的地质作用，如海港、海湾水库、海底隧道及海岸防护工程等，既受海洋地质环境的作用，又改变海洋地质环境。研究目的在于应用海洋工程地质学的理论与方法对上述地质作用及其影响做出必要的评价，预报和提出防治措施。

【环境工程地质学】 environmental engineering geology 工程地质学的一个分支，是研究由于人类工程活动所引起的区域性的和有害的工程地质作用的学科。这些有害的工程地质作用，包括由于水库蓄水引起的浸没，水库蓄水和深井注水诱发的地震，大量抽取地下水和石油以及采取地下固体矿产资源的开发引起的地面沉降等。环境工程地质学研究这些作用产生的条件和机制，提出减弱或消除它们的方针和措施。为制定利用、保护和改造地质环境等方案提供依据。

【工程地质环境】 engineering geological environment 指与工程相关的地壳上部所包括的岩石、水、空气和生物在内的相互关联的多成分系统。这个系统以地表为其上限，以人类作用于地壳的深度为其下限。

【工程动力地质作用】 engineeringgeomechanical process 物理地质作用及工程地质作用的总称。它可分为两大类：①物理地质作用，如火山喷发、地震活动、泥石流、滑坡、岩崩等各种自然地质作用；②由于人类活动的影响引起的工程地质作用，如筑路引起路堑边坡的滑坍，无计划垦伐引起的水土流失、灌溉引起的盐渍化；大量开采地下水引起的地面沉降及水库诱发地震等。

【工程地质勘察】 engineering－geologicai investigation 为查明建筑地区工程地质条件所进行的综合性地质调查研究工作。它包括工程地质测绘、勘察、物探、触探、原位试验与实验室研究以及长期观测等。工程地质勘察应与工程设计施工阶段相适应，一般可分为工程总体规划工程地质勘察，初步设计工程地质勘察和施工图设计工程地质勘察三个阶段。

【工程地质作用】 engineeting－geological process 因人类工程活动改变原来的地厨条件所引起的新的地质作用，以及地质条件对工程建筑的影响。工程地质作用包括修筑建筑物引起的地基变形或失稳；开挖边坡、硐室、基坑引起的土（岩）体的滑动及坍塌；修筑水坝引起的坝下及水库渗漏和渗透变形、库岸坍塌和浸没、诱发地震等。工程地质作用直接影响到建筑物的安全和造价，是工程地质研究的重要对象。也有人把与工程建筑有关的地质作用称为工程地质作用。

【工程地质条件】 engineering－geological condition 各种对工程建筑有影响的地质因素的总称。如地形、地貌、地层岩性、地质构造、岩体天然应力状态、水文地质条件、各种自然地质现象、岩土物理力学特性及天然建筑材料的情况等。

【工程地质问题】 engineering－geoogical problems 与人类工程活动有关的地质问题。它影响建筑物修建的技术可能性、经济合理性和安全可靠性。如建筑物所处地质环境的区域构造稳定问题，地基岩体稳定问题，地下硐室围岩稳定问题和边坡岩体稳定问题，水库渗漏问题，淤积问题，浸没问题，边岸再造及坝下游冲刷问题，以及与上述问题相联系的建筑场地的规划、设计和施工条件等方面的问题。工程地质工作的基本任务在于对人类工程活动可能遇到或引起的各种工程地质问题作出预测和确切评价，从地质方面保证建设事业的技术可能性、经济合理性和安全可靠性。

【工程地质图】 engineering－geological map 反映和评价地区工程地质条件，分析和预测某些工程地质问题的专门性地质图。可分为综合性工程地质图和专门性工程地质图两种。综合性工程地质图反映与工程建设有关的各种地质条件的分布特征、变化规律以及工程建筑的分布配置情况，并对工程地质条件作必要的分析和评价，如区域工程地质图，水库库区或坝址区工程地质图等。专门性工程地质图反映某项工程地质因素或工程地质作

用，如坝址岩体节理分布图，水库浸没范围图等。工程地质图一般应附有反映地下一定深度工程地质条件的剖面图。

【工程地质勘察报告】 engingineering geological exploratiogin report 工程地质勘察工作的总结。工程地质勘察报告要根据勘察设计书的要求，考虑工程特点及勘察阶段，综合反映和论证勘察地区的工程地质条件和工程地质问题，做出工程地质评价。它是提供设计、施工部门直接使用的重要资料和依据。报告书内一般包括，概论、专门部吩和结论。报告以说明问题为原则，其格式不可强求一致，内容要重点突出，观点明确，论据充足，评价确切，措施具体。报告除文字部分外，还包括插图、附图、附表及照片等。

【区域稳定性】 regional stability 一种对区域的地质、构造等作用综合的评价。工程建设地区，在内、外动力的作用下，现今地壳及其表层的稳定程度，以及这种稳定程度将对工程建筑产生相互作用和影响。研究区域稳定性必须在分析工程建设地区的地质体的介质、结构因素的基础上，研究有关的各种动力因素如：构造活动、地震活动、岩浆活动、水热活动、物理地质作用及人类工程活动等。同时应编制区域稳定性工程地质图，以对区域稳定性作出综合分析和评价。区域稳定性的调查研究，在工程规划选址和可行性论证阶段，具有重要的战略意义。

【相对稳定地（岩）块】 relative stable mass 现今构造活动、岩浆活动、水热活动、地震活动以及区域物理地质作用比较轻微，结构比较完整的地区。这种地（岩）块按具体所处的构造部位和成因可分为若干类型，如构造活动带的带中地块、带间地块及带缘地块等；按其成因可划分为古老基底型地块、构造地块（如山字型构造的砥柱、马蹄型盾地等）、岩浆岩地（岩）块及变质岩地块等。研究相对稳定地（岩）块的形状、发展历史、介质、结构特征及其现今活动性，对工程建设地区稳定性评价和工程选址及地震防护等具有重要意义，因此有人称之为“安全岛”。

【工程岩体稳定性】 stability of engineering rock mass 对与工程相关的岩体所做的评价。当工程位置确定以后，要针对工程特点与工程所处岩体的结构特征及受力状态，分别进行岩体稳定分析。在此基础上，确定可能滑动的岩体，进行稳定性计算，必要时进行模拟试验。实际上，岩体稳定分析，就是对工程基础、边坡及地下硐室围岩的稳定性分析。

【工程地质单元体】 engineeringgeological element 对建筑场地按工程地质条件划分的单元，同一单元中各部位工程地质条件类似，按工程地质单元体布置勘探试验工作及统计整理试验成果，能较好地反映客观情况。

【工程地质比拟法】　enginering geological analogy　**又称工程地质类比法，是通过对已建工程的建筑类型、施工方法、使用效果与建筑场地工程地质条件之间关系的研究，找出规律，并以此作为类似条件下拟建工程的设计依据的方法。**

岩土结构类型

【土壤】　soil　**❶工程地质学的土壤是指基岩以上全部未固络的土质物质。其意义接近于浮土（regolith）。❷土壤学的意义是可以生长陆地植物的自然介质。❸在土壤分类中，土壤这一术语是指在地球表面所聚集的天然土体，（其中包含生物成能够生长植物以及经过改造的、甚至是人工造成的土质物质，共垂直的下限也就是生物活动的下限。即多年生植物根部所及的深度。有人以冰碛物为例，将上述不同的含义对比如下表。**

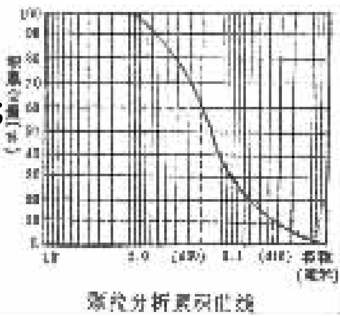
【表土】　surface soil　**⓿泛指耕作或未耕作生长植物的表层土，含植物根和有机质，一般不能作为地基和填筑材料；❷即 A 层，多用以指地表上部 12 至 20 厘米的耕作土。**

【粒度】　particle size　**确定岩土颗粒大小的标准。是指沉积物或岩石中的颗粒平均大小（如平均直径或体积），或构虚沉积物或岩石的某一种特殊矿物的颗粒的平均大小。其前提条件是颗粒呈球粒状的或者在测定粒度时可以用直径或平均大小表达。常用筛分法，沉淀速度计算法或显微图象面积按测定。**

土壤剖面		冰碛	风化剖面
上层	A层		①土壤
	B层		②化学分解极限
C层（母质）一般已风化			③原生碳酸盐的氧化和淋滤
D层（土壤的基底，不是母质，但对土壤有影响）			④氧化，但含原生碳酸盐
			⑤未变化

【级配】　grain－size distribution　**又称粒度分布，指沉积岩石中各种大小不同的粒级的分布状况。岩石颗粒体系很少作为单一大小颗粒集合体存在，通常它们形成一种分选或好或差的集合物，跨越几种外形大小、矿物成份和形状的分类。这样一种分类，通常以颗粒大小分布曲线表示，在这种曲线中将通过特种筛的累积重量百分率画成图中的形式。**

【颗粒分析】　mechanical analysis　又称粒度分析、机械分析。是用实验的方法测定土的粒度成分。颗粒分析的方法很多，最常用的有筛分法，适用于砂粒以上较粗的颗粒；移液管法和密度计法，适用于扮粒以下的较细颗粒。



【粒度成分】　granulometric compcsition　又称颗粒级配、机械成分。为土中各种粒组的相对含量。以占干土重量的百分数计，是决定土性质的一项重要结构特征。不同粒度成分的土具有不同的性质，因此可按粒度成分对土进行分类，见下表。

【粒径】　grain size　土颗粒的直径。一般以毫米为单位。

【粒组】　grain grade　又称粒级，即按粒径所划分土的颗粒大小的级别。粒径大于 2 毫米的颗粒为砾粒组，2—0. 05 毫米的为砂粒组，0. 05—0. 005 毫米的为粉粒组，小于 0. 005 毫米的为粘粒组。不同粒组具有不同的工程地质性质。天然土是由各种粒组的颗粒组成的，各国粒组划分方案，见下页表。

【砾粒】　gravel grain　粒组的名称之一。为粒径大于 2 毫米的颗粒。按其颗粒大小及磨圆程度又可按下表分类：

粒径（毫米）	＞200	200—20	20—2
不带棱角	漂石	卵石	圆砾
带棱角	块石	碎石	角砾

【砂粒】　sand grain　粒组的名称之一。为粒径 0. 06—2 毫米的颗粒。砂粒还可进一步细分为粗砂粒（2—0. 5 毫米）、中砂粒（0. 5—0. 25 毫米）、细砂粒（0. 25—0. 1 毫米）及极细砂粒（0. 1—0. 05 毫米）。

土名 / 粒组含量%	砾石类土	砂类土	亚砂土	亚粘土	粘土
砾粒（＞2 毫米）	＞10	＜10	＜10	＜10	＜10
粘粒（＜0. 005 毫米）	不定	＜3	3—10	10—30	＞30

粒组划分方案

单位：毫米

粒组名称			粘粒组			粉粒组		砂粒组					砾粒组		卵石		
方案制定者 \ 界线值	细	中	粗	细	粗	极细	细	中	粗	极粗	小	中	大	小	中	大	极大
中国通用方案	0.0001	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.25	0.5	1.0	2.0	4.0	10	20	40	60	100	200
苏联（E·M·谢尔盖耶夫）			0.001		0.05					2.0			40				200
美国（ASTM，1969）			0.005		0.074					4.76			76.2				
西德（DIN·1819，1970）			0.002		0.06					2.0			63				200
英国（B1337，1961）			0.002		0.06					2.0			76.2				
日本（JUSCS，1972）			0.005		0.074					2.0			75				300
印度（IS，1948，1959）			0.002		0.06					2.0			60				

【粉粒】　silt grain　粒组的名称之一。为粒径在0.005—0.05毫米的颗粒。还可进一步划分为粗粉粒（0.05—0.01毫米）、细扮粒（0.01—0.005毫米）。

【粘粒】　clay grain　粒组的名称之一。为粒径小于0.005毫米的颗粒。土中粘粒含量的多少对土性质影响很大。

【胶粒】　colloid grain　粘粒中比较细小的部分，为直径小于0.02毫米的颗粒。

【有效粒径】　effective grain size　在砂土颗粒分析累积曲线上，相当于累积百分含量为10%的粒径，以d_{10}表示。经过大量试验资料统计发现，不均匀砂土的透水性和全部由这种砂土的累积含量为10%的颗粒（d_{10}）所组成的均匀砂土的透水性相当。因此d_{10}被认为是能够有效地反映砂土透水性的粒径。

【不均匀系数】　coefficient of nonuniformity　在砂土颗粒分析累积曲线上，相当于累积百分含量为60%的粒径（简称d_{60}），与同一砂土的有效粒径；（d_{10}）之比值，称土的不均匀系数K，$K=d_{60}/d_{10}$。它是反映组成土的颗粒均匀程度的一个指标。$K>5$的土称为不均粒土。在分析砂土发生管涌的条件以及用砂土作为建材时，都需了解不均匀系数的大小。

【粘性土】　cohesive soil　系粘土、亚粘土、轻亚粘土的总称。按粒度成分划分。粘性土是指粘粒含量>3%，砾粒含量<10%的具有粘性的土。按塑性指数划分，是指塑性指数>1的土。粘性土具有颗粒较细、孔隙较小、孔隙度较大、可塑性、膨胀性和收缩性、透水性较弱以及强度随含水量的增加而降低等特点。

【粘土】　clay　粘粒含量大于30%或塑性指数$I_p>17$的粘性土。它的可塑性最强，粗略鉴别的标志是能将其搓成直径<1毫米的细长土条。

【亚粘土】　loam　又称壤土，曾称砂质粘土，也直译为垆坶。按粒度成分划分系指粘粒含量10—30%的粘性土；按塑性指数I_p，划分系指$7<I_p\leqslant17$之粘性土。可塑性较强，粗略的鉴别标志是能将其搓成直径1—3毫米之土条。

【垆坶】　loam　亚粘土的旧译名。

【轻亚粘土】　sandy loam　又称亚砂土、砂壤土。按粒度成分划分系指粘粒含量3—10%的粘性土，按塑性指数I_p划分系指$1<I_p\leqslant7$之粘性土。可塑性较弱，粗略鉴别标志是能搓成直径大于3毫米的土条。

【重粘土】　heavy clay，rich clay　粘粒含量大于60%的粘土。

【砂质粘土】　sandy clay　粘粒含量30—60%，而砂粒含量大于粉粒含量的土。过去指亚粘土。

【粉质粘土】　silty clay　粘粒含量30—60%，粉粒含量大于砂粒含量的土。

【细粒土】　fine－grained soil　颗粒小于0.1毫米含量较多的土。大致相当于粘性土。

【粗粒土】　coarse－grained soil　大于0.1毫米颗粒含量较多的土，大致相当于砂类土和砾石类土的统称。

【老粘性土】　ancient deposited cohesive soil　堆积年代在第四纪晚更新世（Q_s）及其以前的粘性土。具有较高结构强度和低压缩性。地基容许承载力较大，一般大于40吨/米^3。

【新粘性土】　recent deposited cohesive soil　近代文化期以来沉积的粘性土，其沉积年代不超过四、五千年，一般未经很好压密，结构强度较差，地基允许承载力较低，一般小于15吨/米^2。

【无粘性土】　noncohesive soil　按粒度成分划分的粘粒含量≤3%，或按塑性指数（I_p）划分的$I_p<3$，颗粒间不具粘性的土，包括砾石类土和砂类土。无粘性土的颗粒较粗，孔隙较大，透水性较强，常成为良好的含水层，是最常用的建筑材料。

【砾石类土】　gravel soil　砾粒（粒径大于2毫米）含量超过10%的土。根据砾粒组、砂粒组和粉粒组含量的不同，又可细分为砾石、砂砾、粉砾、砾质土等。

【砾石】　gravel　砾石类土的一种，在水电土工试验规范中砾石分为卵石、粗砾和细砾，当粒径大于20毫米，颗粒含量超过50%时称卵石（圆形或亚圆形的）或碎石（棱角形的）；大于10毫米颗粒的含量大于50%时称粗砾；大于2毫米颗粒的含量大于50%时称细砾。

【砂砾】　sandy gravel　砾粒的含量最多但未超过60%，砂粒含量次之的土。

【粉砾】　silty gravel　砾粒含量最多，但未超过50%，粉粒含量次之的土。

【砾质土】　gravel soil　砾粒含量大于10%，但砾粒含量小于砂粒或粉粒或粘粒含量的土。

【砂土】　sandy soil　粒径大于2毫米的颗粒含量不超过全重50%，塑性指数（I_p）不大于3的土或砾粒含量<10%，粘粒含量<3%，类粒含量小于20%的以砂粒为主的土。根据砂粒的大小和含量，可细分如下表：

名　　称	砂砾（2—0.05毫米）含量%		
	>0.5	>0.25	>0.10
粗砂	>50		
中砂			
细砂			>75
极细砂			<75

【碎石土】　dobris　指粒径大于2毫米的颗粒含量超过全重50%的土。按TJ21—77规

范。根据粒度成分及形状，碎石土按下表分为漂石、块石、卵石、碎石、圆砾、角砾。

名称	颗粒形状	粒度成分
漂石	圆形亚圆形为主	粒径大于 200 毫米的颗粒超过全重 50%
块石	棱角形为主	
卵石	圆形亚圆形为主	粒径大于 20 毫米的颗粒超过全重 50%
碎石	棱角形为主	
圆砾	圆形亚圆形为主	粒径大于 2 毫米的颗粒超过全重 50%
角砾	棱角形为主	

【粉土类土】 silty soil 砾粒含量 <10%，粘粒含量 <3%，粉粒含量大于 20% 的无粘性土。根据土中粉粒含量，又可分为：①粉砂：粉粒含量 20—50%；②粉土：粉粒含量 >50%。

【砾砂】 gravel sand 粒径大于 2 毫米的颗粒占全重 25—50%，塑性指数（I_p）不大于 3 的无粘性土。

【粗砂】 coarse sand 粒径大于 0.5 毫米的颗粒超过全重的 50%，砾粒含量小于 10% 或 25%，塑性指数（I_p） <3 的无粘性土。

【中砂】 medium sand 粒径大于 0.25 毫米的颗粒超过全重 50%，大于 0.5 毫米颗粒含量小于 50%，塑性指数（I_p） <3 的无粘性土。

【细砂】 fine sand 粒径大于 0.1 毫米的颗粒超过全重 75%，大于 0.25 毫米颗粒含量不超过全重 25—50%，塑性指数（I_p） <3 的无粘性土。

【极细砂】 very fine sand 粒径大于 0.1 毫米的颗粒不超过全重 75%，大于 0.25 毫米的颗粒含量小于 50%，塑性指数（I_p） <3 的无粘性土。

【粉砂】 silty sand 指粒径大于 0.1 毫米的颗粒不超过全重 75%，大于 0.25 毫米的颗粒不超过全重 50%，塑性指数（I_p） <3 的无粘性土。即相当于极细砂。按以往的规范，指砾粒含量 <10%，粘粒含量 <3%，粉粒含量为 20—50% 的无粘性土。

【特殊性土】 special soil 又称特种土，指具有特殊物质成分、结构、构造和物理力学性质的土。如淤泥、黄土、红粘土、膨胀土、人工填土、冻土等。它们是在某些特殊地质环境中形成的。

【淤泥】 sludge 在静水或缓慢的流水（海滨、湖泊、沼泽、河滩）环境中沉积，经生物化学作用形成的含有较多有机物、未固结的饱和软弱粉质粘性土。其主要特点是孔隙比大于 1，天然含水量大于液限。根据孔隙比大小，又可细分为淤泥（孔隙比大于 1.5）和淤泥质土（孔隙比 1—1.5）。淤泥和淤泥质土具有透水性低，强度低，压缩性高等特

点。其承载力一般小于 10 吨/米^2，视为软弱地基。

【淤泥质土】 sludgy soil 一类特殊性土，其淤泥的孔隙比为 1—1.5。详见“淤泥”。

【泥炭土】 peat 含泥炭（未充分分解的植物遗体和有机质）达 10% 的软土。根据土中泥炭的含量，又可将泥炭土分为泥炭（泥炭含量超过 60%）和泥炭质土（泥炭含量 10—60%）两大类。泥炭土的密度和容重都很小，富含有机胶体，亲水性很强，孔隙率和含水量都很高，干燥时体积强烈缩小，在外荷作用下压缩强烈，稳定性差。

【泥炭质土】 peat soil 泥炭土的一种，主要成分为泥炭，土中泥炭含量 10—60% 的一类泥炭土。详见“泥炭土”。

【软土】 soft soil 泛指天然含水量 > 1，压缩性高，承载力低的饱水软弱粘性土。在 TJ21—77 规范中，指天然含水量大于液限，天然孔隙比大于 1，压缩系数大于 0.05 厘米^2/公斤，不排水剪抗剪强度小于 0.3 公斤/厘米^2 的饱和粘性土。如淤泥、淤泥质土、软塑 ~ 流塑状态的高压液性冲填土和新近沉积粘性土等。

【黄土】 loess 一种分布广泛的、均质的，一般无层理的、多孔的、易碎的、粘结的，常含较多钙质的、细粒毡状沉积物（一般在 30 米厚以下，在中国黄土高原最厚可达 200 米），含有大量的粉砂，粒度在粘土到细砂之间。其覆盖的面积从欧洲的中、北部到中国东部，以及密西西比流域和美国西北部的太平洋地区。黄土常为暗黄色至浅黄色或黄棕色；常含介壳、骨骼以及哺乳动物的牙齿；其中布满细小的垂直管状网络（常被钙质碳酸盐结核所充填），它们是连续不断的一代代生长的草根遗迹。它们使得黄土具有陡峭乃至直立的剖面。目前普遍认为黄土是更新世风成产物，来源于沙漠表层，冲积河谷和冰水平原，或者来源于未固结的冰川或冰水沉积，（被后来的冰川所揭露，而未被草地覆盖之前）其矿物颗粒大部分由石英及相伴生的重矿物所组成，颗粒新鲜，具棱角，且常被钙质所胶结。黄土的英文“loess”一词，源于德文 øss，系由瑞士方言 losoh，loose 演化而来，是来茵河谷的农民和制砖工人的土话。

【黄土状土】 loess - like soil 又称黄土质土。指具有典型黄土特征（以粉粒为主、富含碳酸钙、有肉眼可见到的大孔、垂直节理发育、湿陷性等）的大部分特征的土。

【黄土类土】 loessic soil 典型的黄土和黄土状土之统称。

【老黄土】 old loess 早更新世（Q_1）的午城黄土和中更新世（Q_2）的离石黄土，它们一般不具湿陷性。

【新黄土】 new loess 晚更新世（Q_3）的马兰黄土和全新世（Q_4）早期的一般黄土。它们一般具湿陷性。

【新近堆积黄土】 recently deposited loess 近代（几千年或数百年甚至近数十年）堆积的次生黄土，固结较差，土质疏松，压缩性较高，承载力较低，一般具有湿陷性。

【大孔土】 soil with great pore 具有孔径远较粒径为大的大孔隙的土。黄土常具有这种特征，因此以前有人将黄土称为大孔土。

【大孔隙比】 ratio of great pore 黄土试样在一定压力下浸水前后孔隙比之差。其值越大，湿陷性越显著。

【湿陷系数】 number of collapsibility 在一定压力下，土样浸水前后高度之差与土样原始高度之比。是评价黄土湿陷性的一个重要指标，可由试验直接测出。按我国黄土规范，测定湿陷系数的压力值在 10 米内的土层用 2 公斤/厘米^2，10 米以下的土层用 3 公斤/厘米^2，对新近堆积黄土，5 米内的土层用 1.5 公斤/厘米^2。

【黄土湿陷性】 collapsibility of loess 黄土在自重或外部荷重下，受水浸湿后发生突然下沉的特性。引起湿陷的原因是因为黄土以粉粒和亲水弱的矿物为主，具有大孔结构，在干燥时可以承担一定荷重而变形不大，但浸湿后，土粒间水膜增厚，水溶盐被溶解，土粒连结显著减弱，引起土体结构的破坏产生湿陷。由于湿陷往往是突然的，其量也较大，故常使建筑物产生破坏，因此，在湿陷性黄土地区进行建筑时，要特别注意防止水的渗入，并采取必要的人工土质改良方法或其它防治措施。

【湿陷性黄土】 collapsing loess 在自重和外部荷载作用下被水浸湿后结构迅速破坏而发生显著下沉的黄土。一般认为湿陷系数为 $\delta_s \geqslant 0.015$ 的黄土就是湿陷性黄土；$\delta_s < 0.015$ 时，定为非湿陷性黄土。

【自重湿陷性黄土】 self－wight collapsing loess 受水浸湿后在自重压力下发生湿陷的湿陷性黄土，反之则称非自重湿陷性黄土。

【分级湿陷量】 content of graded collapsing 又称假定湿陷量，指地基各层湿陷性黄土的湿陷系数 δ_{si} 和各土层厚度 h_i 乘积之和。用来评定黄土地基的湿陷程度，划分湿陷等级。分级湿陷量（ΔS）按下式计算：

$$\Delta S = \sum_{i=1}^{n} \delta_{si} \cdot h_i$$

式中：ΔS 为分级湿陷量（厘米）；δ_{si} 为第 i 层土的湿陷系数；h_i 为第 i 层土的厚度（厘米）。上式从基础底面算起至其下 5 米土层（非自重湿陷黄土）或 10 米（对自重湿陷黄土）为止。其中，$\delta_{si} < 0.015$ 的非湿陷性黄土不累计。根据分级湿陷量，可将湿陷性黄土地基分为三个等级。由子分级湿陷量只是在一定条件下评价黄土湿陷程度的一个指标，并不等于浸水后地基实际湿陷量，故也称假定湿陷量。

【湿陷起始压力】 initial pressure of collapsing 指导致湿陷性黄土发生湿陷时的最小压力值。是判定黄土是否发生自重湿陷及自重湿陷深度，以及在外荷作用下是否发生非自重湿陷的依据。它的大小与土的粘粒含量，天然含水量和密度有关。可根据湿陷系数（δ_s）与压力（p）的关系曲线，找出对应于 $\delta_s = 0.015$ 的压力作为湿陷起始压力。

【渗透溶滤变形】 deformation due to leakage 黄土在压力及渗透水长期作用下，由于盐类溶滤及土体中孔隙继续压密而产生的垂直变形，是湿陷变形的继续。

【渗透溶滤变形系数】 coefficient of deformation due to leakage 黄土试样在相当于实际条件的压力作用下，其渗透溶滤变形量与试样原始高度之比。

【冻胀】 frost heaving 由于地面以下水的冻结和冰体（特别是凸镜状冰体）的增长所引起的地表不均匀的上升或肿胀作用。冻胀一般会导致地表土壤、岩石的不平或歪斜，植物的歪斜以及路面的破坏，而且往往产生冻胀的垄岗。冻胀的原因是由于下部土体中的水分向冻结面转移，发生水分迁移的结果，此时，水分与土粒发生分异，水分相对集中，便形成冰透镜体或冰夹层，使其土地面升高。

【冻土融沉性】 settlemeut of frozen soil 冻土在融化过程中及融化后，融化土体在自重影响下发生下沉的特性。是由于土中冰变为水和部分水的排出而造成。

【冻胀率】 degree of frost heaving 土冻结前后体积之差与冻结前体积之比。一般以土试样冻结前后的高度差与冻结前试样高度之比表示。

【融沉系数】 coetficient of thaw settlement 说明冻土融沉性的指标，以冻土相对融化下沉量表示。即：

$$A_0 = \frac{\Delta h}{h} \times 100\%$$

式中：h 为冻土融化层厚度；Δh 为土体在自重作用下最终融沉量。

【膨胀土】 swelling soil 又称胀缩土，它是一种以蒙脱石、伊利石或伊利石－蒙脱石为基本矿物成分的粘性土，系具有明显胀缩（吸水膨胀，失水收缩）特性的粘土。其液限、塑限和塑性指数都较大，但常处于硬塑或坚硬状态，强度较高，压缩性偏低，易被误认为很好的地基。但当受水浸温或失水干燥后，产生明显的变形，使建筑的地坪开裂、破坏。

【红粘土】 red clay 由碳酸盐类岩石经风化（以化学风化为主）及残积、坡积形成的褐红、棕红、黄褐等色的高塑性粘土，广泛分布于我国南方。红粘土孔隙比大，多处于饱和状态（天然孔隙比大于 1，饱和度一般大于 85%）。但天然含水量接近塑限，多虽坚硬、硬塑状态。故强度较高，压缩性低，厚度在水平方向变化很大，而且因其具有较多网状裂隙，从而降低了土体强度，破坏了土体的完整性，促进水流在土中活动。土的状态从地表往下有逐渐变软的规律，所以作为建筑地基需注意其不均匀性。具有明显湿胀干缩

性能的红粘土属膨胀土。

【裂隙粘土】 fissured clay 也称裂土或硬粘土，是裂隙很发育的一种特殊粘土。它含较多的粘粒，矿物成分常以伊利石为主，蒙脱石次之，故土的亲水性强，干湿效应明显，干燥时收缩开裂变硬，吸水时膨胀软化，使土体结构破坏以至崩解。在裂土中开挖路堑，常产生坍塌和滑坡。裂隙粘土一般属膨胀土的范畴。

【盐渍土】 saline soil 土中平均易溶盐含量大于0.5%的一种特殊性土。在干旱、半干旱区，系由地下水沿土层中毛细管升高至地表或接近地表，经蒸发后水中盐分凝析出来，聚集于地表或近地表的土层中形成。在滨海地区，则是由于海水浸袭到海岸泻湖或浅滩，经蒸发作用，海水中盐分凝集于地表土层中而形成。盐渍土所含盐分的种类和含量，对土的性质影响很大。在干燥时，一般坚硬，承载力高，浸湿后则软弱而失去承载力，它还对金属管道有侵蚀性。另外，由于含盐量过大的盐渍土不易夯实，故用来筑坝时，对其含盐量应有限制。

【人工填土】 fill，artificial filling 由于人类活动而形成的堆积土。物质成分较杂乱，均匀性差，根据组成物质或堆积方式，又可分为素填土（碎石、砂土、粘性土等）、杂填土（含大量建筑垃圾及工业、生活废料）、冲填土（水力充填）及压实填土（分层压实土）等。

【原状土样】 monolith，undisturbed soil sample 保持天然结构和天然含水量的土样，有时也指仅保持天然结构的土样。用于测定天然土的物理、力学性质如容重、天然含水量、渗透系数，压缩系数和抗剪强度等。

【扰动土样】 disturbed soil sample 天然结构受到破坏和扰动的土样，用来测定土的粒度成分、比重、塑限、液限，最优含水量、击实土的抗剪强度以及有机质和水溶盐含量等。

【结构连结】 structural bond 又称结构联结，简称连结或联结。指土和岩石矿物（或岩石碎屑）颗粒间的连接和结合关系。按颗粒间连结的牢固程度，又分为刚性连结与非刚性连结。结构连结对土和岩石力学性质影响很大，连结越牢，强度越大。

【刚性连结】 rigid bond 坚硬岩石所具有的连结类型。指颗粒彼此间联结牢固，不易相互移动的连结。按刚性连结的方式又可分为：结晶连结和胶结连结。

【非刚性连结】 non－rigid bond 土所具有的连结类型。指颗粒彼此间联结较弱、易发生相互移动的连结。又可分为水连结、水胶连结、冰连结、胶结连结等。

【结晶连结】　crystalline bond　颗粒彼此紧密结晶在一起的一种连结类型。如花岗岩所具有的连结。

【胶结连结】　cementing bond　颗粒通过粒间胶结物胶结在一起的连结类型。分刚性胶结连结和非刚性胶结连结两种。刚性胶结连结又有硅质胶结连结、铁质胶结连结、钙质胶结连结、泥质胶结连结等。非刚性胶结连结多由胶体物质沉积和盐分结晶将颗粒连结而成。

【水连结】　water bond　颗粒间存在的暂时的、微弱的毛细水连结。在无粘性土中表现明显。

【水胶连结】　bound water bond　由结合水膜将土颗粒连结在一起的连结类型。为粘性土所特有。又称结合水连结。

【冰连结】　ice bond　由粒间水结冰而将颗粒结合在一起的连结类型。如冻土即具这种连结类型。

【散粒结构】　single - grained structure　又称单粒结构，是无粘性土的基本结构类型。指单个土粒在粒间没有连结或只有极弱的水连结的情况下相互堆砌在一起。

【团聚结构】　aggregate structure　又称团粒结构，指由若干细小粘粒集合在一起形成的团聚体（或称集合体）相互堆积起来的一种结构类型。根据团聚体堆积形状又可分为蜂窝状的和棉絮状的。它是粘性土的基本结构类型。

【蜂窝状结构】　honey - comb structure　粘性土的团聚结构类型之一。指由单个粘粒率成小链状体围合成的、呈蜂窝状排列的结构类型。

【絮状结构】　flocky structure　粘性土团聚结构类型之一。指单个粘粒联成链状体组合成的、呈复杂棉絮状的结构类型。

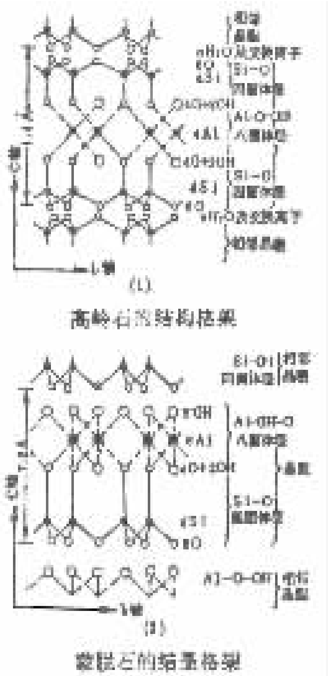
【片架结构】　card - house structure　粘性土的一种结构类型。指片状土粒之间以点或线接触为主，土粒排列较杂乱、粒间孔隙较大的一种结构类型。

【片堆结构】　book - house structure　粘性土的一种结构类型。指片状土粒之间以面接触为主，土粒基本呈定向排列，粒间孔隙较小的一种结构类型。

岩石工程地质性质

【粘土矿物】　clay mineral　以含铝、镁等为主的含水硅酸盐矿物，主要包括高岭石族、伊利石族、蒙脱石族、蛭石族以及海泡石族等矿物。它们构成粘土颗粒的主要成份，是控制粘性土工程地质性质与变化的主要因素之一。由于粘土矿物颗粒细小，具有胶体特

性，与水发生活跃的物理化学作用，致使粘土矿物具有复杂多变的工程地质性质。粘土矿物的晶体属于层状硅酸盐结构，结晶格架中包含有硅氧四面体和铝氧八面体两种构造单位。根据它们的结合情况，可分为三层格架和二层格架两种，粘土矿物的晶架结构不同，则其工程地质性质也不同，比如，高岭石属于二层结构，蒙脱石属于三层结构，其工程地质性质差别很大。



(1)

高岭石的结构格架

(2)

蒙脱石的结晶格架

【土壤物理性质】　physical property of soil　土本身由于各个组成部分比例和排列不同所表现的自然属性，如轻重、干湿、松密等。具体用土的比重、容重、含水量和孔隙度、孔隙比等指标来说明。

【土壤密度】　specific density of soil　又称土粒密度、么重。单位体积固体颗粒的质量。单位为克/厘米^3。曾有人定义为土颗粒的重量与同体积4℃水重之比。两者数值相同，后者无单位。土粒密度值一般在2.60—2.80之间，可用密度瓶法直接测得。

【土壤容重】　unit weight of soil　又称土壤么重，单位体积土体的重量，单位为克/厘米^{3}或吨/米^3。通常分为天然容重、干容重、饱和容重，浮容重等。土的容重是工程设计或工程地质计算直接需要的参数。

【土壤么重】　unit weight of soil　即土壤容重。

【天然容重】　natural unit weight of soill　土在天然状态下单位体积的重量。可用环刀法，蜡封法等求得。

【干容重】　dry unit weight of soil　土孔隙中完全没有水时的土的容重。可通过其它指标换算求得。如：

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+0.01\omega} \text{或} \gamma_d = \frac{G}{1+e},$$

式中：γ_d为干容重；γ为天然容重，ω为含水量；G为土的密度；e为土的孔隙比。干容重是控制填土质量的基本指标。

【饱和容重】　saturated unit weight of soil　土孔隙中完全充满水时的土的容重。可通过其他指标换算求得。如$\gamma_{sv} = \frac{G+e}{1+e}$式中：G为土的密度；e为土的孔隙比。

【浮容重】 submerged unit weight of soil **又称水下容重，指单位体积土的浮重，即饱和容重减去同体积水重，**

$$\gamma' = \gamma_{SV} - 1$$

式中，γ'**为浮容重，**γ_{sv}**为饱和容重。**

【含水量】 water content **土孔隙中所含水分的重量与颗粒重量之比，以百分数表示。测定土含水量的方法通常采用在** 105℃ **温度下将土烘干，烘干前后重量差与烘干后土的重量比即为含水量值。**

【天然含水量】 natural water content **土在天然状态下孔隙中所含水分的重量与颗粒重量之比，以百分数表示。**

【饱和含水量】 water content of saturated soil **土孔隙中完全充满水时水分的重量与颗粒重量之比，以百分数表示。**

【饱和度】 degree of saturation **土孔隙中水的体积与孔隙体积之比，以百分数表示。可按下式计算** $S_r = WG/e$**，式中，**S_r **为饱和度；**W **为含水量；**G **为土的密度；**e **为孔隙比。饱和度反映土中孔隙的充水程度。**

【孔隙率】 void rate **又称孔隙度，是岩石和土体中的孔隙体积与岩石和土体总体积之比。常用百分数表示之。**

$$n = \frac{V_n}{V} \cdot 100\%$$

孔隙率也可以用下式计算得出：

$$n = \frac{G - Y_d}{G}$$

式中的 Y_d **为岩石或土体干容重；**G **为岩石或土体的密度。**

【孔隙比】 void ratio **土中孔隙体积与颗粒体积之比。可通过其他指标计算求得：**

$e = \frac{G}{r_d} - 1$ **或** $e = \frac{n}{100 - n}$**或** $e = \frac{WG}{S_r}$**，式中：**G **为土的密度，**r_d **为土的干容重；**n **为孔隙度；**S_r **为饱和度；**e **为孔隙比。孔隙比一般可反映土的密实程度，根据孔隙比可将砂土分为密实、中密、稍密和松散四种。**

【相对密度】 relative density **无粘性土最大孔隙比（**e_{max}**）与天然孔隙比（**e**）的差和最大孔隙比与最小孔隙比（**e_{min}**）之差的比值。即**

$$D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - / e_{min}}$$

D_r **为相对密度，它是说明无粘性土紧密程度的指标。根据相对密度，可将砂土的紧密程度划分为疏松的（**$0 < D_r \leqslant 0.33$**），中等的（**$0.33 < D_r \leqslant 0.67$**）和紧密的（**$0.67 < D_r \leqslant 1.00$**）三类。**

【砂土密实度】 degree of compaction of sand **砂土根据天然孔隙比划分的密实程度。根据天然孔隙比** e **的大小，可将砂土密实度划分如下页表。**

【土壤水理性质】 water－property of scil **土与水相互作用时所显示出的一系列性**

质，主要包括土的可塑性、膨胀性、收缩性、崩解性以及毛细性、透水性等。它不仅影响土体的强度和变形，而且有些性质还直接影响到建筑的安全和正常使用，是土的重要工程地质性质之一。

孔隙比 密实度 名称	密　实	中　密	稍　密	松　散
砾砂、粗砂、中砂	$e<0.60$	$0.60\leq e\leq 0.75$	$0.75<e\leq 0.85$	$e>0.85$
细砂、粉砂	$e<0.70$	$0.70\leq e\leq 0.85$	$0.85<e\leq 0.95$	$e>0.95$

【稠度】　consistency　粘性土随着含水量不同而表现的不同物理状态，如固态、半固态、塑态、流态等。

【界限含水量】　water′ content as limit　标志土的稠度由一种状态转变为另一状态时的含水量。如液限、塑限等。

【液限】　liquid limit　又称塑性上限、流限。指土由可塑状态过渡到流动状态时的界限含水量。可用平衡锥法直接测得。

【塑限】　plastiic limit　又称塑性下限。指土由可塑状态过渡到半固体状态时的界限含水量。可用搓条法直接测定。

【液性指数】　liquidity index　又称稠度指标，是说明粘性土处于何种稠度的一个指标，用 I_L 表示。

$$I_L=\frac{W-W_p}{W_L-W_p}$$

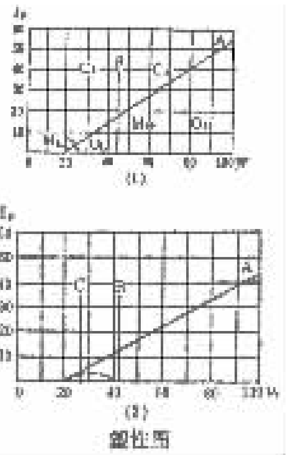
式中，W 为土的天然含水量；W_p 为塑限；W_L 为液限，根据 I_L 将粘性土状态分为：

状态分类	坚硬	硬塑	可塑	软塑	流塑
液性指数 I_L	$I_L\leq 0$	$0<I_L\leq 0.25$	$0.25<I_L\leq 0.75$	$0.75<I_L\leq 1.0$	$I_L>1$

【塑性指数】　plasticity index　液限含水量与塑限含水量之差值，以 I_P 表示。它是说明土可塑性程度的指标，塑性指数值愈大说明土的可塑性愈强，对一般常见粘性土来说，塑性指数不仅反映粘粒含量的多少，而且也反映粘粒矿物的成分。TJ 21—77 规范采用塑性指数（I_P）对粘性土进行分类，见表。

塑性指数 T_p	$I_p>17$	$10<I_p\leq 17$	$3<I_p\leq 10$
类　型	粘　土	亚粘土	轻亚粘土

【塑性图】　plasticity chart　一种应用于细粒土分类，说明土的塑性特征的图件。美国 A，卡萨格兰德于 40 年代提出。它以塑性指数 I_P 为纵座标，以液限 W_L 为横座标，在


塑性图

图上绘有 A. B 两条直线，其方程式分别为：$I_p = 0.73(W_L - 20)$ 和 $W_L = 50\%$，据此，可对细粒土进行划分：A 线以上为无机粘土（代号 C），A 线以下为无机粉土（M）和有机质土（O），B 线以左为低塑性土（L），B 线以右为高塑性土（H），这样将图分为四个区域，六种土，即低塑性无机粘土（CL），高塑性无机粘土（CH）、低塑性无机粉土（ML）和有机粉土（OL），高塑性无机粉土（MH）和有机粘土（OH）。以土样的 I_P 和 W_L 值点在塑性图上，根据点所落的区域定出土的名称，见图（1）。我国水电部规程中也采用塑性图划分细粒土，由于国外采用碟式液限仪，我国采用锥式液限仪，两者测得液限值不同，通过换算并考虑本国情况，采用 A 线的方程式为：$I_P = 0.66(W_L - 20)$，B 线为 $W_L = 42\%$，并增划 C 线，方程式为 $W_L = 26\%$ 见图（2）。

【含水比】　moisture ratio　土的天然含水量与液限的比值，以 u 表示。是说明粘性土稠度的指标之一。含水比愈大，表明土愈软。根据含水比可将土所处状态划分为：坚硬状态 $u \leq 0.55$，硬塑状态 $0.55 < u \leq 0.70$，可塑状态 $0.70 < u \leq 0.85$，软塑状态 $0.85 < u \leq 1$。根据 TJ21—77 规范，按含水比值，可确定老粘土、红粘土、新近沉积黄土等特殊土的地基允许承载力。

【崩解性】　slaking cf soil　粘性土泡入静水后，由于土粒连结被削弱、破坏，使土体崩散解体的特性。土的崩解性可用崩解所需时间、崩解速度、崩解量和崩解方式等来说明。土的崩解性与土的粒度成分、矿物成分、结构等关系极大。

【最优含水量】　optimum moisture content　在一定压实方法下使土达到最大密度时的含水量。土的压实程度与含水量密切有关。当土中含水量较小时，土粒周围的结合水膜较薄，土处于半固态或硬塑态，土粒间连结较牢，不易移动，难以压实。而含水量过大时，土粒周围的结合水膜较厚，多余的水分子不易排出，妨碍了土粒接近，也难于压实。在最优含水量时，土粒周围的结合水膜厚度适中，土粒连接较弱，又不存在多余水分妨碍土粒接近，故土最易压实，达到最大干容重。

【最大干容重】　maximum dry density　相当于最优含水量条件下土的干容重。见“最优含水量”。

【土壤膨胀性】　swelling property of soil　粘性土吸水后体积增大的特性。是由于土粒表面结合水膜吸水变厚而造成。说明土膨胀性的指标有：膨胀率、自由膨胀率、膨胀指数、膨胀力等。它对土体变形有重要影响。

【膨胀力】 swelling pressure　由于粘性土吸水膨胀时产生的应力。

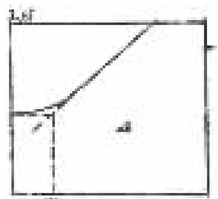
【膨胀率】 degree of swelling　反映粘性土膨胀性强弱的指标。是土吸水后增大的体积与原体积之比，以百分数表示。膨胀率愈大表示膨胀性愈强。

【自由膨胀率】 degree of free swelling　结构连结被破坏的风干粘性土，在水中体积增大的现象。自由膨胀率是指风干碾碎粘性土，在蒸馏水中增加的体积与原始体积之比，以百分数表示。它说明土粒在无结构力影响下的膨胀特性，主要受土中粘粒含量及其矿物成分的支配。粘粒含量愈高，矿物亲水性愈强，自由膨胀率愈大。

【膨胀指数】 swelling index　土在有侧限条件下受压后又卸荷时膨胀曲线（即 e—logp 曲线，e 为孔隙比，p 为压强）的直线段的斜率。可用它来衡量卸荷后土体的回弹量。

【土壤收缩性】 shrinkage of soil　粘性土在干燥过程中由于水分蒸发使土的体积减小的性能。是由于土粒表面结合水膜减薄，土粒互相靠拢而造成，说明土收缩性的指标有缩限、体缩率、线缩率、收缩系数等。它对地基变形和边坡稳定有重要意义。

【收缩曲线】 shrinkage curve　土样在干缩过程中含水是（W）与垂直收缩率 e_{sL} 的关系曲线（如图）。收缩曲线可用以确定土的缩限含水量、线收缩率、收缩系数等。



【缩限含水量】 moisture of shrinkage limit　简称缩限（W_s）。指土从半固态过渡到固态的界限含水量。当含水量小于这个界限时，土呈固体状态，此后，如若继续减少土中水分，则体积不再收缩。它可由收缩曲线求得，见收缩曲线图。

【线缩率】 percentage by linear shrinkage　无粘性土样达到缩限时所减小的高度与原始高度之比，以百分数表示。它取决于土的粒度成分、矿物成分、结构、原始含水量等因素。

【体缩率】 percentage by volume shrinkage　反映粘性土收缩性的指标之一。指湿土干燥至缩限时所缩小的体积与原湿土体积之比，以百分数表示。它取决于土的粒度成分、矿物成分、结构和原始含水量等因素。

【收缩系数】 coefficient of shrinkage　原状土在收缩前期含水量每减少 1% 时的垂直收缩率，即等于收缩曲线（$W-l_{sL}$）在收缩前期直线段的斜率。即 $C_{sL}=\Delta' I_{SL}/\Delta W$，式中 ΔW 和 $\Delta' SL$ 分别为直线段两点含水量之差和相应垂直收缩率之差。收缩系数可用来计算地基收缩变形量。

【双电层】 double electrical layer 由表面离子层和反离子层两部分构成的细小土粒的表面结构。前者是土粒在其表面能的作用下从介质中吸附某一符号的离子所组成，牢固地与固体表面结合在一起，成为土粒的新生部分；后者是表面离子层在其静电引力下再从介质中吸附带相反符号的离子所形成的。按其与表面离子层的结合程度又可分为固定层和扩散层。固定层因受强烈的静电引力，与表面离子层一样，是不活动的。扩散层受静电引力较弱，离子本身的热运动使其具有摆脱表面离子层吸附的趋势，故有较高的活动性。表面结构对粘性土的工程地质性质有极为重要的影响。

【ε－电位】 ε－potential 又称热力电位。指细小土粒吸附表面离子层后所具有的电位与自由溶液电位之差。热力电位的正负和高低，亦即表面离子层的电性正负和高低，取决于土粒的矿物特征、介质的成分和浓度。它是决定双电层的基础。

【ζ－电位】 ζ－potential 又称动电电位。指双电层中扩散层与固定层交界处的电位与自由溶液电位之差，亦即扩散层内、外界之间的电位差。ζ－电位控制着扩散层的厚度，因而对粘性土的工程地质性质有重要影响。

【有机质含量】 content of organic substanco 土中有机物重量与其干土重量之比，以百分数表示。有机质的亲水性强，当土中含有机质增多时，土的可塑性和压缩性增大，强度降低，对工程建筑不利。

【烧灼失重率】 loss on ignition（LOI） 烘干土在550℃高温下烧灼至恒重时的烧灼失重与烘干土重之比，以百分数表示。是近似地表示土中有机质和其他挥发物含量的指标。烧灼试验不适用于含碳酸盐及结晶水多的土。只有当土中有机质含量很高时，才能用烧灼失重作为有机质含量近似值。

【水溶盐含量】 content of water soluble salts 土中所含盐分（主要是氯盐、硫酸盐、碳酸盐）的重量占干土重的百分数。按溶于水的难易程度可分为易溶盐（如氯化钠、芒硝等）、中溶盐（如石膏）、难溶盐（如碳酸钙等）。土中盐分，特别是易溶盐的含量及类型对土的物理、水理、力学性质影响较大。

【土壤力学性质】 mechanical property of soil 土在外力作用下所表现的性质。主要包括变形与强度两个方面，其中又以压缩性及抗剪强度最重要。反映土变形性质的指标有：压缩系数、变形模量、压缩模量、泊松比、固结系数、蠕变指数等等；反映土强度性质的指标有：抗剪强度（又包括：峰值强变、残余强度、长期强度、天然强度等）、无侧限抗压强度、内摩擦角、内聚力等。土力学性质的好坏直接影响到建筑的安全和造价，是工程地质学研究的一个重要方面。

【土壤渗透性】 permeability of soil　土中水的通过能力。在土中的水受水位差和应力的影响而流动，土中水渗透速度与水位关系基本服从达西定律。砂土：$V = KJ$；粘土：$V = K_0 (J - J_0)$。式中，V 为渗透速度（米/天）；K 及 K_0 为渗透系数（米/天）；J 为水力坡度；J_0 为起始水力坡度（起始坡降）。

【土壤压缩性】 compressibility of soil　土受压时体积压缩变小的性质。一般认为，土的压缩主要是由于土中孔隙体积受压变小造成。因此常用压缩系数（每增加单位压力时孔隙比的变化值）来反映土压缩性的大小。土的压缩性直接影响地基的变形值。

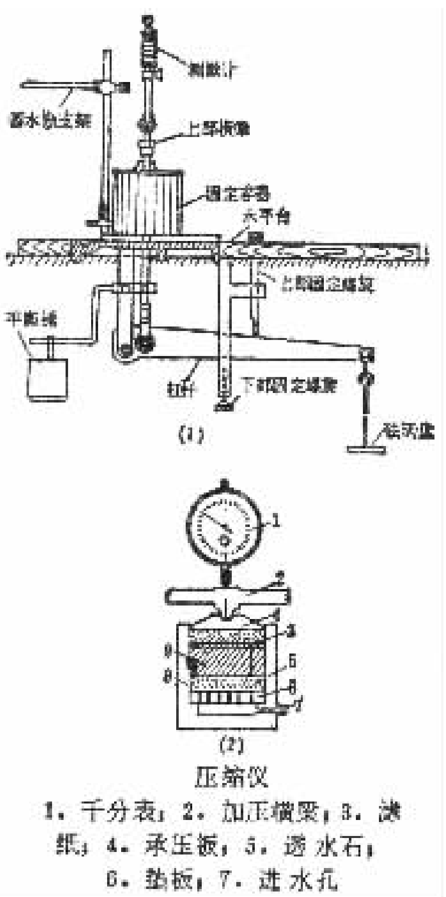
【土壤强度】 strength of soil　土在受力条件下产生变形至破坏时的极限应力值。其变形随着外荷增加而增加，但外荷不能无限增大。当外荷超过某一值时土体就破坏。这是因为土内应力超过了土的强度，使土从变形发展为破坏。土的破坏是因为土内某个面上引起的剪应力超过颗粒接触面的抗剪强度而引起的。因此，土的强度主要指土的抗剪强度，即土体抵抗剪切滑动的极限强度。

【压缩试验】 compression test　又称固结试验。研究土在侧向不可膨胀条件下的压缩性能的一种室内试验。试验时，将土样放在刚性金属盆内，通过付压活塞对土样由小到大分级加压，根据各级压应力与相应孔隙比，绘出压缩曲线，求出压缩系数 a 及压缩模量 E_s 等。还可通过压缩试验求得黄土相对湿陷系数：湿陷超始压力。

【固结试验】 consolidation test　土在水饱和状态下的压密试验。

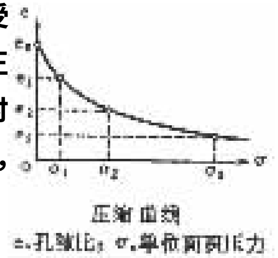
【压缩仪】 compressive apparatus　又称固结仪，是在室内测定土在侧向不可膨胀条件下压缩性的仪器，如图（1）；图（2）为局部放大。

【压缩曲线】 compression curve　是土在侧向不可膨胀条件下受压时，作用在土试样上单位面积的压力 σ 与相应孔隙比 e 的关系曲线（如图），由压缩试验得出。压缩曲线为一下降曲线，随着荷重的增加，曲线斜率逐渐减小，说明土的孔隙比随压力的加大而减小，但减小的幅度是逐渐降低的。



压缩仪

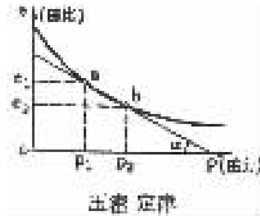
1. 千分表；2. 加压横梁；3. 滤纸；4. 承压板；5. 透水石；6. 垫板；7. 进水孔



【压密定律】 law of compression 土在侧向不可膨胀条件下受压时，在压力变化不大的情况下，孔隙比的变化与压力的变化成正比。土的压缩曲线为一曲线（如图），但在压力变化范围不大时（如由 $P_1 \to P_2$），土的压缩曲线 ab 段可近似用一直线（ab）表示，这样，可以得出土的压密定律的数学表示式：

$$\frac{e_1 - e_2}{p_2 - p_1} = ab$$

e_1、e_2 分别为 p_1、p_2 压力作用下的孔隙比值。



【压缩系数】 coefficient of compressibility 土在侧向不可膨胀条件下受压时，相应于压力增加 1 公斤/厘米^2 时孔隙比的变化值可用压缩曲线求得。

$$即：a = \frac{e_1 - e_2}{P_2 - P_1}$$

式中 e_1、，e_2 分别为压力 p_1 到 p_2 时的孔隙比值。a 的单位为厘米^7/公斤。它是反映土压缩性的一个重要指标，压缩系数愈大，说明土的压缩性愈高。由于压缩曲线实际不是直线，故土的压缩系数不是一个常量，而是随所取的压力段不同而异。通常取压力由 1 公斤/厘米^2 到 2 公斤/厘米^2 时之压缩系数 a_{1-2} 作为代表土压缩性指标。根据压缩系数 a_{1-2} 的大小，可将土分为高压缩性的（$a \geqslant 0.05$）；中压缩性的（$0.05 > a \geqslant 0.01$）和低压缩性的（$a_{1-2} < 0.01$）。

【压缩模量】 modulus of compression 土在侧向不膨胀条件下受压时，压应力与应变之比，以 E_s 表示，单位为公斤/厘米^2。通常用压力为 1→2 公斤/厘米^2 的压缩模量来代表土压缩性指标。

【体积压缩系数】 coefficient of volume compressibility 表示土在侧向不可膨胀条件下压缩性的一个指标。在数值上等于压缩模量的倒数。体积压缩系数越大，说明土的压缩性愈高。

【压缩指数】 compressibility index 土在有侧限条件下受压时，e－logp 曲线上直线段的斜率。在较大范围内为常数，无量纲。也可用液限经验公式估算，是决定粘土地基沉降量的指标。

【固结】 consolidation 广义的固结指土的压缩过程，但大多数情况下，固结仅指饱和土的排水压密过程。当饱和土受压后，其附加压力由有效压力和孔隙水压力分担，但它们分担的情况是随时间而变化的。最初，由于土中孔隙水不能及时排出，附加压力几乎全由孔隙水承担，产生超静水压力水头。孔隙水在此水头作用下由孔隙中挤出，土骨架受压缩，附加压力逐渐转移到骨架上，有效压力逐渐加大，而孔隙水压力逐渐减小，最后当附加压力全部由有效压力承担，土的压缩过程就结束。这整个过程，即称固结或排水固结，故固结过程也可理解为孔隙水压力消散的过程，显然土固结的快慢取决于土中水挤出的速度，也即取决于土的渗透性和渗透途径的长短，透水性差，渗透途径长则固结时间也长。

【次固结】 secondary consolidation 土在固结过程中，除了水挤出所需时间之外，由于土的结构和粒间的连结，阻碍颗粒相对位移，使土颗粒之间的位移不能在瞬间完成而需要一定时间过程，这一过程称次固结。

【固结度】 degree of consolidaion 土在荷重作用下某一时间的固结的程度。对于整个地基土以某一时间的压缩量与地基土的最终压缩量之比表示。土中任一点的固结度则是以此点的有效压力 $\sigma_{有效}$ 与附加压力 $\sigma_{附加}$ 之比表示。在计算地基压缩变形与时间关系及强度随时间的增长时，却需引用固结度的概念。

【固结系数】 coefficient of consolidation 计算地基固结度时所引用的反映土固结性质的系数。在竖向固结时引用竖向固结系数 C_v，而横向固结时引用水平向固结系数 C_H。竖向固结系数：

$$C_v=\frac{K_v\ (1+e)}{ar_w},$$

水平向固结系数；

$$C_H=\frac{K_h\ (1+1)}{ar_w}$$

式中，e 为土的孔隙比，K_V 为竖向渗透系数；K_h 为水平向渗透系数；a 为土的压缩系数；r_w 为水的容重。土的竖向固结系数及水平向固结系数均可由试验测得。

【天热固结压力】 pre－consolidation pressure 又称前期固结压力。新沉积的饱和土在自重作用下逐渐固结，随着土的固结，自重压力逐渐转化为有效压力，将已转化为有效压力的那一部分自重压力称天然固绪压力。对于正常固结土，天然固结压力即等于自重压力，而对欠固结土，天然固结压力小于自重压力。

【正常固结土】 normal consolidated soil 在现有自重压力下完全固结或现有自重压力等于天然固结压力的土。

【欠固结土】 unconsolidated soil 在现有自重压力作用下尚未完全固结或现有自重压力大于天然固结压力的土。

【超固结土】　over－cousolidated soil　密度超过了在现有自重应力下所能达到的压密程度，天然固结压力力大于自重压力的土。说明土在历史上曾受过比现有自重压力大的压力压密过。

【超固结比】　over－consolidation ratio　又称前期固结比。为土的天然固结压力 p_e 与自重压力 p_o 之比。按比值的大小，可将土固结状态分成三类：$p_e/p_o=1$ 时为正常固结状态；$p_e/p_o>1$ 时为超固络状态；$p_e/p_o<1$ 时为欠固结状态。

【粘性土灵敏度】　degree of sensitivity of clayey soil　粘性土扰动前后无侧限抗压强度的比值。是反映粘性土受扰动后强度削弱情况及定量判定土触变性的指标，以 s_r 表示。按灵敏度可将粘性土划分为：非灵敏性土（$s_r=1$），低灵敏性土（$s_r=1$—2），中灵敏性土（$s_r=2$—4），高灵敏性土（4—8），特别灵敏土（8—16）和流动的土（$S_r>16$）。

【土壤变形模量】　modulus of deformation of soil 土在无侧限条件下受压时，压应力与压应变之比，以 E 表示，单位为公斤/厘米^2。它是反映土压缩性大小的一个重要指标。变形模量越大，土的压缩性越小。变形模量常用于地基变形计算，可通过荷载试验计算求得。

【侧压力系数】　coefficient of lateral pressure 土在侧向不可膨胀条件下受压时，侧向压力的增量 dq 与垂直压力的增量 d_p 之比，称侧压力系数 ξ，即：

$$\xi=\frac{dq}{dp},$$

土的侧压力系数小于 1。在岩体力学中，—侧压力系数是指水平压应力 q 与垂直压应力 p 之比即

$$\xi=\frac{q}{p},$$

岩体中侧压力系数可以大于 1。

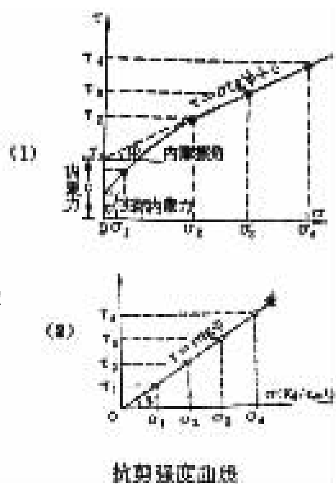
【泊松比】　Poisson’s ratio　又称侧膨胀系数。指土或岩石在无侧限条件下受压时，侧向膨胀的单位变形（单位长度的膨胀量）与垂直方向压缩的单位变形（单位长度的压缩量）之比值。以 μ 表示。土和岩石越坚实，泊松比值越小。

【无侧限抗压强度】　unconfined compresslve strength of soil　简称无侧限强度，指土在侧面不受限制的条件下，变形至破坏时的垂直极限应力值。一般采用应变式无侧限压力仪来进行测定。

【抗剪强度】　shearing strength　物体内部抵抗剪应力的极限强度。土受剪切而达到极限平衡状态时，剪切面上的剪应力值即为土的抗剪强度，可通过剪切试验测定，详见“剪切曲线”。

【抗剪强度曲线】　shear strength curve　又称剪切曲线，是通过剪切试验作出的抗剪强度 τ 与剪切面上法向压应力的关系曲线，它近似为一直线（图 1），其数学式即为库伦

公式。$\tau = \sigma tg\phi + c$，τ 为土的抗剪强度；σ 为剪切面上之法向压力值（公斤/厘米^2）；ϕ 为土的内摩擦角；c 为土的内聚力公斤/厘米^2。由式可见，土的抗剪强度由两部分组成，第一项 $\sigma tg\phi$ 称内摩擦力，一般认为是土颗粒间的摩擦阻力，与剪切面上法向压力 σ 成正比。$tg\phi$ 称内摩擦系数，第二项为内聚力 c，主要取决于土粒的连结能力，砂土连结极弱，可认为 c＝0，剪切曲线通过原点（图 2），内摩擦角 ϕ 和内聚力 c 是土重要力学性质指标，是计算地基、边坡、隧洞稳定性重要数据。还应指出近代研究表明，ϕ 与 c 在物理意义上还不够明确，有待进一步探讨。



抗剪强度曲线

【内聚力】 cohesion 见“抗剪强度曲线”，即粘性土在不受压力作用时所具有的抗剪强度。

【内摩擦角】 angle of internalfriction 见“抗剪强度曲线”。即剪切曲线与横坐标轴的夹角。常以 ϕ 表示。剪切曲线在无粘性土实验中表现为一直线，在粘性土试验中为一条曲线，但仍可以用一条直线近似地表达。

【内摩擦系数】 coefficient of internal friction 见“抗剪强度曲线”。即剪切曲线的斜率，常以 f 表示。

$$f = tg\phi。$$

【排水剪】 drained shear test 又称慢剪，指土样在剪切过程中完全排除孔隙水影响的剪切试验方法。

【不排水剪】 undrained shear test 试样在施加法向压力及剪切过程中，均不允许孔隙水排出的剪切试验方法。

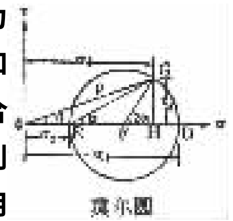
【固结不排水剪】 consolidated－undrained test 使试样在法向压力作用下排水固结达到稳定，然后在不排水的条件下进行剪切的剪切试验方法。

【反复直接剪切试验】 direct shear test of reiteration 在排水条件下，因应变直接剪切仪对试样反复剪切直到获得稳定的抗剪强度的试验方法。用来测定土的残余抗剪强度。

【天然坡角】 natural angle of repose 又称天然休止角，指砂土堆积形成天然坡面的最大倾角。可直接测量砂坡坡角或取样在室内测定。当砂土处于干燥状态时，天然坡角接近于砂土的内摩擦角。

【莫尔圆】 Mohr’s circle 又称应力圆，是表示物体内点应力状态的圆。它采用以正应力 σ、剪应力 τ 为横、纵坐标的直角坐标系，根据土中一点最大主应力 σ_1 和最小主应力 σ_3，用适当的比例尺将它们分别绘在 σ 轴上，得 D（σ_1，0），E（σ_3，0）两点，以 A、B 为直径画圆，此圆即称应力圆（如图）。用应力圆可求出通过此点任意斜截面上的应力。如对一外法线与最大主应力 σ_1 呈 α 夹角的截面，其面上的法向应力和剪应力可用圆上 G 点之横坐标 σ_a 和纵坐标 τ_a 表示。

【莫尔强度理论】 Mohr’s theory 材料破坏原因的假说。认为材料沿某一面滑移或剪断，不仅与这个面上的剪应力有关，而且也和正应力有关。只有当材料由某一面上的剪应力和正应力达到不利组合时，才发生滑移或剪断。其破坏条件可表达为：$\tau = f(\sigma)$。τ、σ 分别是破坏面上的剪应力和正应力。这一条件又称极限平衡条件，它可用一曲线表示，此曲线即为抗剪强度曲线。目前认为，莫尔强度理论比较真实地反映了土及岩（石）体破坏情况。根据它可用图解法分析岩体在复杂受力情况下的稳定性。



莫尔圆

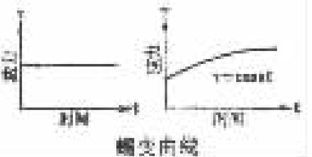
【天热强度】 natural strength 土体在自重压力下所具有的抗剪强度。对软土可用十字板剪力试验求得。

【孔隙水压力】 pore－water pressure 又称中性压力，即土孔隙中水承担的压力。一般指由附加压力引起的超静水压力，是土中两种压力形态之一。

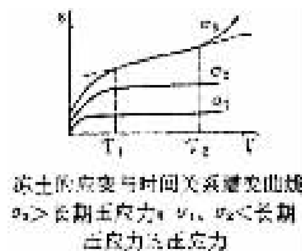
【蠕变】 creep 岩土在恒定荷载作用下，变形随时间缓慢增长的过程和特性。

【蠕变曲线】 creep curve 表示在应力不变条件下，岩土变形随时间变化特性的曲线。

【趋稳蠕变】 sfable creep 岩土（体）在恒定荷载作用下，岩土的变形随时间而增长，但增长的速率随时间而递减，最后使变形趋于某一稳定值的蠕变类犁，如图 $\sigma_1\sigma_2$ 作用下的曲线。



蠕变曲线



黏土的应变与时间关系蠕变曲线
σ_3> 长期主应力，σ_1、σ_2< 长期主应力主应力

【典型蠕变】 steady – state creep 岩土（体）在恒定荷载下变形随时间不断增长，其变形速率逐渐加快直到岩石破坏的一种蠕变类型，如图（见趋稳蠕变图）中 σ_3 作用下的曲线。

【长期强度】 long – term strength 使蠕变类型由趋稳蠕变类型转变为典型蠕变类型的临界荷载。

【应力松弛】 stress slacking 土体在应力作用下，其变形保持不变时，应力随时间的衰减现象。应力松弛是由于随着时间的增加，弹性恢复性能减弱所致。蠕变与应力松弛是粘性土同一种性质的两个方面，常称其为粘土的流变特性。

【块状岩体】 massive rock mass 指呈块状构造的火成岩、变质岩岩体。在块状岩体中原生节理是其主要的地质结构面，构造形迹则以断层，节理等破裂面为主。

【层状岩体】 stratified rock mass 具层状构造的沉积岩、变质岩及火山岩、次火山岩岩体。在层状岩体中，层面、片理等是其主要结构面。

【块状结构】 massive structure 由侵入岩、正变质岩和厚层岩体中被裂隙切割成较大的块状结构体组成的岩体结构类型。

【层状结构】 stratified structure 薄层沉积岩、副变质岩岩体被比较发育的层理、片理和节理切割成板状、楔形结构体所组成的岩体结构类型。

【镶嵌结构】 interlocked structure 侵入岩、正变质岩等岩体被比较发育的节理、断层切割成菱形、锥形结构体所组成的岩体结构类型。

【散体结构】 loosen structure 在断层破碎带、风化破碎带中，岩体已破碎呈碎屑状、颗粒状、鳞片状的岩体结构类型。

【碎裂结构】 clastic structure 岩体中节理、断层及断层破碎带交叉、构造破碎较强烈、岩石呈碎块状的岩体结构类型。

【层状碎裂结构】 stratified – clastic structure 层状岩体，被层理、片理、节理、断层、层间错动面等切割呈碎块状、片状结构体组成的岩体结构类型。

【原生结构面】 primary discontinuity 在成岩阶段形成的结构面。其特征与岩体成因紧密相关，又可分为沉积结构面、火成结构面和变质结构面。

【火成结构面】 igneous discontinuity 火成岩成岩过程中形成之结构面。如火成岩与围岩的接触面、原生节理及流层等。

【沉积结构面】 sedimentary discon tinuity 沉积岩在成岩过程中形成之结构面。如层面、软弱夹层、沉积间断面或古风化壳夹层等。

【变质结构面】 metamorphic discoutinuity 变质岩成岩过程中形成的结构面，如片理、变质岩层理、片麻理、软弱的变质岩夹层等。

【构造结构面】 tectonic discontiuairy 岩体中受构造应力作用所产生的破裂面，如劈理、节理、断层及由层间错动破碎而形成的破碎夹层等。

【次生结构面】 secondary discontinuity 岩体中由卸荷、风化、地下水等次生作用所形成或受其改造的结构面，如卸荷裂隙、风化裂隙、风化夹层、泥化夹层、次生夹泥等。

【岩石密度】 specific gravity of rock 岩石的固相重量与固相体积之比。通常以固相重量与同体积的4℃水的重量之比来表示。岩石密度取决于矿物的密度。因此，通过鉴定组成岩石的矿物成分，可粗略地判断岩石的密度。岩石的密度测定方法是将岩石磨成粉末，然后用密度瓶法测定。

【岩石容量】 bulk deusity of rock 岩石基本集合相（固相、液相和气相）的单位体积重量。岩石的容重与岩石组成矿物及岩石的结构有关。按岩石含水状况不同而分容重和干容重。一般用直接测量方法量出岩样的体积 V，称出烘干岩样重置 g，按下式计算容重 υ（克/厘米^3）。

$$\gamma = \frac{g}{v}$$

【岩石吸水性】 water absorption of rocks 岩石吸收水分的性能。表征岩石吸水性的定量指标有：吸水量、吸水率、饱和吸水率和饱和系数。

【岩石吸水率】 rate of rock absorption 单位体积岩石在大气压力下吸收水的重量与岩石干容重之比。它反映岩石中大开裂隙的发育程度。

【岩石饱和吸水率】 rate of water saturation 单位体积岩石在150个大气压下或真空条件下吸收水的重量与岩石干容重之比值。它反映岩石中开型或小开型裂隙的发育程度。

【岩石饱和系数】 coefficient of water saturation 岩石吸水率与饱和吸水率之比。它反映岩石中大开型裂隙占开型裂隙的体积百分数，是评价岩石抗冻性的重要指标。

【岩石软化性】 softening of rocks 岩石浸水后力学强度降低的特性。它主要取决于岩石的矿物成分和孔隙性。其定量指标是软化系数。

【软化系数】 coefficient of softening 岩石在浸水饱和状态下与风干状态下极限抗压强度之比，以百分数表示，它是判断岩石耐风化、耐水浸泡能力的指标。软化系数愈小，软化性愈大，软化系数小于0.75的岩石称软化岩石。

【岩石抗冻性】 frost－resistivity of rocks 岩石抗冻融作用的能力。常用重量损失率和抗冻系数作为其直接定量指标。

【抗冻系数】 coefficient of frost resistivity 冻融试验后干试件平均抗压强度与冻融试验前干试件平均抗压强度的比值，以百分数表示。它是评价岩石抗风化性能的重要指标。

【岩石风化程度】 degree of rock weathering 风化作用对岩体的破坏程度，它包括岩体的解体和变化程度及风化深度。岩石的解体和变化程度可划分成：全风化、强风化、弱风化、微风化等四级。

【风化系数】 coefficient of weathering 由声波测试所取得的反映岩石风化程度的系数，以 L_s 表示。

$$L_s = \frac{V_{p石} - V_{p风}}{V_{p石}}$$

$V_{p石}$为无裂隙岩石的纵波波速；$V_{P风}$为风化岩体的纵波波速。

【全风化带】 completely weathered zone 岩体受风化作用影响最剧烈的风化带。其特征是：岩体已完全变色，矿物发生变异，形成次生矿物，组织结构完全破坏，仅外观保持了原岩结构，而用手即可压碎，强度很低。

【强风化带】 intensely weathered zone 岩体受风化作用影响较强的风化带。其特征是：大部分岩体己改变颜色，组织结构基本破坏，矿物部分变异，形成次生矿物，岩体破碎成干砌石状，完整性差，单块抗压强度仅为新鲜岩石的 1/3 左右。

【弱风化带】 moderately weathered zone 岩体受风化作用影响中等的风化带，其特征是：部分岩体已改变颜色；部分结构遭到破坏；矿物变质或矿物变异只在裂隙两侧比较明显，形成沿裂隙面的风化夹层，风化裂隙较发育，完整性较差，单块岩石抗压强度仅为新鲜岩石的 1/3—2/3。

【微风化带】 slightly weathered zone 岩体受风化作用影响轻微的风化带。其特征是岩石沿裂隙面颜色略有变化，但整个岩体组织结构未变，破碎程度与新鲜岩石不易区别，强度比新鲜岩石略低。

【岩石力学性质】 mechanical properties of rock 岩石在力的作用下所表现出的一系列变形和强度特性。如岩石的塑性、弹性、流变性、抗剪性、抗拉性、抗压性等，岩石的这些性能对各类建筑工程的稳定性有着密切的关系。

【变形】 deformation 岩土的一种物理现象。❶岩土在外力作用下，其内部质点的位移和由此而引起的外部形状的改变。从微观上看，构成物质的各个质点或晶格受外力作用，发生微细的变形。宏观变形表现为弯曲、拉长、压缩和扭曲等。❷在地质学中，岩石在不同的地球动力作用下所发生的褶皱、断裂、剪切、压缩或膨胀等现象。

【应变】 strain 岩土的一种物理量。单位长度的变形。在应力作用下发生的容积或体积的变化。其涵义是变化的形状或体积与原始的比值。

【正应变】 normal strain 岩石在外力作用下，在受力方向上单位长度的变形。即：

$$\varepsilon \frac{\Delta L}{L}$$

式中，L 为物体的原长度；ΔL 为物体受力后的变形量（位移量）。

【剪应变】 shear strain 又称扭应变。即在地块内某点两直交方向上各取一微线段，这两个微线段在变形前后的夹角的差值（以弧度计量），以符号 γ 表示。

【流变性】 rheological behaviour 由粘滞所引起的变形。它表示时间因素对变形的影响。即在恒定荷载作用下，岩石变形程度随时间的增长而发生的变化。表示这一特性的变形 - 时间关系曲线，叫流变曲线。

【弹性变形】 elastic deformation 又称可恢复变形。岩（土）在受载荷时产生变形，卸载荷后变形能部分恢复，所恢复的那一部分变形称岩（土）的弹性变形。

【残余变形】 residual deformation 又称不可恢复变形。岩（土）在受荷时产生变形，卸载荷后变形只能部分恢复，不能恢复的那一部分变形，称残余变形。

【变形系数】 coefficient of deformation 各级荷载作用下岩体的残余变形与总变形之比值。

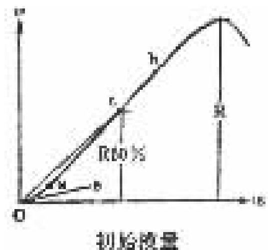
【弹性模量】 modulus of elasticity 简称弹模。岩石在单向受压条件下，在弹性变形范围内压应力与应变之比。按测定的方法不同可分为静弹性模量和动弹性模量。

【动弹性模量】 dynamic modulus of elasticity 用动力法测得的弹性模量。

【静弹性模量】 static modulus of elasticity 用静力法（加静荷载的方法）测得的弹性模量。

【初始模量】 initial modulus of elasticity 在单向压缩条件下，岩石的压应力 - 轴向应变曲线在坐标原点切线 oa 的斜率。它反映岩石的原始刚度。

【切线模量】 tangent modulus of elasticity 单向压缩条件下，岩石压应力轴向应变曲线中直线段 ab 的斜率。它反映岩石开型裂隙闭合后的刚度，见“初始模量”图。



初始模量

【割线模量】 secant modulus of elasticity 单向压缩条件下，岩石压应力－轴向应变曲线上相应于50%抗压强度的点与原点联线C的斜率，它反映岩石的平均刚度，见“初始模量”图。

【变形模量】 deformation modulus 岩石（体）在不同压力下，应力和全应变（即包括弹性变形和残余变形）之比值。它小于岩石的弹性模量切。

【单轴抗压强度】 uniaxial compressive strength 简称抗压强度，指在单向受压条件下，岩石试件破坏时的极限压应力值。以R表示，单位为公斤/厘米^{2}或帕（牛/米^2）

$$R = \frac{P}{A}$$

式中，P为试件压破时之总压力（公斤）或（牛）；A为试件面积（厘米^2）或（米^2）。工程上常用的抗压强度指标有：干燥抗压强度、饱和抗压强度、冻结后抗压强度等。

【抗剪断强度】 rock shear strength 岩石（体）在法向压力作用下，沿剪应力方向剪断时，剪切面上的极限剪应力值。其大小与剪切面上之正应力有关，即：

$$\tau_{断} = \sigma tg\phi + c = \sigma f + c$$

式中：σ为剪切面上之法向压力值（公斤/厘米^{2}或帕）；ϕ为剪切面上之内摩擦角；f为内摩擦系数，$f = tg\phi$；c为剪切面上之内聚力（公斤/厘米^2）或（帕）；$\tau_{断}$为抗剪断强度（公斤/厘米^{2}或帕）。

【抗切强度】 rock non－loaded shear strength 岩石（体）在不加法向压力条件下剪断时，剪切面上的极限剪应力值。一般，抗切强度近似或等于剪切面上的内聚力，即$\tau_{抗切} = c$，c为剪切面上之内聚力（公斤/厘米^{2}或帕）。

【抗拉强度】 uniaxial tensile strength 又称单轴抗拉强度，指在单向受拉条件下，岩石试件拉断时的极限拉应力值。以H表示，单位用公斤/厘米^{2}或帕（牛/米^2），

$$H = \frac{F}{A}$$

式中，F为岩石拉断时之拉力（公斤）或（牛）；L为断开面面积（厘米^2）或（米^2）。测定抗拉试验的方法有直接抗伸法、劈裂法、点荷载试验方法等。

【抗弯曲强度】 bending strength 岩石（体）的一种力学性质，即抵抗折断的能力测定抗弯曲强度的试验方法比较复杂，通常根据它与抗压强度的经验比例关系确定。

【脆性破坏】 brittle failure of rock 岩石不产生明显变形即达到破坏的一种破坏型式。

【塑性破坏】 plastic failure of rock　岩石在破坏时已产生明显塑性变形的破坏型式。塑性破坏主要由于矿物晶体格架中晶胞位错的结果。有时塑性破坏甚至可以仅处在塑性流动状态，而不具明显的破坏面。

【摩擦强度】 frictional strength　沿岩体不连续面或已剪断面进行剪切时，剪切面上的极限剪应力值，单位为公斤/厘米^{2}或帕。在理论上，摩擦强度$\tau_{摩} = \sigma \cdot tg\phi = \delta \cdot f$　f 为摩擦系数；$\tau_{摩}$为 δ 曲线通过原点。这种情况只有在剪切面光滑时才符合，主剪切面粗糙时，由于凸凹镶嵌，剪切面具一定咬合力，曲线不通过原点。

【滑动角】 angle of slide　任何松散物质（如土壤或岩屑）开始滑动的最小斜坡角（从地平面起量）。它略大于同一物质的天然休止角。

【天热休止角】 natural angle of repose，repose angle　即天然坡角。松散的无粘性土壤休止于其同类物质堆积之上的最大坡角（从地平面起量）。天然休止角略小于滑坡开始滑动的滑动角，而且约小于同一物质的内摩擦角 5°到 10°。天然休止角在自然斜坡上的角度常为 33°到 37°度，其小于 30°或大于 39°者甚少。角度的大小取决于土壤的摩擦特性，随着土壤颗粒粒度的增大和棱角度的增高，天然休止角也微有增大的趋势。

【破坏角】 failure angle　岩石试件在单向或三向受力条件下破坏时破坏面与最大主应力方向所夹的角。

【点荷载强度指数】 point loading strength index　点荷载试验中，试样被两加荷锥头压裂时的极限荷载（P）与两锥顶间距（D）的平方之比，称为点荷载强度指数（I_s），即：

$$I_s = \frac{P}{D^2}$$

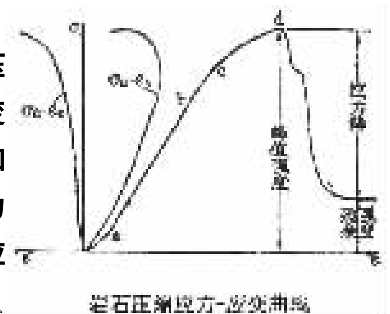
据此，可按下式计算试样的抗拉强度

即：

$$S_t = KI_s$$

式中，K 为与试样形状有关的系数，一般取 0.9 或 0.96。

【岩石压缩应力－应变曲线】 compressive stress－strain curve of rock　在单轴压缩条件下，是指岩石轴向压应力σ_a分别与岩石轴向应变ε_a，横向应变ε_e及体积应变ε_v三种关系曲线，即$\sigma_a—\varepsilon_a$，$\sigma_a—\varepsilon_e$，$\sigma_a—\varepsilon_v$曲线（如图）。在三轴压缩条件下，是指岩石轴向应力与侧向应力差（$\sigma_a—\sigma_e$）分别与轴向应变ε_a，横向应变ε_e及体积应变ε_v之关系曲线，即（$\sigma_a—\sigma_e$）$—\varepsilon_a$、（$\sigma_a—\sigma_e$）$—\varepsilon_e$和（$\sigma_a—\sigma_e$）$—\varepsilon_v$曲线。



岩石压缩应力－应变曲线

【变形阶段】　deformation stage of rock　根据岩石随应力的增加，而导致的内部结构运动方式的改变和应力－应变曲线形状的改变，而对岩石变形全过程进行的划分。在单轴压缩条件下，岩石变形过程一般可划分为：①裂隙压密（o—a）；②弹性变形（a—b）；③裂纹产生及扩展（b—c）；④裂纹加速扩展至试件破坏（c—d）；⑤破坏后（d 之后）等六个阶段，相应于 a 点的应力值称压密极限，b 点之应力值称弹性极限，c 点之应力值称屈服极限，d 点之应力值称峰值强度。详见“岩石压缩－应力应变曲线”词条。

【残余强度】　residual strength 岩石在破坏后所残留的抵抗外荷的能力。可在应力－应变全过程曲线上求得，见“岩石压应力－应变曲线”一词的附图。

【应力降】　stress drop　岩石破坏时应力由峰值强度降为残余强度的现象。或指岩石在变形过程中应力随变形增长而下降的现象。见“岩石压缩应力－应变曲线”一词附图。

【基本摩擦角】　basic friction angle　为巴顿（N. R. Barton）提出的岩体裂隙强度经验公式中的系数之一，即新鲜岩石的残余摩擦角。在沿裂隙面发生剪切时，裂隙面的抗剪能力由两部分组成，一是由于裂隙面起伏不平所造成的；二是由相互接触部分的摩擦所造成的。对一定的裂隙面来说，前者随正应力和剪位移的大小而变化，而后者则仅决定于裂隙面的物质组成。后者在剪切曲线上所表现的摩擦角，即为基本摩擦角。裂隙面的基本摩擦角可以通过残余剪切试验测得。

【裂隙面抗压强度】　joint compression strength　为巴顿（N. R. Barfon）提出的岩体裂隙面强度经验公式中的系数之一（简称 JCS）。它表示裂隙面附近，在裂隙面受剪时能起抵抗剪应力作用的那部分岩石的单轴抗压强度。测定裂隙面抗压强度的方法有二：一是当裂隙面及其附近岩石基本未遭风化或风化程度基本一致时，可以取样通过常规抗压试验或点荷载试验测得；二是当裂隙面与其附近岩石风化程度相差较大或者风化剧烈无法取样时，可用回弹仪对裂隙面进行回弹试验，测得回弹数，再通过米勒（Miller）的经验公式计算求得裂隙面抗压强度。米勒的经验公式如下：

$$\log_{10}\sigma_c = 0.00088\gamma R + 1.01；$$

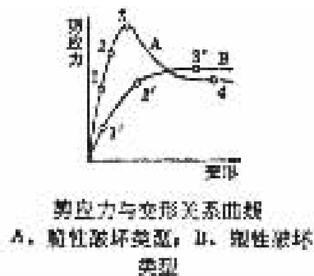
式中：σ_c 为裂隙面抗压强度；γ 为岩石的干容重（千牛顿/米^3）；R 为回弹数。

【裂隙粗糙系数】　joint roughness coefficient　为巴顿（N. R. Barton）提出的岩体裂隙面强度经验公式中的系数之一（简称 JRC）。根据岩体裂隙面粗糙程度的不同，由最光滑到最粗糙，其数值由 0 至 20。确定裂隙粗糙系数的方法有二：一是利用表面糙度仪测制出裂隙面的剖面图，以及与巴顿绘制的标准剖面对比，从而确定出相应的裂隙粗糙系数值；二是利用倾斜试验，测出开始滑动时的倾斜角，代入巴顿的裂隙面强度经验公式，反算求得裂隙粗糙系数。

【回弹仪】　Schmidt rebound hammer　**又称施密特锤，是测定岩石强度的一种简便仪器。其基本原理是利用弹簧推动一根钢探头射向被测物体的表面，根据被测物体对钢探头的回弹能力，测得回弹数。将所测得的回弹数代入经验关系式中，可以近似地计算出被测物的单轴抗压强度。**

【回弹数】　rebound number　**利用回弹仪测定岩石或混凝土强度时，由回弹仪直接测得的数据。将其代入有关经验关系式中可以计算出单轴抗压强度的近似值。**

【剪应力－剪位移曲线】　shear stress displaccement curve　**岩石（体）在剪切过程中，剪切面上剪应力值** τ **是随剪位移** u **的发展而变化的。将剪位移（**u**）作为横坐标，剪应力（**τ**）为纵坐标作出** $\tau-u$ **曲线，即为剪应力－剪位移曲线。图为岩石（体）的两种典型** $\tau-u$ **曲线。**



剪应力与变形关系曲线
A、脆性破坏类型；B、塑性破坏类型

【峰值强度】　peak strength　**岩石（体）抗剪断试验的剪应力一剪位移关系曲线上最大的剪应力值，以** τ_f **表示，见剪应力－剪位移曲线图。**

【剪胀】　shear dilation　**试件沿剪切面剪切过程中，剪切面上部试块随剪位移的发展而发生上抬的现象。**

【剪胀角】　shear－dilation angle　**岩体裂隙面或砾石类土发生剪切时，实际剪位移方向与剪切面平均方向间的夹角。对于一定的裂隙面或一定的砾土，它随正应力增大和剪位移增加而减小。剪胀角可在直剪试验中测得。**

【扩容】　dilatancy　**岩石（体）试件在单向或三向不等的压力作用下，随着压力的加大，岩石（体）试件内部裂纹发生张性扩展，使岩石（体）试件的体积由最初的压缩而变成膨胀的现象。**

【延性】　ductility　**物体具有经受大量永久变形而不破坏的性质，可用延性度来度量。**

【延性度】　degree of ductility　**岩石达到破坏时的全应变或永久应变（**%**）值。一般情况下，当延性度小于** 3% **时称脆性破坏，而大于** 5% **时称延性破坏。**

【尺寸效应】　scale effect　**岩石（体）试验中，仅由于试件大小和形状不同而使试验结果有差异的现象。**

【时间效应】　time effect　**岩石（体）试验中，仅由于力作用时间长短的不同而使试验结果有差异的现象。**

【温度效应】 temperature effect 岩石（体）试验中，仅由于实验温度的不同而使试验结果有差异的现象。

【岩石声发射】 acoustic emission of rock 岩石在变形过程中发射出声或超声信息的现象。

工程地质勘察

【工程地质勘察】 engineering geologic exploration 为查明工程建筑场区的地质条件而进行的地质勘探工作。它的任务是评价各类工程建筑区的地质条件；预测在工程建筑作用下可能出现的地质条件的变化及其影响；选定最佳建筑场地和提出为克服不良地质条件应采取的工程措施；为保证工程的合理设计，顺利施工和正常使用提供可靠的科学依据。工程地质勘察工作由于地质条件的复杂程度不同，具体建筑类型的不同、建筑物的结构型式的不同，以及工作条件的不同，对工程地质条件的要求和可能出现的工程地质问题的不同，其勘察的项目和内容也不相同。例如，对于水库坝址的勘察，主要是解决坝基的稳定性问题，水库渗漏和库区浸没与边坡稳定问题；对于道路、桥梁、隧洞，要解决路基稳定、塌陷、边坡稳定性、桥墩基础稳定性、隧洞围岩稳定性等问题；对于高层建筑主要是要了解地基稳定性、地面沉降问题等等。在勘察过程中，如发现新的地质问题，设计意图的修改，则勘察的目的与内容应作相应的更改，工程地质勘察是划分不同的阶段进行的。方法有野外地质调查、现场实验和室内分析试验等。

【勘察阶段】 exploration staget 为工程建筑的设计要求对工程地质勘察所划分的阶段。例如，为水利工程建筑物设计所进行的工程地质勘察可分为：规划选点勘察；初步设计阶段的工程地质勘察；施工图设计阶段的工程地质勘察等。

【选点勘察】 reconnaissance exploration 又称规划选点阶段勘察，有人也称为草测。指为编制建筑规划选择近期开发地段而进行的工程地质勘察。选点勘察的目的是为规划中的河流、河段或铁路线路地带了解工程地质条件的一般情况，论证规划建筑工程技术可能性和经济合理性，提出可供选点（线）的有利地区和地段。勘察方法通常是研究文献档案资料、路线踏勘及小比例尺的区域性工程地质测绘。

【初步勘察】 preliminary expioration 又称可行性阶段勘察，也有人称为初测。指为编制建筑物的初步设计而进行的工程地质勘察。它是在规划选点阶段所选定的建筑区内进行的。其任务是选定工程地质条件最有利的建筑场地，并为建筑物类型和规模的确定提供工程地质资料。它是工程建设中最重要的勘察设计阶段。勘察方法以工程地质测绘为主，配合以勘探、试验、实验室研究及长期观测工作，对几个可能的建筑场地进行

对比评价。

【详细勘察】 detailed exploration 称设计阶段勘察或详测。水利水电工程地质勘察规范中称初步设计第二期工程地质勘察。指为编制建筑物的技术设计而进行的工程地质勘察。其任务是提供建筑物影响范围内的精确的地质结构、水文地质条件及岩（土）的物理力学性质的定量指标等资料，以便设计人员通过详细设计计算最终确定建筑物的结构、施工方法和造价。本阶段的勘察主要是通过大量的勘探、试验、实验室研究及长期观测工作来完成。

【施工勘察】 exploration during construction 为编制建筑物的施工设计而进行的补充工程地质勘察。其任务是解决编制各个建筑物，以及它们的各个部分的施工详图时的地质问题。主要是利用各种开挖面和施工导洞进行，必要时还可布置专门性的平硐、大口径钻井以及现场试验等。

【长期观测】 long－term，observation 通过对观测对象本身或在观测对象上按一定间距布置的观测点，进行定期的或不定期的仪器测绘或观察，以了解观测对象随时间变化的规律。通过对观察资料的研究可以论证这些变化对建筑物的稳定和正常使用的影响，并校正有关的理论计算公式和经验公式。长期观测工作按其观测的时间分定期观测和不定期观测；按其观测对象又可分为与工程建设有关的地下水动态观测和各种自然地质作用及工程地质作用的动态观测。

【工程地质钻深】 eugineering－geological drilling 工程地质工作的方法之一。为判定地下地质结构和岩性，补充和验证地面测绘资料而进行的钻探工作。在编制钻探计划时，要注意钻孔的布局与选定，并在钻孔中进行必要的测试工作，做到一孔多用，以较少的工作量，解决更多的工程地质问题。

【探槽】 test trench 用于了解构造线和破碎带宽度，地层和岩性界限及其延伸方向等的山地工程。探槽深度较浅，一般在覆盖层小于3米时使用。其长度可根据了解的地质条件和勘察需要决定，宽度和深度根据覆盖层的性质和厚度决定。

【探井】 test shaft 揭露一定深度的竖井，斜井或水平的探硐的统称。水平探井称平硐，可用以直接观察地质现象，进行详细地下描述和分层，并能直接采取原状岩土试块。在地质条件复杂地区，常采用此法获取较准确的工程地质资料。其缺点是开挖速度慢，勘探费用高。

【钻孔设计书】 design of drillhole 为确保钻探达到预期目的而编制的钻孔书面要求。其内容应根据钻探目的而定，但一般为：①孔位座标位置及孔口地面高程及其地质情况说明；②钻孔目的、重要性及注意事项；③钻孔类型，并说明采用此种类型钻孔的理由；④钻孔深度及改变深度的条件；⑤钻孔结构、开孔及终孔口径，变径位置、固壁方法，并给出钻孔理想柱状图；⑥地质要求，对钻进、岩心采取率、取样

（间距、位置、数量）、试验（位置、项目、精度要求）、水文地质观测及钻孔处理等方面的要求。

【孔内观测】 downhole observation 用各种方法对孔内的地质现象进行了解的过程。特别是在断层破碎带，节理裂隙密集或岩溶十分发育的地段。除了大孔径钻孔能进入直接观察拍照外，一般都采用各种仪器，如孔内摄影，井下电视等，把孔内情况全部如实反映出来。同时，应进行有关的水文地质观测，如测定出初见水位和稳定水位，含水层位置、厚度及水量，并测定钻进中的漏水量等。

【钻孔工程地质编录】 dilling geotechnical record 钻孔工作中的一种文字记载。编录钻孔钻进过程中的有关地质、水文等方面的现场情况，最后编制钻孔岩心柱状图。其编录基本内容有：①记录岩心采取率，由此可以判断岩层的完整性，及构造破碎带；②鉴定岩心；③孔内观测，对孔内的裂隙、构造破碎带、岩溶发育程度及水位、含水层位置、漏水量等进行观测；④钻孔取样，同一岩层取岩石物理力学试样，水样分层取样；⑤岩心及孔位的保存，岩心按顺序编号装箱保存，孔位及孔口标高，应精确填绘在地形图上。

【工程地质定性评价】 engineering geological qualitative evaluation 一种经验性质的地质分析方法。即根据已查明的地质边界条件，进行综合评价而作出的结论。

【工程地质定量评价】 engineering geological quantitative evaluation 经过理论计算、试验研究、实际测量后作出的评价结论，并能通过量来说明的。

【工程地质试验】 engineering - geolcgical test 为评价工程地质条件和问题以及工程处理措施、设计施工提供参数而进行的试验的总称。它包括室内的和现场的各种试验研究工作。

【压水试验】 water - pressure test 用高压方式把水压入钻孔，根据岩体吸水量计算了解岩体裂隙发育情况和透水性的一种原位试验。压水试验是用专门的止水设备把一定长度的钻孔段隔离出来，然后用固定的水头向这一段钻孔压水，水通过孔壁周围的裂隙向岩体内渗透，最终渗透的水量会趋于一个稳定值。根据压水水头、试段长度和稳定渗入水量，可以判定岩体渗透性的强弱。通常以单位吸水量 ω（升/分·米·米）值表示，即在单位压力（1 米水头）下，单位长度（1 米）试段在单位时间内的吸水量（升/分）。它是水工建筑物地基和两岸接头处基岩防渗设计的基本依据。

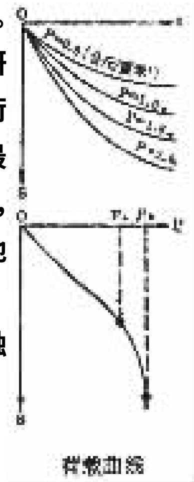
【单位吸水量】 specific water absorption 见“压水试验”。

【收缩试验】 shrinkage test **测定土收缩性的试验。目的是测定土样含水量与垂直收缩变形关系曲线，确定土的缩限，体缩率或线缩率，计算土的收缩系数，为胀缩土的综合评价据供依据。**

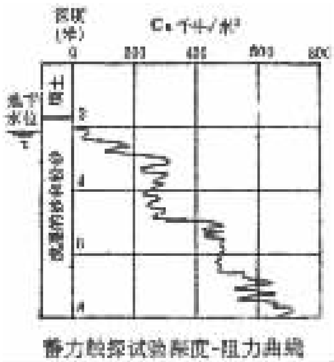
【点荷载试验】 point – loading test **一种测试岩石、混凝土或其它天然建筑材料的抗拉和抗剪强度的简便方法。试验时将试样夹在两个球状加荷锥头之间，施以荷载直至压裂试样。根据达到破坏时的最大荷载和两锥头端点间距，即可求出试样的抗拉强度，据此可经验地计算出试样的抗压强度。这种方法始用于本世纪三十年代，但直至六十年代末，才从理论上解决了应力分布和破坏机制问题，目前许多国家已将其列为正式试验方法。这一方法的另一重要优点是仪器设备轻便，可携带至现场进行试验，及时获得足够的试验数据。**

【侧压试验】 lateral compression test **一种测定土体水平向压缩性的原位测试方法。它分钻孔侧压和自钻侧压两种。钻孔侧压是将可膨胀的圆形筒（旁压器）置于试验孔预定深度，用压缩空气（或压液）使孔壁土体受水平压力，随着水平压力的变化，记录侧压器中部的膨胀量（即土体变形），从压力 – 变形曲线变化，可确定土的变形模量等参数。自钻测压是把钻探和原位测试结合起来的方法，即将一圆柱形刃具压入土中，刃具上安装能径向扩张的侧压器及必要的传感器，连结自动记录仪，在压环到一定位置后，不改变土的原始应力状态和含水量，测得压力 – 变形曲线，求出变形模量。**

【静力荷载试验】 static loading test **是研究土基的一种现场试验。其目的主要用于求地基土的允许承载力，测定均质土基的变形模量、研究地基变形范围和应力分布规律等。试验方法是在试坑或钻孔内放一荷载板，在其上依次分级加压，并测得各级压力下最终沉降值，直加到最终荷载达到极限荷载为止。根据每一级压力（P）和相应沉降值（S），绘出荷载曲线（P – S 曲线），并按一定公式计算土的变形模量及确定地基允许承载力。**


荷载曲线

【静力触探】 static sounding **一种原位测试方法。是用静压力将触**


静力触探试验深度-阻力曲线

探仪的探头贯入土层中，测得贯入阻力，通过探头贯入阻力指标评价土层的力学性质，确定承载力和进行土层划分。此方法机械自动化程度高能连续量测，具有提高工效、减低劳动强度的优点。

【摩擦比】 frictional ratio 静力触探探头在某一深度时，侧壁阻力与锥尖阻力之比，以百分数表示。

【动力触探】 dynamic sounding 又称冲击触探，是利用一定重量、落距的重锤动能，将一定尺寸、形状（如圆锥形等）的探头打入土层中，根据打入土层一定深度的难易程度（以所需锤击数表示），来判断土层的性质和确定承载力。

【承压板法】 bearing plate test 测定岩体的变形模量、弹性模量和研究岩体变形特性的一种原位测试法。它通过刚性或柔性承压板，施力于半无限岩体表面，测量岩体变形，并按均匀、连续、各向同性的半无限弹性表面局部受力的布西涅斯克公式计算出变形特性指标。

【狭缝法】 flat－jack test 又称压力枕法。一种测定岩体变形指标的原位试验方法。是在确定的试验点处，开凿一条狭缝，在狭缝中埋置钢枕，对狭缝两侧岩体施加压力，同时测量岩体变形；并按计算均匀、连续、各向同性的无限弹性平板中的一条有限长狭缝，受均匀分布荷载作用的平面应力问题的方法，计算变形特征指标——变形模量和弹性模量。

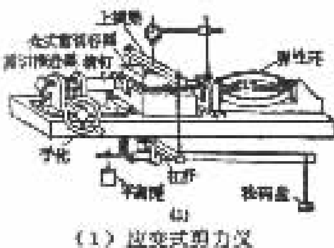
【水压法】 water pressure test 一种测定岩石变形特性指标的方法。此法是在岩体中开挖一圆形试洞，在试洞试验段一端部以混凝土盖板封闭起来，用高压水泵将水压入试洞内，使试洞岩体表面受到均匀的水压力，引起岩石变形，测出试洞半径或直径的变化，然后根据压力和变形的关系，计算出岩石的变形模量和弹性抗力系数。

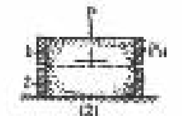
【单双轴压缩法】 uniaxial and biaxial compressive test 一种测定岩体变形指标的原位试验方法。它是在岩体上切四个相互垂直的狭槽，在两两相对的狭槽内分别或同时埋入钢枕，通过钢枕对岩体加压，测定岩体变形值，并按弹性力学简单或双向受压公式计算出变形模量。

【土剪切试验】 shear test of soil 测定土抗剪强度的试验，按剪切时土样受力状态，可分为直接剪切试验、三轴剪切试验、十字板剪切试验等。另外，还可根据剪切时排水条件，又可分为快剪（不排水剪）、慢剪（排水剪）及固结快剪（固结不排水剪）等。下页附图为土的剪切试验仪和剪切试验盒。

【直接剪切试验】 direct shear test 通过在预定的剪切面上分别直接施加法向压力和剪应力求得抗剪强度指标的试验。

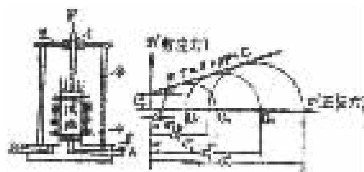
【三轴剪切试验】　triaxial shear test of soil　是使土样在三向不等压力下剪切的试验。在三轴压缩仪上进行。试验时，将圆柱体试样用橡皮膜套住放入密闭的压力筒中，通过液体施加围压，并由传力杆施加垂直方向压力，逐渐增大垂直压力直至剪坏。根据莫尔强度理论，利用应力圆作出极限应力圆之包络线，即为土的抗剪强度曲线，以求得抗剪强度指标内摩擦角 φ 和内聚力 c。





（2）剪切试验盒
1.剪切上盒；2.剪切下盒；P.垂直荷载；P_H.水平荷载

【振动三轴剪切试验】　shaking triaxial sheartest　是研究土体在三向振动荷载作用下的应力应变关系、动力强度特征及饱和砂土液化等问题的一种室内试验。它便于控制各种应力状态，目前有单向振动和双向振动两种。



土的三轴压缩仪示意图
1.传力杆；2.顶盖；3.压力室；
4.透水石；5.底盘；
P.垂直压力；A、B.阀
门；σ_1'' σ_1' σ_1'''.各试样破坏时的最
大主应力；σ_3'' σ_3' σ_3'''.各试样破
坏时最小主应力

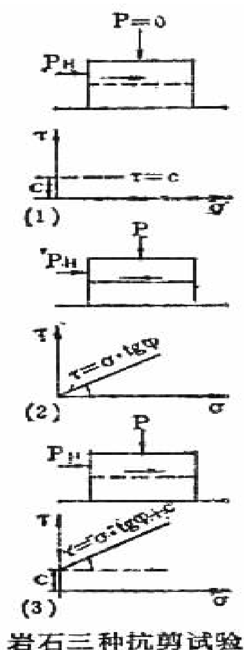
【真三轴试验】　true triaxial test 使岩石试件处于三个主应力不相等（即 $\sigma_1>\sigma_2>\sigma_3$）的应力组合状态下的三轴试验，真三轴试验可以研究中间主应力 σ_2 对岩石变形及强度特性的影响。

【击实试验】　proctor compaction test　是用锤击实土样以了解土的压实特性的一种方法。这个方法是用不同的击实功（锤重 × 落距 × 锤击次数）分别锤击不同含水量的土样，并测定相应的干容重，从而求得最大干容重、最优含水量，为填土工程的设计、施工提供依据。击实试验可分标准击实法和单层击实法两种。

【浅坑剪切试验】　shallow pit shear test　过去曾广为采用的一种剪切试验方法。它主要借助千斤顶施加水平推力使土体剪裂，从而得出抗剪强度指标。这种方法只能对土体抗剪性能得到初步了解。

【十字板剪切试验】　vane test　是一种测定软粘性土抗剪强度的原位试验。试验时，将十字板头由钻孔压入孔底之软土中，以均匀的速度转动，通过一定的测量系统，测得其转动时所需之力矩，直至土体破坏，从而计算出土的抗剪强度。由十字板剪力试验测得之抗剪强度代表土的天然强度。

【岩石剪切试验】 rock shear test　测定岩石和岩体抗剪强度指标的试验。按试验条件可分为室内剪切试验和现场剪切试验。根据不同地质条件和工程实际情况要求，岩石（体）的剪切试验又可分为抗剪断试验（1）、摩擦试验（2）和抗切试验（3）。试验情况如图所示。



岩石三种抗剪试验

【抗剪断试验】 rock shear test　把完整岩石或天然岩体（沿剪切面无贯通裂隙）在法向压力作用下剪断，以测定其抗剪断强度的试验。此试验只常用来测定坝基岩体与混凝土浇注件之间的抗剪断强度。

【抗切试验】 rock non－loaded shear test　不加正应力条件下的抗剪断试验。用以求岩石（体）的抗切强度。

【摩擦试验】 rock frictional test　沿岩体不连续面或已剪断面进行滑动剪切的试验。

【超声波探测技术】 ultrasonic sounding of rock mass　一种岩石（体）测试技术，它根据弹性波在岩体中传播的原理，用仪器的发射系统向岩石（体）中发射声（超声）波，再通过接受系统接收经岩石（体）传来的波。由于岩体的岩性、结构面情况、风化程度、应力状态、含水情况等地质因素都能直接引起声（超声）波波速、振幅和频率发生变化，因此，可通过接收器所接受的声（超声）波波速、频率和振幅了解岩石（体）地质情况并求得岩石（体）某些力学参数（如泊松比、动弹模、抗压强度、弹性抗力系数等）和其他一些工程地质性质指标（如风化系数，裂隙系数、各向异性系数等）。

【贯入阻力】 penetration　静力触探探头贯入土层中所受到的阻力。可分为锥尖阻力和侧壁阻力两部分。

【标准贯入试验】 standard penetration test　动力触探的一种。是用 63.5 公斤重之锤，以 76 厘米的落距来锤击一定尺寸的圆筒形贯入器，测定每贯入 30 厘米厚土层所需锤击数（$N_{63.5}$值），以比确定该深度土层性质和承载力。

【触变】 thixotropy 含水粘性土强度因结构受扰动剧烈而降低，在静止一定时间后又可部分恢复的特性。以淤泥土触变性最明显。

【岩体】 rock mass 经成岩地质作用和后期改造地质作用形成的具有各种产状、裂隙系统、结构特征和天然应力场的天然地质体。其主要特征是：①非均质性；②是连续和不连续的统一体，即是裂隙介质或准裂隙介质；③具有异于自重应力场的天然应力场。岩体常作为工程建筑的地基、场地及隧洞的围岩。

【完整系数】 coefficient of fissure 也称裂隙系数，指岩体抗压强度与组成该岩体的完整岩石的抗压强度之比。即：

$$\xi_a = \frac{\sigma_{岩石}}{\sigma_{岩体}}$$

此系数反映了岩体中各种裂隙的综合力学效应。用动力法也可进行测定，即：

$$\xi_a = \left(\frac{V_{p1}}{V_{p2}}\right)^2$$

式中 V_{p1} 为岩体的纵波速度（米/秒）；V_{p2} 为岩石试件的纵波速度（米/秒），可根据裂隙系数对岩体裂隙发育程度进行分类。

【岩体不均质性】 heterogeneity of rock mass 岩体的物理－力学性质，随所测定点的空间位置不同而有差异的特性。由于岩体是复杂地质作用的产物，其非均质性是绝对的，均质性则是相对的。

【岩体各向异性】 auisotropy of rock mgss 岩体的性质随方向而异的特性。岩体具各向异性的原因是由于岩石的层理、片理、夹层和定向裂隙系统的存在所致。

【岩石缺陷】 rock defect 又称微结构。指岩石中存在于矿物颗粒之间或颗粒内部的微小二维界面和三维孔隙，如颗粒边界、矿物解理、微裂隙、粒间孔隙、软弱矿物等。

【空隙率】 porosity 单位体积岩石中孔隙和裂隙的总体积。

【结构面】 structural plane 岩体中各种具有一定方向，延展较大，厚度较小的二维地质界面，如断层、裂隙、层面、夹层等。它是在各种不同的地质作用中生成和发展的。结构面的主要成因类型有沉积的、火成的、变质的、构造的及次生的等。由于成因类型不同，其工程地质特征也不同。如沉积结构面的软弱夹层等易形成较大的坝基滑移；变质结构面的片理、构造结构面的断层破裂带易造成地下工程坍方、边坡滑移等。

【软弱结构面】 plane of weakness 力学强度明显低于围岩的结构面。

【软弱夹层】 weak intercalated layer 在未经风比或构造破坏的条件下，坚硬岩右中夹有的相对较软的岩层。结构较松散，力学强度低或遇水软化或泥化。如厚层砂岩中夹有的薄层泥（页）岩，石英砂岩中夹有的千枚岩等。软弱夹层一般比坚硬岩层薄得

多，并且较容易风化破碎，容易受构造活动破坏和地下水的作用。在有软弱夹层的地层中建筑大型工程，对工程基础的稳定性具有不同程度的影响，往往成为研究的重点之一。

【泥化夹层】 weak – intermidiate layer 受风化或构造破坏，原状结构发生显著变异，并在地下水长期作用下，形成含水量在塑限和流限之间的泥状软弱夹层。

【卸荷裂隙】 relaxed crack 由于自然地质作用和人工开采使岩体应力释放和调整而形成的裂隙。卸荷裂隙往往受重力、风化及岸坡的物理地质作用进一步张开或位移。

【岩体卸荷带】 relaxed zone of rock mass 由于自然地质作用和人工开挖使岩体应力释放而造成的岩石松动破碎带。如河谷岸边岩体卸荷带等。

【结构体】 structural body of rock mass 岩体中被结构面切割成的不同形状和大小的块体。

【岩体结构】 structure of rock mass 岩体中结构面和结构体的大小、形状及组合方式。其主要类型有：块状结构、层状结构、镶嵌结构、碎裂结构、层状碎裂结构、散体结构等。各种岩体结构的工程地质特性不同，应根据具体条件进行研究处理。

【岩土本构关系】 constitutive relation of soil and rock 岩、土介质的应力、应变、应变率、加载速率、应力历史、应力水平、加载途径及温度等之间的函数关系。

【试验指标】 index of test 根据现场及室内岩石（体）物理力学试样实测之成果，在摒除由仪器故障，操作失误引起过高或过低的数据，并按工程地质单元体分别进行数学统计后提出的指标值。

【计算指标】 index of computation 为工程设计进行岩体变形与稳定性计算时所采用的岩石（体）物理力学性质指标数值。它应由设计及地质人员根据岩石（体）的试验指标，考虑试验方法、水文工程地质条件，建筑物情况及所选用的计算公式和参考已经运转的有关工程的经验后研究确定。

【岩石质量指标】 rock quality designation 表示岩石完整性的一种指标（R. Q. D%）。指钻孔时获得大于 10 厘米的岩心断裂块总长度（L_p）与钻探进尺总长度（L_p）之比，以百分数表示，即：

$$R.Q.D = (L_p/L_t)\cdot 100\%$$

【岩体结构弹性波分类】 classificatioa of elastic wave for rock mass structure 评价不同结构岩体的一种物性参数，详见附表。测定岩体的弹性波可以了解它的结构类型，并结合钻探可确定岩体深部的结构，为工程设计和施工提供定量指标。

岩体结构的弹性波分类表

分类编号	岩体结构类型	亚类		弹性波指标				
			名称	波速VP（米/秒）	波速比	完整性系数I	可接收距离（米）	动弹性模量10^4（公斤/厘米^2）
I	整块状结构岩体	1	整体状结构	>4500	>0.9	>0.8	>10	>30
		2	块状结构	4000—4500	0.8—0.9	0.6—0.8	5—10	20—30
		3	裂隙块状结构	3500—4000	0.6—0.8	0.4—0.6	8—5	10—20
II	层状结构岩体	1	层状结构	3500—4000	0.6—0.8	0.4—0.6	3—5	10—20
		2	薄层状结构	3000—3500	0.5—0.7	0.3—0.5	2—4	5—15
		3	软层状结构	2500—3000	0.6—0.8	0.4—0.6	2—3	5—10
III	碎裂结构岩体	1	镶嵌结构	3000—3500	0.5—0.6	0.3—0.5	2—4	5—10
		2	碎裂结构	2000—3000	0.3—0.6	0.1—0.3	1—3	2—10
		3	层状碎裂结构	1500—2000	0.3—0.5	0.1—0.3	1—2	1—5
VI	散体结构岩体	1	松散结构	1000—2000	<0.3	<0.1	<1	<2
		2	松软结构	500—1500	<0.4	<0.2	<1	<1

【各向异性系数】 anisotropjc coefficient 由声波测试求得的反映岩体各向异性的指标（η）。

$$\eta = \frac{V_p''}{V_{P\perp}}$$

式中，V_p''为平行结构面的纵波波速 $V_{P\perp}$ 为垂直结构面的纵波波速。

【残余应力】 residual stress 即初始应力。也有人把过去构造运动所残留于岩体中的应力，称残余应力或构造残余应力。

【海姆假说】 Heim ’ s hypothesis 解释岩体中初始应力状态的一种假说，由瑞士地质学家海姆于1878年提出。他在观察了高山隧洞的岩体情况之后指出：深隧洞岩体在各方向具很大的应力，这些应力大小与上覆岩石重量有关，且在各方向近于相等，即岩体深处的应力分布符合于静水压力状态。经实践证明，这一假说在一定条件下是符合实际的。

【岩体应力测量】 stress measurement of rock mass 用仪器在现场测量岩体的应力，以研究岩体应力分布规律，评价围岩及大型边坡等的稳定性。并通过确定地壳近期构造应力状态以进行地震预报等。岩体应力测量目前方法繁多，主要有应力解除法、应力恢复法和水力压裂法等，进行岩体应力测量的仪器主要有电阻应变仪、电感测压仪和光弹仪等。

【岩体初始应力】 initial stress of rock inass 又称天然应力，地应力，有人也称残余应力。指岩体处于天然条件下所具有的应力。

【岩体滑移控制面】 control plane of sliding 岩体可能沿之发生滑动的面，多为产状有利于岩体滑移的软弱结构面。如坝基岩体中的缓倾角软弱结构面，斜坡岩体中的某些顺坡结构面等。

【土流】 earthflow 一种松软块体运移的现象。其特征是在一定的边界范围之内，土体或风化了的顺着山坡运移的岩石，其底部大致为土流斜坡面，状似舌形。总体上，土体发生滑动运移时没有旋转运动，但在附近的凹形崖上，常可看到在一系列崩滑块体中有小的原始转动。土流与泥流之间有一系列的形态变化和流动性的增加。

【泥流】 mud flow 块体运移地形和作用过程的一般性术语。其特征是以细粒土壤为主的流动块体，在运移时有高度的流动性，其流动性可以从监测其运动速率得知，也可以根据其沉积结果所形成的分布和地形得知。由块体中所含的水、粘土和岩屑的比例不同而有不同的特征。泥流中所含的水可以达到 60%，其水联结的程度取决于粘土矿物的含量，母质粘滞性、流动速度和地形的影响。随着流动性的增高，泥流可以变成含泥沙的河流和清溪，而在其降低时，则可以变为土流。

【山坡型泥石流】 slope debris flow 流域面积小，一般不超过一平方公里。流域呈斗状，没有明显的流通区，形成区直接与堆积区相接。

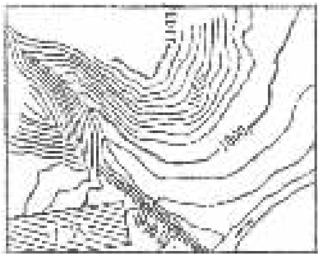
【河谷型泥石流】 valley－type debris flow 流域呈狭长形，流域上游水流补给较充分。形成泥石流的固体物质主要来自中游地段的滑坡和塌方。沿河谷既有堆积、又有冲刷，形成逐次搬运的“再生泥石流”。

【粘性泥石流】 viscous debris flow 含有大量的粘土物质的泥石流，其固体物质含量高占 40—60%，最高达 80%。水和泥砂，石块凝聚成一个粘稠的整体，并以相同的速度作整体运动。运动特点主要是具有很大的粘性和结构性。即使在开阔的堆积扇上运动，也是以狭窄的条带状向下奔泻，不发生散流现象，停积后，仍保持运动时的结构。堆积体多呈长舌状或岛状。但由于粘性泥石流常呈阵流，所以堆积扇的地面也坎坷不平。粘性泥石流经弯道时，并不一定循沟床运行，而往往直冲沟岸，甚至可以爬越高达 5—10 米的阶地、陡坎或导流堤坝，截湾取直。而且其持续时间短，破坏力大，常在几分钟或几小时内把几万甚至几百万立方米的泥、砂、石块和巨砾搬出山外，造成巨大灾害。

【稀性泥石流】 diluted debris flow 水和固体物质混合的泥石流，固体物质中粘土和粉土含量少，占 10—40%。在运动过程中，水与泥砂组成的泥浆速度远大于石块运动速度，石块以滚动或跃移方式运动。稀性泥石流的堆积物呈扇状散开，表面较平坦。

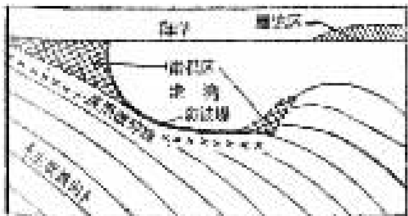
稀性泥石流有极强烈的冲刷作用，常在短暂的时间内把粘性泥石流填满的沟床下切成几米或几十米的深槽。

【泥石流排导工程】 debris flow drainage engineering **防治泥石流的设施。在泥石流经常危害附近的居民区、工矿、交通等设施的地段修筑排导工程。在泥石流堆积扇上的防治措施，主要是修筑排洪道和导流堤。**

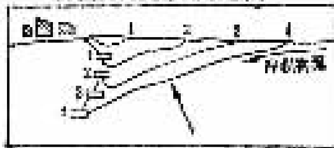


导流堤

【整流工程】 flow - regulating project **改变水流作用的建筑设施。如利用一定的水工建筑物调整水流，造成对防止冲刷或防止淤积等有利的水利动态条件，改变局部地区海岸形成作用的方向。这些建筑物有防波堤、破浪堤、丁堤等。目前还有采用漂浮防波堤的方法，以截流促成砂咀的形成。**



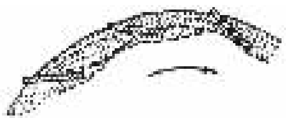
防波堤及其作用示意图



海岸防波堤
(1—4为海岸等时相继位置及防波形成砂咀的位置)

【护岸工程】 bank protection **为防止河流侧向侵蚀及因河道局部冲刷而造成的坍岸等灾害，使主流线偏离被冲刷地段的保护设施。防护措施通常有：①直接加固岸坡，在岸坡植树、种草；②抛石或砌石护岸。**

【顺坝】 longitudinal dike **防止河流侧向侵蚀及因河道局部冲刷的建筑物。又称导流坝。顺坝常布置在凹岸，使河流的主流线偏离受冲刷的凹岸。它是常见的一种护岸工程，此外，还有加固岸坡、减少水土流失，如植树、种草或砌石护岸等。**



丁坝

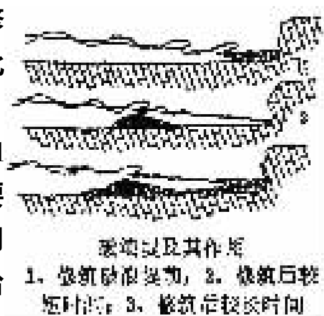
【丁坝】 spur **为约束水流，保护堤岸免受河流冲刷的建**

筑物。又称半堤横坝。丁坝常斜向下游，与水流夹角为 60°—70°，它可使水流冲刷强度降低 10—15%。

【海岸建筑物防护】　protection of coastal buildings　保护海岸、海港免遭冲刷和建筑物安全的措施，以防止海岸、港口遭受淤积，保证建筑物的正常使用。如防浪墙、破浪堤、整流工程等。

【破浪堤】　groyne　又称水下防波堤。设置于距岸 40—50 米左右的水下长堤。当波浪向岸推进到达破浪堤时，由于水深变浅，可使能量减弱（可能消耗 75%），水中携带的泥砂堆积下来造成新的海滩保护海岸。

【防波墙】　coast protecting wall　为直接保护海岸而修建的水工建筑物。如护岸墙、护岸衬砌等。一般凹面石墙比直立护墙防掏蚀的效果好。



破浪堤及其作用
1、修筑破浪堤前；2、修筑后较短时间；3、修筑后较长时间

【海洋工程地质测绘】　marine engineering geological mapping　为工程建设目的而进行的海洋地质测绘工作，主要有两个方面：①搜集水文气象资料，即风向、风力、风作用的延续时间，波浪要素及作用时间，泥沙流特点（即补给区、堆积区的位、流动方向及物质成分），海水流的运动方向和速度及潮汐特点；②地面调查，包括地貌特征（海岸形状、海滩及水下斜坡的宽度及形态等），地质条件（地层、岩性、地质构造、水文地质特征、岸边稳定性等），沿岸被冲刷地带和接受沉积地带的分布情况及作用强度，已有水工建筑物配置、类型、砌置深度及距海平面的距离及其破坏情况等。根据建筑工程规模和设计阶段的不同，海洋工程地质测绘常采用 1∶5 万至 1∶10 万比例尺的精度进行工作。



(1)　　(2)

防波墙
1. 波浪拍击直立护岸墙；2. 波浪拍击凹面护岸墙

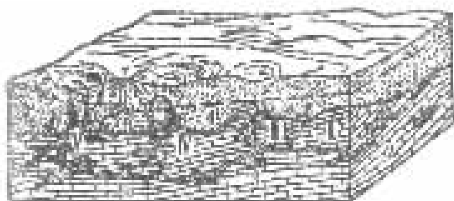
【海洋工程地质勘察】　marine engineering geological exploration　为海洋工程建筑目的而进行的地质勘察，主要工作范围在浅海域，它是随着大陆架石油、天然气的发现和开采而发展起来的。通过海底取样、原位测试、测定粘土和砂的抗剪强度、利用反射地震波测量，测定水下沉积物的地震波（P）速度等，近年已采用遥控式潜水员水下钻探，遥控式取心器，十字板试验和孔内压力仪等方法，对水下沉积物的物理、力学性质及物质组成进行全面的分析，以确定建筑物基础的稳定性。

【岩溶洞穴】　karst cavern　可溶岩地区地下水常沿岩层的节理、裂隙、层面或破碎带进行溶蚀，或机械侵蚀而形成的空洞。洞穴在地面以上和地下都有分布，地下溶洞对在其地表的建筑物的稳定性有不同程度的影响。因此，在可溶岩地区研究地下溶洞的

分布特征，是工程地质工作的重要内容之一。

【岩溶工程地质条件】 karst – engineering geological condition　可溶岩地区对工程建筑影响的各种地质因素的总称，主要有：①岩体力学方面的因素，有地质构造、风化等对岩体破坏的影响，岩体的物理性质等；②大型地下洞穴、洞顶及边坡的稳定性；③工程建筑对岩溶地质环境的影响；④水渗漏条件；⑤地应力分布及自然条件改变时对地应力变化的影响等。

【地面塌陷】 surface subsidence　俗称崩坍，一般在可溶岩地区，由于自然条件或人类活动的影响，而出现的一种地面变形现象。它是地面沉降、开裂发展的结果，其成因有：①开采或排除地下水；②地下爆破；③天然条件下地下水作用；④大气降水作用等。



地面塌陷发展阶段示意图
Ⅰ.自然平衡状态；Ⅱ.地下水位下降，洞口附近土体开始崩落，形成土洞；Ⅲ.地下水位继续下降，洞体向上扩展，开始产生地面沉降；Ⅳ.洞体最大应力环扩展至地面，形成开裂；Ⅴ.土体陷落，形成塌陷。
1.第四系土体；2.石灰岩；3.溶洞；4.地下水位；5.矿坑

【地面开裂】 surface fracturing　塌陷及沉降作用导致的地面裂隙。它涉及的范围广、数量多、分布形态有弧形、直线形、封闭圆形或同心圆形等。一般多出现在沉降区内或塌陷区周围。地面开裂的长度不等，长者达百余米。裂口宽1—30厘米，裂面倾角陡，一般倾向沉降或塌陷中心。开裂的两侧常有位移现象，靠近沉降或塌陷中心一侧的位移量较大。

【塌陷预测】 subsidence forecast　对可能发生塌陷的地区进行水文地质和工程地质调查，分析研究其中的异常现象，圈定危险区的工作。预测分二步进行：①根据地层岩性、地质构造、岩溶发育规律、地貌及水文地质条件的综合分析，划分塌陷区和稳定区，编制塌陷预测图；②根据排水过程中某些塌陷的前兆现象进行预测。由于后者产生时间很短，预报准确性较差，因此，必须重视前者的工作。

【地面沉降】 subsidence　大面积地面下沉。地壳运动、大量开采地下水或石油、地下固体矿床的挖空、地下洞穴的塌陷等，都可引起不同程度和范围的地面沉降。地面沉降可导致环境的变化，海水倒灌（沿海地带），甚至使整个城市下沉到海平面以下，对城市建设、工农业生产及人民生活都有很大影响。研究地面沉降首先要找出引起它的主要原因，有针对性地采取措施。

【岩溶工程地质勘察】 engineering geological investigation of karst 岩溶地区工程地质工作调查。其内容有工程地质测绘、勘探（物探、钻探、坑探等）和试验工作。调查工作区的地层、岩性、构造、岩溶发育特征及分布规律，以及地貌，新构造运动及地质发展史等。对工程建筑场地的稳定性做综合评价，如溶洞（室）的稳定性等。并最后提出相应勘察阶段的工程地质报告。

【地震工程地质】 seismic engineering geology 评价工程建筑地基区域稳定性的一个重要方面。研究重大工程附近的地震活动规律及其对建筑物的影响，选择较稳定的地段，以及在地震区的建筑如何采取抗震措施等工程地质工作。

【地震系数】 seismic coefficient 确定地震烈度的一个定量指标。即使地震烈度定量化，以适用于抗震强度验算、抗震试验和工程设计等。地震系数 K 为地震时地面最大加速度与重力加速度的比值。当地震时，假设建筑物为刚性体，并承受一个均匀不变的水平加速度，此时的地震力在物理意义上是建筑物自身的惯性力。设建筑物重量为 Q，作用在建筑物上的地震力为 P，则：

$$P = ma_{max}，\ P = \frac{a_{max}Q}{g}$$

式中：m 为质量；g 为重力加速度；a_{max}为地面最大加速度

令：

$$K = \frac{a_{max}}{g}$$

则：

$$P = K \cdot Q$$

【基本烈度】 basic intensity 在一定地点的一般场地条件下，在今后一段时期内（一般取 100 年），可能遭遇最大地震烈度。

【设计烈度】 design intensity 在工程设计中，根据安全和经济需要，加以调整的基本烈度。一般建筑物可采用基本烈度为设计烈度。如遇场地条件不良，或建筑物重要性（如水库大坝、原子能发电站），可以将场地基本烈度适当地提高作为设计烈度。

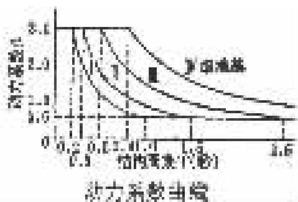
【动力系数】 dynamic coefficent 不同周期的单质点弹性结构，在水平方向地震作用下的最大加速度反应与地面最大加速度的比值，以 β 表示，则：

$$\beta = \frac{A}{a}$$

式中：A 为单质点弹性结构在地震作用下的最大加速度反应；a 为地面最大加速度；β 为一个无量纲参数，它与地基土的特性和建筑物结构的特点有关。动力系数 β 并非烈度的度量尺度，但它反映地面运动过程的特征，可作为烈度定量指标之一。

【动力系数曲线】 curve of dynamicoefficient 地震烈度定量指标之一。它是动力系

数 β 与地基土质条件和建筑物自振周期的相关曲线。无论计算水平或垂直方向的地震荷载，下图均适用。据此图，短周期（T < 0.3 秒）的刚性建筑物的 β 值，不受地基等级的影响，而长周期的柔性建筑物的 β 值，则随地基土等级级别的下降而增大。



【动力法】 dynamic test 利用震源在岩石（体）中产生弹性波，通过测定波在岩石（体）中的传播速度，按弹性理论公式计算的岩石弹性变形参数的方法。如地震法、声波法等。

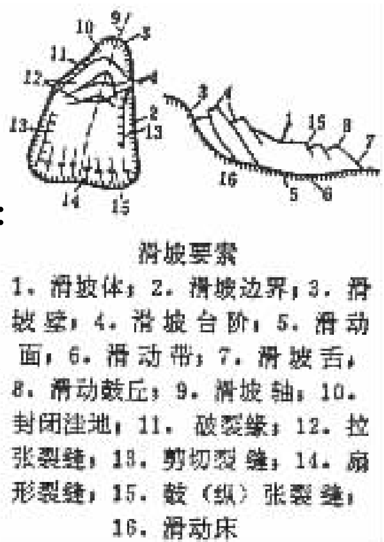
【砂基液化】 liquefaction of sand bed 砂质基础在地下水压力突然增加时产生流动的现象。疏松的砂性土（特别是粉细砂），经动载荷作用（地震、打桩、爆破、机械振动等）将趋于密实。如果砂性土被地下水饱和，这种趋于密实的作用将导致孔隙水压力的骤然上升（如在地震过程的短时间内），使原来通过砂颗粒接触点所传递的压力（称有效压力）减小，砂颗粒所受的荷载压力全部过渡为中性压力。这样，砂土结构便遭到破坏，当有效压力全部消失时，砂体达到液化状态。它能导致地裂缝、错位、滑坡、不均匀沉降等地基失稳现象。

【滑坡】 laudslide 土体或岩体在重力作用下整体顺坡下滑的现象或作用。在一定的自然条件下（地质结构、岩性、水文地质条件），斜坡岩土内存在有与斜坡临空面平行或接近平行的一定的软弱面（或剪切带），当斜坡外形改变时，在重力作用下，引起应力状态发生变化，或因水和其他物理、化学作用降低了软弱带的强度，或因振动等破坏了岩土的结构，使部份岩土失去稳定而沿软弱带作整体和长期地向下滑动。滑坡运动有时具有蠕动、压缩和滑动阶段，有时也表现急剧地向下滑动。滑坡常给道路、山区城镇、村庄带来灾难性的后果，是工程地质勘察的重要内容之一。

【滑坡要素】 landtslide factors 滑坡作用所形成的各种地貌形态等。一般包括：①滑坡体（滑坡的整个滑动部分）；②滑坡边界（滑坡体和周围不动体在平面上的分界线）；③滑坡壁（即破裂壁，滑坡体后缘和不动体脱开暴露在外面的分界面）；④滑坡台阶和滑坡埂（由于各段土体滑动速度的差异，在滑坡体上面形成台阶以及因台阶发生旋转倾斜形成的陡窄长埂）；⑤滑动面和滑坡床（滑坡体沿不动体下滑的分界面和滑动时下伏的不动体）；⑥滑动带（滑动面上部受揉皱和剪切破坏的带，厚数厘米至数米）；⑦滑坡舌（即滑坡头，滑坡体的前缘，形如舌状的部分）；⑧滑动鼓丘（滑坡体前缘因受阻力而隆起的小丘）；⑨滑坡轴（即主滑线，滑坡体滑动速度最快的纵向线，代表整个滑坡的滑动方向，一般位于推力最大，滑床凹槽最深，滑坡体最厚的纵断面上，在平面上可为直线或曲线）；⑩封闭洼地（滑动的滑坡体与滑坡壁间拉开成沟槽，当相邻土楔形成反坡地形时，即成四周高、中间低的封闭洼地）；⑪破裂缘（滑坡体在

坡顶开始破裂的地方）；⑫滑坡裂缝（按受力状态分成四种——拉张裂缝、剪切裂缝、鼓张裂缝、扇形裂缝）等。

【滑坡防治】　Landslide proteotion　在无法绕避滑坡地段或斜坡不稳定地段进行工程建设时，所采取的防治措施。其措施必须在详细调查分析和研究对比各种方案的基础上进行。调查的内容主要有滑坡地段的工程地质条件，诱发滑动的主要和次要因素等。防治方法有：①排水（拦截和旁引滑体以外的地表水，汇集和疏导滑体中的地下水）如图示排水系统结构；②改变斜坡力学平衡条件，如降低斜面坡度、坡顶减重回填于坡脚，必要时在坡趾修筑挡土墙和抗滑桩；③改变斜坡岩土性质，如灌浆、电渗排水、电化学加固、砂井和砂桩加固及焙烧加固、增加斜坡植被等。



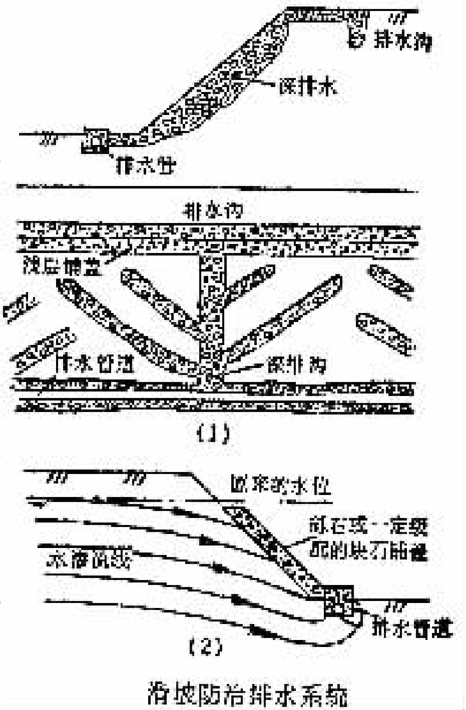
滑坡要素
1. 滑坡体；2. 滑坡边界；3. 滑坡壁；4. 滑坡台阶；5. 滑动面；6. 滑动带；7. 滑坡舌；8. 滑动鼓丘；9. 滑坡轴；10. 封闭洼地；11. 破裂缘；12. 拉张裂缝；13. 剪切裂缝；14. 扇形裂缝；15. 鼓（纵）张裂缝；16. 滑动床

【土压力】　earth pressure　土体作用于挡土结构物上的侧向压力。可分为主动土压力、被动土压力、静止土压力三种。

【静止土压力】　static earth pressure　土压力的一种。当挡土结构物在土压力作用下不发生位移时，其所受的土压力称为静止土压力。

【主动土压力】　active earth pressure　土压力的一种。当挡土结构物在土压力推动下，向外作微小的移动或偏转时，作用在挡土结构物上的土压力会随着结构物位移的加大而减小，直至土体达到极限平衡时土压力达最小值。这时挡土结构物所受的土压力称主动土压力。

【被动土压力】　passive earth pressure　土压力的一种。当挡土结构物在外力作用下，如拱桥边墩在桥拱的推力作用下，向土体一侧推移时，墩墙受的土压力会随着推移量的增大而增大，至墙后土体达到极限平衡时土压力达最大。这时墙后的土压力称被动土压力。



滑坡防治排水系统

【库伦土压力理论】 Coulomb's theory of earth pressure 计算挡土墙上土压力方法之一。由库伦在1773年提出。此理论假设挡土墙是刚性的，墙后填土为无粘性土。挡墙受主动土压力或被动土压力时，墙后土体均处于整体极限平衡状态，按刚体极限平衡条件算出主动土压力及被动土压力值。此方法常用来求主动土压力，而被动土压力用此法计算时误差过大，一般不采用。

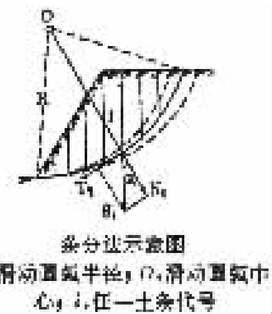
【条分法】 method of slices 又称瑞典法。是土坡稳定性计算的基本方法。此法是在计算地段选出若干个可能的圆弧形滑动面，分别计算沿这些面的抗滑稳定性系数（$K=\frac{抗滑力矩}{滑动力矩}$），以其中稳定性系数最小的一个滑动面作为最可能的滑动面，亦即用试算法找出最危险的滑动面。为了便于计算和使计算更精确，把可能的滑动土体按一定的宽度，沿铅直方向分成若干条（如图），由于对滑动土体进行了分条计算，故称“条分法”。

条分法公式：

$$K=\frac{\sum n_i f_i+\sum C_i L_i}{\sum T_i}$$

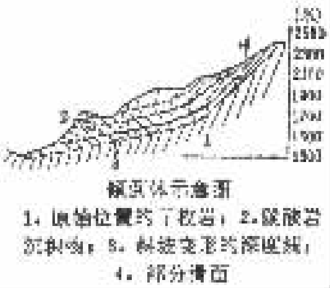
N_i 为 i 段滑体的正压力；T_i 为 i 段滑体之下滑力；L_i 为 i 段滑面长度；C_i、f_i 为 i 段的粘聚力和摩擦系数。

【倾倒体】 toppling mass 处于地面的塑性岩体的一种物理地质现象。即由塑性岩石（如千枚岩、云母片岩、绿泥石片岩等）组成的斜坡，在自重的作用下，或由于斜坡表面覆着缓慢移动的重物（如冰川），以及建筑工程开挖，地应力释放，沿软弱结构面发生岩层连续滑动所形成的岩体。倾倒体表部发生似褶皱现象，岩层倾向斜坡，并延长达一定深度，其岩石结构破碎、松散。在这样的地段建筑重大工程（如大型水坝，应把基础座落在正常产状的岩体上。

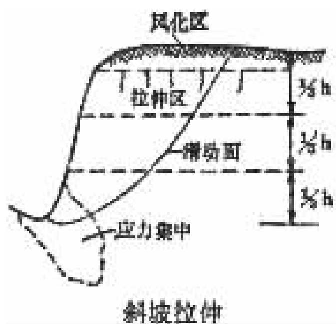


条分法示意图
R：滑动面弧半径；O：滑动面弧中心；i：任一土条代号

【斜坡拉伸区】 tensional zone 斜坡受力变动的范围。其受力状态可大致分三段，每段各占1/3，在风化表层以下为拉伸区，中间段为应力传导区，边坡底脚为应力集中区，后者应力约为均匀分布的3—5倍。斜坡破坏时，滑动面与斜坡面常相交于坡脚。如果坡脚下一定深度处有特殊软弱岩层，则边坡将同地层一起滑动，使地基遭到破坏。坡脚常是水流冲刷处，应特别注意保护。



倾倒体示意图
1．原始位置的千枚岩；2．破碎岩块堆积物；3．斜坡变形的深度线；4．部分滑面



斜坡拉伸

【斜坡蠕动】 slope creeping 由于蠕变引起的一种缓慢的，历时很长的斜坡变形现象。

【冻融滑塌】 cryoturbate ccllapse 土体或其它未固结岩土，在冰融活动下的一种物理地质现象。这是由于自然营力作用或人类活动，改变原有的自然条件，破坏斜坡地下冰层的热平衡状态，使冰层融化。岩土体在重力的作用下，沿着融冻界面而发生滑塌。这种滑塌现象，逐年不断向斜坡上方逆源发展。其发展速度每年可达数米至数十米，直到山顶或地下冰层消失为止。冻融滑塌与滑坡的区别是，厚度不大，呈牵引式逐渐滑塌，而不是大面积山体同时移动。

【滑移边界条件】 boundary condition of sliding 岩体滑动破坏时，必须具备的几何条件。即可能发生滑动的滑移面；将滑动岩体与周围岩体分离开的切割面以及滑动的自由空间或临空面。

【切割面】 cufting plane 将松动岩体与四周岩体分离开的各种结构面。根据与岩体滑动方向的关系，又可分为横向割面和纵向切割面。横向切割面走向近于垂直滑移方向，滑移时被拉开，纵向切割面走向近于平行滑动方向，倾角一般较陡，滑动时起侧向摩擦作用。

【临空面】 freeing surface 岩体滑动时自由空间的边界面，如斜坡的坡面，硐室的边墙、坝基下游河床面等。

【实体比例投影】 orthographic 用垂直投影的原理，按一定比例将各种形状的结构体的各个面的交线和交点按原位投影在水平面上，以反映结构体在平面上的形态的作图法。常用来分析岩体稳定性。

【抗滑桩】 anti – sliding piles 支挡已滑动或可能滑动的斜坡岩（土）体的桩。按所用材料可分木桩、钢管桩、钢板桩、钢筋混凝土桩等。在我国最常用者为钢筋混凝土桩，它具有经济、可能、施工安全等优点，是一种较为普遍采用的抗滑措施。

【预应力锚固】 pre – stressed anchorage 增加坝体或岩体稳定性的一种措施。其

方法是打钻孔穿过有可能滑动的或已经滑动过的滑动面，将钢筋（或钢索）的一端固定在孔底的稳定岩体中，再将钢筋（或钢索）拉紧以至能产生一定的回强力（即预应力），然后将钢筋（索）的另一端固定于岩体或坝体表面，利用钢筋的回弹力压紧可能滑动岩体或坝体，以增大滑动面上的抗剪强度，从而达到提高岩体或坝体稳定性的目的。

【水库区工程地质】 engineering geology of reservoir area 专门工程地质研究的一个方面。研究由于水库建设而出现的工程地质问题，如水库渗漏、固体径流（淤积）、坍岸、浸没、水库诱发地震等。

【坝基抗滑稳定】 antisliding stablity of dam foundation 对坝基抗滑程度的评价。坝体在水库上下游的水头差的作用下产生剪切滑动，主要形式有两种：即平面剪切（浅剪切）与深部剪切（深剪切）。多数情况，破坏稳定条件主要是由于建筑物沿着与地基接触处和软弱结构面发生剪切滑动。论证坝基抗滑稳定问题应注意：①坝基的软弱夹层的工程地质特征；②坝基岩体软弱结构面特征、发育程度及组合关系。对坝基抗滑稳定的定量分析，目前多采用极限平衡分析方法。

【坝基滑移】 dam foundation sliding 坝基抗滑稳定性受到破坏的现象。坝基滑移的形式有混凝土与岩石接触面上的滑移，或岩体内的滑移等，后者又分为浅部和深部滑移。混凝土和岩石接触面上的滑移，属平面滑移，主要受接触面抗剪强度的控制。岩体浅部滑移，虽然也可当做平面滑移考虑，但受岩体表层抗剪强度控制，一般在风化、断裂破碎或软弱岩层中出现，滑面常参差不齐。岩体深部滑移，除滑移控制面外，尚须考虑岩体四周切割面的作用，以及有无临空面等边界条件。对岩体滑移形式和边界形式分析研究，须考虑地下水对坝基的渗透变形，渗透压力及对软弱岩层和构造破碎带的软化、地震、滑坡及工程开挖中的卸荷作用，对具有多期构造运动史的地区，必须注意结构面的复合关系，研究结构面和构造岩的转化和改造等，方能对坝基岩体抗滑稳定的评价，作出符合实际的正确解释。

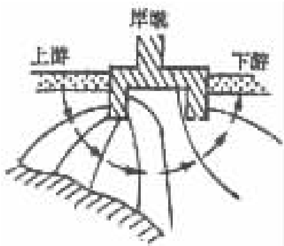
【表面滑动破坏】 rock surface sliding failure 坝基失稳形式之一，指坝体沿着其下岩体接触面发生的滑动失稳。

【浅部滑动破坏】 sliding failure in the shalcw zone of rock mass 坝基失稳形式之一，指坝体随同坝基浅部岩体发生滑动失稳。此种形式一般在风化或软弱岩体中出现，滑动面往往参差不齐。

【深部滑动破坏】 sliding failure in the deep zone of rock mass 坝体失稳形式之一，指坝体随同坝基深部岩体发生滑动失稳。滑动面多为岩体中缓倾角之软弱结构面。

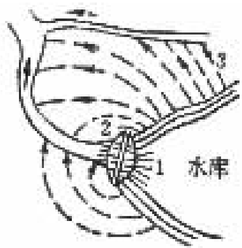
【坝基渗漏】　dam foundation leakage　又称坝下渗漏。水库蓄水后由于上、下游具水头差，使库水沿坝基岩石之孔隙、裂隙、溶洞、断层等处向下游渗失。多发生在未做防渗处理或防渗措施不当之处，坝基渗漏减低了水库的效益，增大坝下扬压力，可能导致坝基失稳。

【绕坝渗漏】　seepage around dam abutment　又称坝肩渗漏，指水库蓄水后，由于上下游具水头差，使水库沿坝两岸岩石之孔隙、裂隙、溶洞、断层等向坝下游绕渗。



绕坝渗流示意图

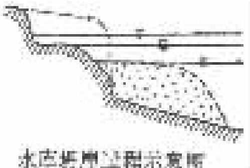
【水库渗漏】　seepage from reservoir　水库蓄水后，库水沿岩石的孔隙、裂隙、断层、溶洞等向库分水岭外的沟谷低地渗漏。水库渗漏减低了水库效益，有时并引起盐渍化、沼泽化等现象。



水库渗漏示意图
1.坝基渗流；2.坝肩渗流；3.库岸渗流

【水库浸没】　reservior immersion　水库蓄水后，库岸及外围地区地下水位随库水位升高而造成的一系列如土地盐渍化、沼泽化，矿坑涌水量增大，建筑地基失稳等现象。

【水库坍岸】　bank ruin of reservoir　又称水库边岸再造。水库蓄水后，由于库区自然条件的改变而引起水库边岸破坏的现象。



水库坍岸过程示意图

【水库淤积】　silting of reservoir　水库蓄水后，河流上游携带的泥沙因库内水流速度变慢而沉积，库岸坍塌的物质也填入库中，致使水库容积越来越小的现象。

【固体径流】　solid runoff　携带大量泥沙碎石的水流。在河流坡降大的河谷及水流切割强烈的厚层松散土分布地区（如黄土地区），易形成固体径流。在水库两岸的河谷，尤其是风化强烈，松散堆积物发育的地段，在暴雨的冲刷作用下，大量泥沙碎石被带入库区，使水库淤积。要减少固体径流就必须在库区范围内进行水土保持，植树造林等。

【渗透压力】　seepage presure　又称动水压力。指在水流方向上水对单位体积土的

力。单位为公斤/厘米^3 或帕/米，渗透力对土、岩体稳定的影响是随水流方向不同而异，如坝基下当渗流方向与重力一致时，渗透力能增加土体稳定，如与重力方向相反，则将减小颗粒间压力，对土体稳定不利。

【渗透变形】 infiltrational deformation 土体（或岩体）在渗透水流作用下产生的变形和破坏现象。渗透变形有以下几种形式：①机械管涌和化学管涌；②流土；③接触冲刷。渗透变形的结果，可造成地下空洞、地表下陷、地基强度降低、建筑不均匀沉陷等不良现象，对工程建筑威胁较大。

【管涌】 piping 又称潜蚀。地下水在土层中的渗滤侵蚀作用。这是由于在某些土层，存在可以使溶解的物质或颗粒状物质通过的细小洞穴、管道等缘故。特别是在产生渗漏的坝基下，地下水沿小洞穴、管道等渗流，并带走坝基的土壤物质，危及坝体安全。管涌又分为机械管涌和化学管涌两种。

【机械管涌】 mechanical piping 管涌的一种。是在地下水渗透力作用下，岩石或土的颗粒从土壤中的细小管道、洞穴带走的现象。

【化学管涌】 chemical piping 管涌的一种，是水流从岩土中溶滤并带走可溶盐类，削弱岩石内部联结，使岩土松散的现象。化学管涌常为机械管涌创造了流通条件。

【管涌临界坡降】 critical hydraulic gradient of piping 导致发生管涌的最小的水力坡降。

【流砂】 quicksand 土在渗透水流作用下产生的流动现象。通常是由于工程活动引起，多发生在粉细砂、轻亚粘土中，形成流沙的原因有：①由于水力坡度较大，流速大，冲动细颗粒使之悬浮而成（假流沙或渗透流沙）；②由于土粒周围附着亲水胶体颗粒，饱水时胶体颗粒膨胀，在渗透水作用下悬浮流动（真流沙）。

【流土】 shifting soil 大块的土体在向上渗透力作用下，漂浮而流失的现象。

【接触冲刷】 contact washing 在水流沿细粒土层与颗粒粗得多的土层接触面流动时，细粒土被冲入粗颗粒土的孔隙中，从而使细粒土层被掏空的现象。

【振动液化】 liquefaction by shaking 饱水砂土（一般是松砂）在振动作用下，结构被破坏，体积突然缩小，孔隙中水产生过大动水压力，使土粒悬浮和流动的现象。

【灌浆试验】 test－grouting 胶结岩体的一种试验。为了解岩体进行灌浆处理的可能性和取得有关技术经济指标，在拟定地段选择适当的地点进行灌浆试验。

【固结灌浆】 consolidation grouting 在重型建筑物下用浅孔向地基岩体灌注水泥浆，以固结岩体和强化软弱带的工作。固结灌浆可以达到提高岩体的承载能力和变形模量，减低基础各向异性程度的目的。

【帷幕灌浆】 curtain－grouting 在坝基、坝肩用一排或几排较深的钻孔进行的灌浆。目的是使之形成帷幕以减少坝下和绕坝渗漏。

【接触灌浆】 contact grouting 又称回填灌浆或隧洞周围的灌浆。是为了增强建筑物与地基间的连接以提高建筑物与地基间的抗剪强度，或充填隧洞衬砌与围岩间的空隙，以增强衬砌的强度和防渗能力而进行的灌浆。

【混凝土防渗墙】 concrete cut－oif wall 防止或减少坝下渗漏的措施之一。与帷幕灌浆意义相同，是在链环状套接的成排的大口径钻孔所构成的深槽中，浇入混凝土而构成的混凝土墙。其深度一般应达到下伏隔水层。在砂砾石坝基中其防渗效果较好。

【防渗铺盖】 impervious blanket 防渗措施之一。用防渗材料（粘土、混凝土等）覆盖水库或渠道中可能渗漏的地段以防止渗漏。若用粘土铺盖时，粘土层厚度应大于H/10（H为设计水头）。

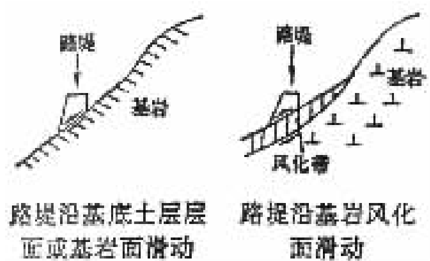
【反滤层】 filter layer 防止土石渗透变形的一种结构，用选好的几种粗细不同的且粒径之间的比值在一定范围内的砂砾，由细到粗分层填筑，允许渗透水流顺利通过，但不允许土粒通过，以防止建筑物受到破坏。

【喷锚支护】 spouting conorete anchorage wall rock 应用于地下工程中的一种支护结构。即在0工程开挖后及时喷射加速凝剂的混凝土，使之与围岩紧密粘结，并充填洞壁的裂隙、孔穴，用锚杆把危险岩（不稳定的岩块）与稳定的围岩联结起来，使洞壁围岩形成一整体，起到支护作用。实际工作中，可根据具体情况采用不同的喷锚方式，如单一锚固，或单一喷浆或挂网喷浆等。

【路基工程地质勘察】 roadbed engineering－geological iuvestigation 路基建设中的专门工程地质勘察工作。即铁路、公路等线路的工程地质勘察。其重点勘察内容有：①路堑边坡变形及边坡值的确定；②路堤基底的地质结构及稳定性；③选择填料和确定取土位置；④路基的水文地质条件，提出排水措施；⑤一些物理地质作用对路基的影响等。

【路堑边坡变形】 cutting slope deformation 路基边坡的破坏现象。由于边坡的岩性、地层、地质构造、土体结构的差异，以及地表水和地下水的影响条件不同，边坡变形也因地而异。常见的变形现象有剥落、滑坡、错落及坍塌等。

【路基基底变形】 roadbed base deformation 路基失稳的一种现象。大多数是填方路堤基底因承受巨大填方土压力及车辆运营过程中的动荷载，而产生的变形现象。大致有三种：①基底土的不均匀沉陷；②基底土层剪切滑移变形；③沿基底软弱层滑动；④振动液化或冻融作用产生的路基翻浆。



路堤沿基底土层层面或基岩面滑动　路堤沿基岩风化面滑动

【路堤滑移】　road embankment sliding　路堤沿土层层面或基岩层面，以及陡坡坡面产生的整体滑动。常发生在陡坡上人工堆筑的路堤与基岩面接触部位。陡坡上常发育有残积、坡积或其他成因的土层，岩性不均一，厚度不等。在这类地层上建筑路堤，由于地表水的浸润及地表荷载的增加，常产生沿路堤基底面，或连同整个盖层沿下伏基岩面或破碎带产生滑动，破坏路堤的现象。

【路基沉陷】　subsidence of roadbed　建筑在淤泥、泥炭、大于塑限的粘土、亚枯土、轻亚粘土等土质上的路基破坏现象。这是由于这些土壤塑性大、透水性弱、强度低，在路基及动荷载的压力下，便会产生不均匀沉降和滑动破坏等工程地质问题。

【边坡值】　slope value　是评价边坡稳定性的综合性指标。它反映了坡高与坡度的函数关系。确定边坡值有计算法和工程地质比拟法。计算法多应用于土坡的设计，而非均质的岩石边坡的理论，在计算上尚处于探索阶段；比拟法仍停留在定性分析阶段。一般都同时采用两种方法确定边坡值。

【道路冻害】　road frost damage　由冻结与融化作用引起的道路变形。它包括冻结作用引起的道路冻胀和融化作用引起的路基翻浆，多发生在季节冻土区。道路冻害的程度与路基土质有很大关系，沙土的冻胀值很小，一般不发生冻害，砂质粘土，粘质砂土的冻胀值较大，粘土质土的冻胀性最大，最易发生冻害。通过采用换土、排水、提高路基、筑隔热层等工程措施可防治道路冻害。

【道路冻胀】　road frost heaving　因路面地下永的冻结和冰体的增长所导致的不均匀路面隆起。由于路基土质不均，而含水量也不同，在寒冷地带残冬季，易于发生不均匀冻结作用。随着冻结深度的不断增长，邻近地区及路基的水份向冻结部位迁移，在路基中形成冰体而使道路隆起。冻胀对道路的破坏作用较大。

【道路翻浆】　frost boil　道路冻害的一种物理地质现象。冻胀的道路在春暖化冻时，路基中的冰体在融化过程中，上部已融化的水被下部未融化的冻土所阻，不能下渗，使路基土处于饱水状态，承载力显著降低。在车轮碾压下，路面下沉，饱水泥浆从路面裂缝中挤出，造成翻浆，给公路交通带来危害。

【地下建筑工程地质】　engineering geology of underground structure　工程地质学的

一个方面。它研究地下工程与地质环境相互作用，即研究地下建筑地区工程地质条件；预测地下建筑在施工及使用过程中的工程地质问题，如围岩变形、失稳、隧洞涌水、有害气体的产生等；观测施工及使用过程中各种工程地质现象，从而为制定安全而经济的建筑物配置方案、断面设计方案、施工方案及处理各种不良工程地质作用的方案提供依据。

【隧道工程地质勘察】　tunnel engineering geological investigation，　为隧道工程的设计、施工等进行的专门工程地质调查工作。勘察一般分为初步勘察阶段和定测阶段。初勘阶段主要是调查选线地段的地形、地质构造、岩性、断层、风化破碎带等地质地貌条件。定测阶段是解决设计施工中的具体工程地质问题，主要工作有：①绘制硐身地质纵剖面图；确定隧道开挖后将遇到的岩层，特别是软弱岩层的具体位置、性质和宽度，确定围岩不同的稳定性地段和地下水及有害气体的涌出地段等；②根据岩体稳定程度及其他工程地质条件，提出掘进方式的建议等。

【围岩】　surrounding rocks　工程地质学中是指地下硐室周围，由于地下局部开挖而引起变形及应力重新分布的一定范围内的岩体。或指硐室周围对其稳定性能产生影响的岩体。

【围岩稳定性】　stability of surrounding rocks　影响围岩的稳定各种物性参数。对围岩稳定性的评价是工程设计和计算支护结构的主要依据。影响围岩稳定性的因素有：围岩的完整性、围岩岩体强度、均质岩体或非均质岩体以及地下水的影响等。

【隧洞围岩质量指标】　tunnel rock quality index　也称岩体质量指标。它是挪威学者 N. 巴顿（Bartcn）等为进行隧洞围岩分类所提出的指标，其计算式为：

$$Q = \left(\frac{RQD}{Jn}\right) \cdot \left(\frac{Jr}{Ja}\right) \cdot \left(\frac{Jw}{SRF}\right),$$

式中：Q 为隧洞围岩质量指标；RQD 为岩石质量指标；Jn 为裂隙结构值；Jr 为裂隙糙度值；Ja 为裂隙变异值；Jw 为裂隙水折减系数；SRF 为应力折减系数。隧洞围岩质量指标的范围通常为 0.01—1000。巴顿等根据自然界岩体的 Q 值，将岩体划分为若干类型，对所划分出的每一类型岩体提出了相应的施工方法和衬砌类型。

【裂隙变异值】　joint alteration number　也称节理蚀变系数，是决定隧洞围岩质量指标的因素之一，它综合表示裂隙面的风化变异情况、被其它物质敷盖的情况、填充情况等。其值介于 0.75 至 20 之间。

【裂隙结构值】　joint structure number　也称节理组数，隧洞围岩质量指标的因素之一，它表示岩体中裂隙组和随机裂隙的多少，其值由基本无裂隙的完整岩体为 0.5 至碎裂岩体或土状岩体为 20。

【裂隙水析减系数】 ffssure water reduction factor **隧洞围岩质量指标的因素之一，它表示水使岩体强度降低的情况。其值介于** 1. 0—0. 05。

【应力析减系数】 stress reduction factor **隧洞围岩质量指标的因素之一，它表示在地下开挖中岩体可能对衬砌施加压力的能力，其数值范围为** 1—2。

【裂隙粗糙度】 joiot roughnessnumber **也称节理粗糙系数，隧洞围岩质量指标的因素之一，它表示裂隙面的光糙程度，其值由不连续的粗糙裂隙为** 4 **至光滑、平直裂隙为** 0. 5。

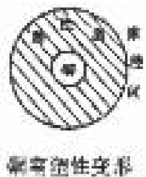
【岩爆】 rock burst **深部岩体在高围压作用下变形所积聚的大量弹性能，在人工开挖时，会急速释放出来，造成岩石突然爆裂，发出较大声响，并有岩块射出。这种现象称岩爆。岩爆多发生在较深的坚硬完整的岩体中。**

【硐脸边坡稳定】 slope of tunnel entrance stability **硐口的边坡和仰坡的稳定性。仰坡与一般边坡不同，其基座中间被横向掏空，上部岩体所处应力状态较复杂。因此，在一般边坡容易发生变形地段，仰坡更容易发生变形。为防治边坡、仰坡变形，应详细查明硐口区的地质条件、岩石风化程度、斜坡覆盖层厚度、有无古滑坡和坍塌等影响稳定性的因素。**

【山岩压力】 rock pressure **又称围岩压力。指硐室围岩对硐室支护结构的压力。单位为公斤/厘米^2 或（帕）。**

【弹塑性理论法】 rock pressure calculations by means of the elasto－plastic theory **山岩压力的一种计算方法。若开挖地下硐室后所产生的围岩应力重新分布超过了岩石的弹性极限，而未达到岩石的极限强度，岩石将产生塑性变形，在硐室周围形成塑性变形区（如图）。围岩的塑性变形对衬砌产生的压力即为山岩压力，这种山岩压力的计算仅采用弹性理论已不适用，必须采用塑性理论，利用弹性区和塑性区边界上弹性、塑性理论都适用的条件，推导出此种情况下的计算“山岩压力”的公式，故称弹塑性理论法。**

【内水压力】 internal water pressure **输水隧洞内的水对隧洞衬砌的压力。以单位面积衬砌上所受水压力大小表示，单位用（吨/米^2）或（帕）。**


硐室塑性变形

【外水压力】 external water pressure **地下硐室外地下水作用在硐室衬砌上的压力，单位用（吨/米^2）或（帕）。**

【底板隆起】 bottom heaving **又称底凸或底鼓。一种硐室围岩变形失稳现象。在天然岩土体中开挖硐室。应力场重新分布而使硐室附近围岩应力集中，如岩性较软弱，围岩将发生过大的变形和失稳，硐室底板围岩发生向上隆起的现象。底板隆起多发生在软弱岩石中。**

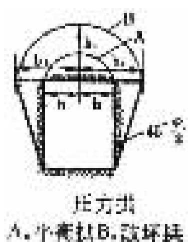
【突水】　gush – out water from country rocks　**又称灾害性涌水。在硐室、巷道施工过程中，穿过溶洞发育的地段，尤其是遇到地下暗河系统，厚层含水砂砾石层，及与地表水连通的较大断裂破碎带等所发生的突然大量涌水现象。突水对地下工程的施工危害极大。**

【塌落拱】　collapse arch　**坑硐顶部围岩失去平衡所形成的拱形塌落圈。拱圈内塌落岩体的重量等于作用于人工衬砌工程之上的山岩压力。塌落拱可分为自然拱和压力拱。松软岩石生成的压力拱为抛物线形。**

【塑性涌出】　gushout of plastic materials　**饱水断层带内的松散破碎物质，在压力作用下呈塑性泥石混合体或泥浆状态突然涌入施工隧硐的现象。塑性涌出有时甚至可以堵塞坑道，严重影响施工。**

【塑性挤出】　squeeze of plagtic materials　**当围岩应力超过塑性围岩的屈服强度时，软弱的塑性物质沿最大应力梯度方向，向自由空间挤出的现象。一般情况下，塑性挤出主要发生在固结较弱的泥岩、粘土岩及页岩、千枚岩中的挤压剪切破碎带。**

【普氏山压理论】　Protodyakonov ’ s rock pressure theory　**山岩压力的一种计算方法。**1970 **年普罗托季雅柯洛夫提出。他假定岩体为不具内聚力的松散体，硐室开挖之后就会形成如下图所示的压力拱，压力拱以上的岩体不受扰动，而压力拱以下的岩体则将松动，以致塌落。松动岩体作用于衬砌上的力即为山岩压力。其中侧压按朗金土压计算，顶压则需计算压拱下塌落岩体的重量。**



压力拱

【坚固性系数】　Protodyakonov ’ s coefficient　**又称普氏系数，根据普氏山压理论，如果压力拱高为** h_1**，则：**

$$b = fh_1$$

式中：b **为压力拱套之半；**f **为坚固性系数。对于不同的岩土，**f **值不同。当正压力为** ∂**，岩石摩擦系数为** $tg\phi$**，粘聚力为** c**，岩土抗压强度为** R **时，对松散土：**$f = tg\phi$**，粘性土：**$f = (6tg\phi + c) / \partial$**，坚硬岩石：**$f = R/100$**。**

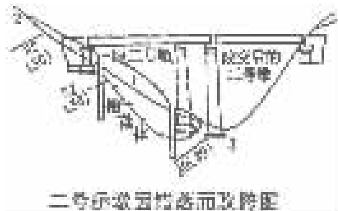
【松动圈】　relaxation zone of country rocks　**又称松动带，指硐室周围岩体发生破坏、松动、弱化或塑性变形的范围。它是由于开挖硐室引起洞壁应力集中所产生的。**

【岩石抗力】 resistance of rocks　地下硐室中，衬砌由于受内水压力或其他原因而向外对岩体挤压时，围岩所表现出的抵抗变形的能力。其大小可用岩石抗力系数表示。岩石越完整坚硬，其抗力越大。

【岩石抗力系数】 coefficient of rock resistance　又称弹性抗力系数，指使围岩产生单位长度的径向位移（向围岩内方向）所需单位面积上的径向压力。以 k 表示。即 $k = p/u$，p 为作用在单位面积衬砌上的径向力；u 为围岩表面径向位移（帕/米）。生产上常采用单位弹性抗力系数 k_0。其值为 $k_0 = k/r$，r 为硐室半径。

【桥梁工程地质勘察】 engineering geological investigation of bridge　为桥梁工程有关设计、施工所进行的工程地质勘察工作。主要查明墩、台地基岩土的工程地质特点，确定墩、台地基岩土的承载力、查清桥址地区的不良物理地质现象和水文地质条件等。

【墩台地基稳定性】 ground stability of pier and platform　座落在岩土上的墩、台基底的安全程度。如墩、台基底设置在沟谷河床、阶地、古河湾及被坡积物覆盖的古滑坡（错落）体等处时，应研究可能发生沉陷、倾斜和滑动等失稳现象，需采取必要的防治措施，如将沉井基础加深、穿过软弱层、垫块或改变墩、台地基位置等。



【城市工程地质】 city engineering geology　工程地质的一个分支。为大城市规划、高层建筑、地下建筑、工业与民用建筑进行的工程地质勘察工作。环境水文地质及环境工程地质的研究、评价和预测工作也是城市工程地质工作的组成部分。

【人工土质改良】 artificial improvement of soil　用人工的方法改变土的不良工程地质性质，以满足工程建筑的要求。人工土质改良的方法很多，如重锤夯实法、强力夯实法、预压加固法、深层挤密法、深层振密法、灌浆法、旋喷法、电化学法、冻结法等。必须结合建筑物和地基的条件选用。

【地基】 ground　承受建筑物荷载或受其影响改变了原来应力状态的一定范围内的土（岩）体。地基地质条件的好坏，对建筑影响很大。

【天然地基】 natural ground　由天然土（岩）体承受建筑物荷重的地基。

【人工地基】 artificial ground　当天然土（岩）体作为建筑物地基不能满足为确保建筑物稳定和正常使用的要求时，时常需要对其加以人工改良，改良后的地基称为人工地基。例如桩基、沙垫地基等等。

【基础】 foundation 建筑物的一个组成部分，位于建筑物下部，通常埋设在地面以下。它的作用是承受并把建筑物的重量和作用在建筑物上的所有荷重，传递到地基上去。

【自重应力】 self – weight stress 土（岩）体中由于其自身重量所引起的应力。土（岩）中任一点垂直方向自重应力大小，等于这一点以上单位面积土（岩）柱的重量，即土（岩）的容重与这一点深度的乘积。在计算地基变形及强度、斜坡稳定性及土压力时，应首先求得土（岩）的自重应力。

【附加应力】 additional stress 建筑物荷重在地基中引起的应力。地基中的附加应力能使地基土层发生压缩，从而引起建筑物沉陷，也能使地基土（岩）发生局部剪切甚至使地基滑动失稳。在工程设计时，必须计算地基中附加应力的大小。

【基底应力】 contact stress 又称基底接触应力，是基础与地基接触面上的应力。垂直方向的称基底压力 p_0（公斤/厘米^2）。基底应力的分布情况与上部建筑结构、基础的刚度、大小形状以及地基岩性等因素有关。

【基底附加应力】 additional contact stress 因建筑荷重在基础与地基接触面上所增加的应力（公斤/厘米^2）。其大小等于基底压力减去基础砌置深度处土的自重。即：

$$p_c = p_0 - \gamma h,$$

式中：p_0 为基底压力；p_c 为基底附加应力；h 为基础砌置深度；γ 为土的容重。

【有效压力】 effective stress 又称有效应力，系土骨架所承担的压力。有效压力使土颗粒彼此靠拢，导致土的压缩并提高土的抗剪强度。它是土中两种压力形态之一。

【地基沉降】 settlement of ground 地基土层在附加应力作用下压密而引起的地基表面下沉，有人也称地基沉陷。过大的地基沉降，特别是不均匀沉降，会使建筑物发生倾斜、开裂以至不能使用。因此，在施工前应通过勘探试验工作了解地基土的压缩性，进行沉降计算。对高压缩性地基，应采取适当措施以保证筑物安全。

【单位沉降量】 unit settlement 又称单位压缩量，是土样在侧向不可膨胀条件下受压时，某一荷重下试样变形稳定后的总变形量与试样的初始高度之比，以 S 示。

【压缩层深度】 compressive layer depth 地基在某一深度以下，由于附加压力所引起的土层压缩量对建筑物已无实际意义，因此，计算基础沉降量时只需考虑这一深度以上土层的压缩量，这一深度即为压缩层深度（即下限）。

【地基回弹】 rebound of subgrade 地基由于开挖基坑卸荷或在水的饱和下发生膨胀的现象。以软土和膨胀土地基表现最明显。

【分层总和法】 calculation by means of summation of layer ' s settlement **是计算地基沉降量的基本方法之一。方法认为建筑物沉降是由于地基土的压缩变形引起，同时地基变形是有一定深度范围的，因此，可将不同性质土层的厚度分成若干均质小层，按无侧向膨胀的条件计算各小层的压缩量，最后将一定深度范围内务小层的压缩量总和起来即得地基的总沉降。**

【地基强度】 ground strength **建筑物地基在荷重作用下，抵抗破坏的能力。它一方面与岩性等地质条件有关，另一方面和上部荷重的类型有关。地基强度可通过现场试验和计算等方法来确定。**

【极限荷载】 ultimate loadiug **整个地基处于极限平衡状态时所承受的荷载。设计时绝不允许建筑物荷重达到极限荷载的数值。地基极限荷载不是一个固定值，它除了与土的性质有关外，还与建筑物基础形状、宽度及埋置深度等因素有关。可通过荷载试验及各种土力学公式计算求得。**

【地基容许承载力】 bearing capacity limit of ground **在保证地基稳定的条件下，建筑物的沉降量木超过容许值的地基承载能力。**

【天然地基刚度系数】 coefficient of ground stiffness **进行动力机器基础设计时，用来表征天然地基弹性变形特性的指标。按受力情况不同，分抗压刚度系数，抗弯刚度系数，抗剪刚度系数和抗扭刚度系数。**

【抗压刚度系数】 coefficient of compressive stiffness **又称弹性均匀压缩系数。即在垂直荷载作用下，当压力与地基土的垂向变位呈直线关系时，单位面积地基产生单位均匀压缩所需的垂直荷载。表达式为：**

$$C_z = \frac{P_z}{Z}$$

式中：C_z **为地基抗压刚度系数（吨/米³）；**P_z **（为作用在地基上的垂直压力（吨/米²）；**z **为由垂直荷载引起的地基弹性变形（米）。**

【抗弯刚度系数】 coefficient of bending stiffness **又称弹性非均压系数。当基础受力矩作用时，地基表面压力是非均匀分布的，当基底各点压力与相应点土的变形呈线性关系时，地基呈弹性非均匀压缩变形，把单位面积地基土产生的单位弹性压缩变形所需的荷载，称地基抗弯刚度系数。表达式为：**

$$C\phi = \frac{P_z}{\zeta\phi}$$

式中，$C\phi$ **为地基抗弯刚度系数（吨/米³）；**P_z **为基础垂向转动角为** ϕ**，距转动中心距离为** ξ **处压力（吨/米²）。**

【抗剪刚度系数】 coefticient of shearing stiffness **又称弹性均匀剪切系数。当沿基础底面受有限水平力作用，地基基础产生相应弹性水平变位。单位面积地基产生弹性水**

平变位所需的水平力，称地基抗剪刚度系数。表达式为：

$$C_x = \frac{P_x}{U_x}$$

式中：C_x 为地基抗剪刚度系数（吨/米^3）；P_x 为沿基础底面作用单位面积上均匀水平力（吨/米^2）；U_x 为由 P_x 引起的弹性水平变位。

【抗扭刚度系数】　coefficient of torsional stiffness　又称弹性扭转系数，基础受到使其发生绕垂直轴转动的力矩而产生绕垂直轴的转动时，基础底面各点产生的弹性剪切变位，随距转动轴远近而异。但基础底面任一点单位面积上作用力，与相应剪切变位呈直线关系。单位面积地基产生相应的单位弹性剪切变位所需的作用力，称地基抗扭刚度系数。表达式为：

$$C\phi = \frac{P\phi}{\rho\phi}$$

式中，C_ϕ 为地基抗扭度系数刚（吨/米^3）；P_ϕ 为作用基础底面，距离垂直轴为 ρ 点处的单位面积上作用力（吨/米^2）；ψ 为基础底面绕垂直轴的扭转角。

【阻尼比】　damping ratio　在振动力作用下，由于土的阻尼作用（土粒间内摩擦、粘滞作用、基础与土间摩擦作用等）使振动能量不断散失。在动力机器基础计算时，阻尼作用大小以阻尼力表示。阻尼力与土振动速度 dz/dt 成直线关系，它等于 Cc · dz/dt。系数 C_c 即是阻尼系数，它的大小与土的类型和状态等有关。当 $Cc = 2\sqrt{km}$时，称为临界阻尼系数（m 为基础质量；h 为地基刚度）。阻尼比是指土的阻尼系数与临界阻尼系数之比，即 D = Cc/Cv。它是直接用于振动计算中表征中的阻尼作用的指标。D 值愈大阻作用愈强。

【重锤夯实法】　compacting with hammer　压实表层土的一种方法。此法用起重机械将重锤提高到一定高度，自由下落冲击土层，重复夯打击实，使表层土受到压密，降低土的压缩性和透水性，提高地基土的承载力。

【强力夯实法】　dynamic compacting　简称强夯法。是由重锤夯实法发展起来的一项新技术。它是将很重的夯锤（一般为 8—30 吨），起吊很高的位置（一般为 8—30 米）后自由落下，对地基土强力冲击，致使土体暂时液化，引起瞬时较大沉降，使土体密实。

【预压加固法】　pre－pressure compacting　在建筑物施工前，用一定荷重对地基土进行预压，使土压密，提高地基土的强度，减少建筑物建成后的沉降量的一种方法。为了缩短预压时间，常在地基中设砂井，加速排水固结。

【深层挤密法】　deep compacting　处理深层软土的一种方法。此法先往土层中打入桩管成孔，再向孔中填入砂或其他材料（砾石、石灰、灰土、土）加以捣实成桩体。这样就挤密了桩周围的松散土层，使桩体和挤密后的土共同组成基础下的持力层，从而提高地基的强度和减小地基变形。

【深层振密法】 compacting by vibrating 用振动的方法使厚层或深度松散沙土密实，以提高土的承载力。常用的有水力振密法和爆炸振密法两种。水力振密是用插入饱和砂中的电动振动器使沙振密。爆炸振密是在钻孔中放置炸药爆炸使饱水松砂振密。

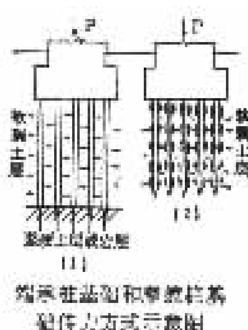
【灌浆法】 grouting 又称灌注法，是通过钻孔或打入土中的注浆管，用压力把胶结材料浆液灌进土中并凝固，把土粒胶结起来，从而提高土的强度或降低透水性，目前浆液种类有水泥、粘土、沥青、水玻璃、氧化钙、纸浆废液、丙烯酰铵等。

【旋喷法】 rotating spouting method 目前发展较快的一种地基加固法。它是用高压泵把浆液（如水泥浆、水玻璃等）通过置于土中特殊的喷咀高速喷出射入土中，喷咀边喷边旋转，强制液浆与土均匀混合，凝固后形或圆柱形桩体。

【电化学法】 electrochemlcal method 根据粘性土在通电时具电动现象的原理而拟定的方法。在粘性土中插上电极并通直流电，土中产生电渗和电泳现象，土中的水向电极移动聚集后用专门排水设备将水排掉，降低了土的含水量。同时，电极的铁或铝离子被分离出来后与土中低价离子交换，使水膜变薄，这样，就提高了土的强度和抗水性，减低压缩性。这种方法称为电渗排水法。此外，可借通电后电渗作用把硅酸钠等溶液渗透到极小孔隙中，使土胶结得更好，这种方法称电动硅化法。

【冻结法】 freezing method 在基坑施工过程中，用人工方法使饱水土冻结以阻止水、土流动的暂时性方法。它是通过钻孔向饱水土中压入循环冷却溶液，使饱水土冻结成冻土柱，多个冻土柱相连成墙，从而阻止地下永或流沙涌入基坑以保证施工顺利进行。此法加固流砂效果较好。

【桩基法】 pillar foundation 一种深基础，适用于浅基础沉降量过大，或地基稳定性不能满足建筑物要求的软弱天然地基中。通常由木材、钢筋混凝土或钢材制成的一定形状的桩柱组成，用机器设备打入，压入或旋入土中。按桩的传力及作用性质可分为端承桩和摩擦桩两类。端承桩主要靠深部较坚硬的土层或岩层来承受建筑物的荷载（图 1）；摩擦桩则主要靠桩柱周面与土层之间的摩擦力来承受（图 2）。



【受压层】 compressed layer 也称持力层。在基底一定深度以下，地基中附加压

力虽在理论上并不等于零，但它对地基的压缩影响不明显，在计算沉降时可略去。实际上只是在基础底面下一定范围内所产生的附加应力才引起土层的压缩，这个范围就是受压层。

海洋地质学

总　　论

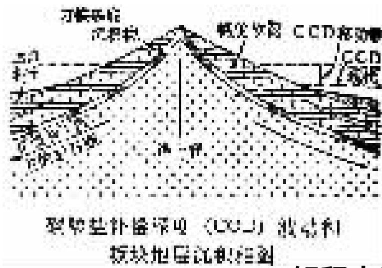
【海洋地质学】 marine geology，submarine geology，geological oceanography　**又称地质海洋学、海底地质学。地质学的一门分支，是研究被海水覆盖的那部分地壳，包括海床、洋底及海岸的地貌、海底表层沉积物、岩石地质构造、地质历史以及各种海洋地质作用和海底矿产的科学。海洋占地球总面积** 70.8% **，并有丰富的自然资源。因此，海洋地质学在国民经济和地质科学中均占有重要的地位，是探讨地球的发生、发展、物质组成、结构，构造的重要领域。近年来，许多国家从地球物理、构造地质、地貌、地层及沉积学、地球化学等方面，广泛开展海洋调查及研究工作。由于采用了现代科学技术成果，譬如航磁、海洋重磁、遥感、深潜、深海钻探、深海电视和照像、水声、激光及计算机等技术，为地质科学提供了丰富的资料，随之出现了“海底扩张”，“板块构造”，及“古海洋学”等新的地质理论。我国海洋地质调查研究工作在解放后有了飞跃的发展，为港口建设、水下工程设置、国防、航海、渔业以及海底矿产资源调查等，提供了大量资料。**

【古海洋学】 paleo – oceauography　**又称历史海洋学，是研究地质时期的海洋环境状态和演化的一门科学，它是地球科学的一个新领域。古海洋学与现代海洋学不同，它主要通过分析研究海洋环境下生成的沉积物和岩石，结合现代海洋学的知识来塑造地质时期的海陆分布、海底地形、海水物理化学性质、海水运动、生物及气候演化，进而建立古海洋环境模式，为发展地学理论和预测海洋环境，气候和生物演化提供理论基础。古海洋学的研究过程，一般首先从地球化学，古生物学和沉积学方面分析研究海底新老沉积物样品；第二是把上述分析结果转换成水深、温度、盐度、生物生产率、海流、潮汐等海洋环境参数；第三是根据这些参数和其他定性分析资料结合现代海洋学理论，建立全球性海洋环境模式；第四是在此基础上创立古海洋学理论并加以应用和检验。古海洋学是** 1968 **年开始深海钻探计划以来从海底大量获取沉积物样品后，得以迅速发展起来的。它的研究内容、手段及理论，正日趋完善中。**

【海洋地层学】 oceanic stratigraphy　**海洋地质学的一个分支，是研究海底沉积地层**

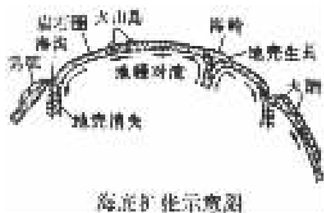
的成因、形态特征、地理分布、时代顺序及演化、分类等的一个学科。除采用普通地层学方法外，海洋地层学中特别注重采用生物地层学、年代地层学、古地磁地层学以及岩性地层学来研究和对比海底地层顺序。生物地层学中常用的化石是有孔虫、硅藻、放射虫、孢子花粉以及超微化石；年代地层学中利用钾－氩法、^{14}C、^{10}Be 及铀－钍系列放射性测年技术测定沉积物地质年代。由于海底沉积地层保存得较完整，可利用沉积剩磁建立系统的地磁年代。海洋岩性地层学分析中常用的方法是分析研究火山灰及与气候变动有关的沉积物，如冰川沉积物、硅藻、有孔虫软泥以及气候层等。

【板块地层学】plate stratigraphy　用板块构造的观点，解释地层形成和演化的一门学科。板块地层学认为，岩石圈板块运动及其所造成的地质构造和地形，控制着海洋环境和沉积作用，以及沉积地层特征和演化。它所依据的假说是大洋中脊翼部的沉积物和地壳年代与海洋水深成正比关系，即距离大洋中脊轴部越远，沉积物年代就越老，水深也越大。这是伴随板块水平移动并冷却、下沉过程中沉积的沉积物，在地质时期不断改变其地理位置和深度的结果。深海钻探已直接证实现代海洋中各类沉积物的相界分布是海底沉降和水平运动的结果。目前，板块地层学，主要是通过分析研究碳酸盐补偿面的深度及其形状的时空变化，追溯板块运动、海平面变化、沉积环境及地层演变史。



碳酸盐补偿深度（CCD）波动和板块地层沉积图

【海底扩张说】sea－floor spreading hypothesis　解释大洋地壳生长的一种假说，为赫斯（M. M. Hess）和狄兹（R. S. Dietz）在本世纪六十年代初期首先提出，后经凡因（F. J. Vine）和马修斯（D. H. Mat－thews）及威尔逊（J. T，Wilson）等人补充和发展。他们根据海底地震、地磁、地热、地形和沉积物的观测资料，认为地球内部有地幔对流

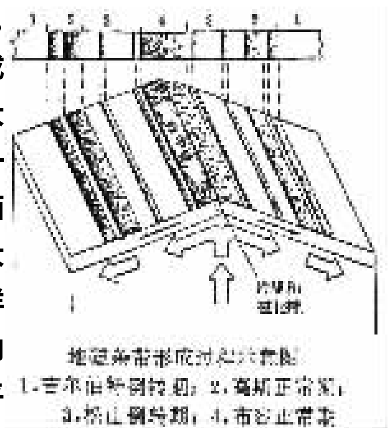


海底扩张示意图

存在，流动的地幔物质在洋中脊处以岩浆形式上升到地表，冷却后即形成新的海洋地壳，这种地壳因得到上升的地幔物质不断的补充而向外扩张，到达大陆边缘后碰撞坚硬的大陆地壳而俯冲到大陆地壳之下，其中一部分地壳熔融成岩浆与地幔物质，再度上升到地表形成岛弧。这样随着地幔物质的不断上升和冷却以及洋底的不断扩张，在地幔上

升处就形成了洋中脊或海岭，而在板块俯冲的地方则形成海沟和岛弧。海底扩张说是大陆漂移说的发展，也是后来发展起来的板块构造说的基础。海底扩张说，虽然有比较充分的观测资料，但仍存在着许多缺点，其中有些是带根本性的，例如这一假说是建立在地幔对流假说基础上的，然而地幔对流存在与否及其运动机制等都是尚有争议的问题。

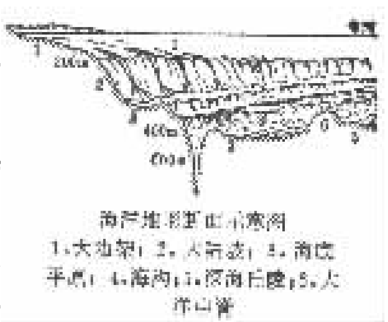
【凡因 – 马修斯假说】 Vine – Mathews hypothesis　解释海底地磁异常条带状分布特征的一种假说，1963 年凡因和马修斯两人提出，故名。最近十几年海洋地球物理观测资料表明，在洋中脊两侧，地磁异常与洋中脊走向平行，并正负异常相间呈对称条带状分布，而且与洋中脊垂直的各条测线上磁异常正负条带都彼此相对应。这种特征可以延伸很长，只有通过大断裂—转换断层时才发生错动，但一般不受海底地形的影响。根据这种现象，凡因和马修斯认为海洋地壳的第三层，即大洋层是在从洋中脊上升的地幔物质不断向两边扩张而形成的。在这些物质冷凝过程中，温度达到居里点之下时，便获得与当时的地磁场方向一致的热剩磁。由于地质时期的地磁场方向多次发生过转换，因此扩张的海底在不同地质时期，不同地区就获得不同方向的地磁，从而构成正负相间的地磁异常带。这样，海底岩石就记录了地磁场变化和海底扩张的形迹。磁异常在洋中脊两侧的对称性分布，表示海底向海岭两边的扩张速度相同。根据这个假说，利用已知的地磁年表和现场观测的地磁异常间隔，可以推算海底扩张速度。但是有些海岭，如大西洋中脊冰岛上的更新世玄武岩年龄与推算的地磁年龄并不符合，因此这个假说还存在一些问题。



【海洋化作用】 oceanization　又称大洋化作用。1960 年别洛乌索夫（B. B. B）提出的关于海洋地壳形成过程的一种假说。他认为硅镁质大洋地壳是由硅铝质大陆地壳经过基性岩化或玄武岩化作用演化而成的，这一演化过程称“海洋化作用”。他把海洋化作用分为大西洋型和太平洋型两大类型。大西洋型海洋化作用包括大西洋和印度洋，其过程是从稳定大陆周围的边缘向大洋中心进行海洋化作用，而在边缘海区的大陆坡上产生向海洋方向的倾斜运动。太平洋型海洋化作用包括太平洋，加勒比海和墨西哥湾等海区，其过程是从大洋中心向边缘海区进行海洋化作用，因而在边缘海上发生深断裂和造山运动，随之上升的酸性岩浆和中性岩浆在边缘海周围形成了岛弧。海洋化作用假说和海底扩张假说是目前关于大洋地壳形成的两种主要的对立观点，前者强调地壳的垂直运动，称“固定论”或“垂直论”；后者强调地壳的水平运动，称“活动论”或“水平论”。海洋化作用假说存在的根本问题是它所依据的地球内部放射性物质产生的所谓蜕变热，岩浆分异作用和熔融作用以及混合作用等都没有实际观测资料。

【海洋】ocean，sea　地球上围绕大陆的广阔连续的盐水水域。“洋”是海洋的主体，具有自己独立的海流系统，水温和盐度不受大陆的影响；“海”是海洋的边缘部分，水温和盐度强烈受着大陆的影响，并没有独立的海流系统。世界海洋的总面积约有361，059，000平方公里，占地球总面积的70.8%，约等于陆地面积的2.5倍，平均水深3，800米。从海岸到大洋依次出现大陆架、大陆坡、大陆隆或海沟、深海盆地及大洋中脊等地形单元。通常把海和洋的底部分别称为海床和洋底。海洋底部约5%为浅海沉积物，15%为半深海沉积物，80%为深海沉积物。海水有波浪、潮汐、海流等运动形式。海洋的蒸发量大于降水量，其亏损的水量主要由大陆径流补给。在河流流入海洋的过程中，从大陆携带大量溶解和固态物质到海洋，不断改变着海洋物质的组成和性质。根据海洋环境和生物群，可将海洋划分为潮间带、浅海带、半深海带和深海带。海洋底部主要由玄武岩质岩层构成，其上由沉积物覆盖。浩瀚的海洋是一个巨大的宝库，海水就是一种取用不尽的资源，其中已发现八十多种元素。海底的矿产资源极其丰富，能开发利用的达二十多种，最主要的是石油和天然气。海水还有取之不竭的动力资源。海洋生物资源也极其丰富，目前世界动物蛋白质的40%来自海洋生物。

【海】sea　通常指海洋边缘部分，比河口海湾大而比洋小得多，由岛屿、半岛与大洋隔开，或者为大陆所环绕的盐水区域。海的面积约占海洋总面积的11%。其温度和盐度受大陆的影响较大，有显著的季节变化。海的水色低，透明度小，没有独立的潮汐和海流系统，主要受着邻近大洋的影响。在缺乏淡水流入而蒸发又强烈的内海海水盐度较高，如红海盐度高达41‰，而与大洋相通，有大量河水流入的边缘海则盐度较低，一般在32‰以下。沉积物多为砂、泥等陆源碎屑。按所处的地理位置不同，海可分为边缘海和地中海两种。



【洋】ocean　又称大洋，它是海洋的中心部分，具有深广而浩瀚的咸水水域。有独立的潮汐和海流系统，其温度和盐度不受大陆影响，盐度平均为35‰，水色高，透明度大。沉积物多为红粘土和钙质软泥及硅质软泥等生物软泥。并常常见到深海砂等陆源碎屑物质。洋底主要由硅镁质的大洋型地壳构成。世界有四大洋：即太平洋、大西洋、印度洋和北冰洋。它们的面积，体积和澡度如上表。

海洋名称（包括所属海）	面积及百分比		体积及百分比		均深度（米）	最大深度（米）
	万公里^2	%	万公里^3	%		
太平洋	17，968	49.8	72，370	52.8	4.028	11，034

海洋名称（包括所属海）	面积及百分比		体积及百分比		均深度（米）	最大深度（米）
	万公里^2	%	万公里^3	%		
大西洋	9，336	25.9	33，770	24.7	3，627	8，382
印度洋	7，492	20，7	29，195	21.3	3，897	7，725
北冰洋	1，310	3，6	1，898	1.2	1，296	5，449
总　　计	36，106	100	137，033	100	3，795	

【边缘海】 marginal sea，epicontinental sea　又称陆绿海，位于大陆的外缘，一般由岛屿或半岛与大洋隔开的咸水水域。边缘海的面积与大洋相比小得很多。水文特征主要受陆地河流与相临大洋的影响，没有独立的潮汐和海流系统。边缘海一般具有广阔的大陆架，以较厚的陆源沉积物为主。海底地壳大多为大陆型地壳或过渡型地壳，如太平洋西部的一系列边缘海，东海和黄海属大陆型地壳，而菲律宾海和日本海则具有大陆型和大洋型地壳。

【地中海】 mediterranean sea inland sea，　①广义的地中海，又称内海，是受大陆包围，但有海峡与大洋相通的咸水水域。它分为内陆海和陆间海两种。内陆海为陆地所环绕，仅有海峡与大洋或其他海相连，如渤海、黑海、波罗的诲和里海等。陆间海位于两个以上大陆之间，其两端有海峡与外诲相通，如欧洲、非洲和亚洲大陆之间的地中海，非洲与亚洲大陆之间的红海。地中海不具有独立的潮汐和海流系统，其盐度、温度和水色等水文特征均受相邻大洋的影响，其底部地质构造，受邻近大陆地质条件的控制；②狭义的地中海，专指为欧洲、非洲及亚洲大陆所包围的、从直布罗陀至达达尼尔海峡及苏伊士运河之间的地中海。

【内陆海】 continental sea，inland sea　又称内海，地中海的一种，为海洋深入大陆内部，周围为陆地所环绕，仅有狭窄水道与大洋或其他海域相连的咸水水域，如我国的渤海，欧洲的黑海、里海及波罗的海等。参见“地中海”。

【陆间海】 intercontinental sea　地中海的一种，为位于大陆之间，两端有狭窄水道与相邻大洋或海相通的盐水水域。如欧、亚、非三大洲之间的地中海。参见“地中海”。

【渤海】Bohai 我国的内海。为辽东半岛、河北平原及山东半岛所环绕，通过渤海海峡与黄海相连，面积约7.8万平方公里，平均水深约26米。沿岸水深较浅只有数米，东部的老铁山水道最深也不过70余米。除中央的主体部分外，它的北、西、南三面的海湾，分别称为辽东湾、渤海湾和莱州湾。渤海海底有巨厚的淤泥和粘土层，是长期以来黄河、辽河、海河及滦河等河流带来泥沙的沉积。其中仅黄河每年输入渤海的泥沙量平均约11亿吨。渤海是燕山运动形成的中、新生代沉降区，具有巨厚的中生代和新生代沉积，蕴藏着丰富的石油资源。渤海地区约自中生代开始，即不断下沉，以后间有短期的轻微回升。第三纪时，受全球性地壳运动的影响，沉降加剧，使胶东和辽东中部发生断陷，形成了今日的渤海海峡和庙岛群岛。渤海海盆至今仍在缓慢沉降中。

【黄海】Yellow Sea 中国大陆东缘的边缘海，由于海水中含有大量泥沙呈黄色而得名。黄海位于山东省和江苏省之东，朝鲜半岛之西，西北以庙岛列岛与渤海分界，东南面以长江口北嘴的启东角—朝鲜济洲岛西南一线与东海分界。面积约41万平方公里，平均水深约44米，西部苏北一带多浅滩，深度一般不到20米，东南部有一条中生代构造隆起，其出露海面的部分构成了我国浙江沿海的舟山群岛和嵊泗列岛以及朝鲜的济洲岛等岛屿。黄海一般按其所处的构造部位及地质发展史的不同，可分为南黄海和北黄海两个部分，两者以苏北灌河—朝鲜瓮津一线分界。北黄海处于长期隆起的背景，从晚侏罗世开始出现分割性小型盆地，而从上新世开始形成一个比较统一的沉积区，沉积了中生代、新生代地层。南黄海是晚白垩纪以来形成的沉积区，与江苏北部相连组成苏北、南黄海中新生代盆地，形成较厚的中生代、新生代沉积层，为石油的形成提供了良好条件。

【东海】East China Sea 中国大陆东缘的边缘海，东北以长江口至朝鲜济州岛一线与黄海为界，西南以广东南澳岛至台湾南端鹅銮鼻一线与南海为界，西濒闽、浙，东界琉球群岛。面积约80万平方公里，平均水深188米，一般自西向东逐渐加深，东海的地形大体可分为大陆架、大陆坡和冲绳海槽三个单元。大陆架坡度平缓，水深在200米以内。大陆架的东缘有一条北东—南西向的海底隆起，其南段在海面上出露的部分，是我国台湾省东北的附属岛屿——花瓶岛、棉花屿、彭佳屿、钓鱼岛、南小岛、北小岛、黄尾屿及赤尾屿等；而东北段出露海面的则是日本九州西北的五岛列岛和对马岛等。大陆架的外侧为坡度很陡的大陆坡与冲绳海槽相接。海槽水深在1000米以上，最深达2700多米。东海的表层沉积物，一般西部为淤泥质，东部为砂质，主要为长江携带的泥沙，但东部砂质沉积物多数是更新世晚期，低海平面时期沉积的残留沉积物。东海是一个新生代的大型的沉积盆地，沉积有巨厚的新生代地层，蕴藏着丰富的石油和天然气。

【南海】South China Sea 中国大陆南面的边缘海，西界越南、泰国和马来西亚，

东邻菲律宾群岛，南临加里曼丹岛，北濒两广。面积约360余万平方公里，平均水深在1000米以上，中部水深3000余米，最深部分达5567米。南海地形大体可分为大陆架、大陆坡、南海海盆以及吕宋海槽等四个单元。我国广东南部、越南东部、印度尼西亚北部等周缘有广阔的大陆架，水深一般在200米以内。大陆架与南海海盆之间有不宽的大陆坡，南海中部深海盆称南海海盆，水深在3000米以上。海盆中部有北东—南西向的几条海底山脉构成的三个海底台地，形成东沙、西沙、中沙、南沙群岛的许多珊瑚礁的基底，群岛之间形成深海盆地。在菲律宾群岛西边有一南北向延伸的吕宋海槽。南海的沉积物，在大陆沿岸和岛岸地区主要为泥沙等陆源碎屑和珊瑚碎屑，深海盆中为软泥和红粘土，并见有锰结核和结壳。在不少地方还发现有玄武岩块。一般认为，中生代时，南海曾为陆地，那时我国大陆南部同加里曼丹连成一片，新生代初期才沉陷成为南海海盆。由于长期而稳定的下沉，并自周围大陆接收了大量有机质的沉积，为石油的生成创造了有利的条件。现在，在南海周围大陆架上，其中包括我国广东大陆架上已发现和开采石油和天然气。

【湾】bay，gulf　伸入大陆和岛屿，三面受陆地包围的水域。其中深入陆地，部分为大弯曲的海岸封闭而通过海峡与海洋连接的较澡的湾，英文叫做“Gulf”，以别于小湾（bay），如墨西哥湾、孟加拉湾和北部湾等；伸入陆地或为二个岬角之间的开阔浅水海湾，英文叫做bay、如胶州湾、杭州湾等，我国则通称为湾。

【海峡】strait，sound，channel　大陆与大陆之间，大陆与岛之间，或岛屿与岛屿之间潮流相通的狭长水道，例如台湾海峡、它的潮流作用一般较强烈，砾石和砂分布较广，常形成许多沙滩和海釜。全世界有上千个大小海峡，其中可以通航的约有一百三十个，经常用于国际航行的主要海峡约有四十多个，海峡是沟通海、洋的重要通道，例如马六甲海峡，直布罗陀海峡，博斯普鲁斯海峡和达达尼尔海峡。

【地峡】isthmus，neck　介于两个海洋之间，连接两个大陆或大陆与半岛，或半岛与半岛的狭窄的陆地。如介于太平洋与大西洋之间连接南美和北美大陆的巴拿马地峡，连接亚洲大陆与马来半岛的克拉地峡，连接巴尔干半岛与伯罗奔尼撒半岛的希腊地峡。

【半岛】peninsula　伸入海洋或湖泊，三面被水域包围的陆地。如我国的辽东半岛、山东半岛和雷州半岛。半岛的形成主要是由于大规模地壳运动的结果。有的面积较小的半岛，则是海岸沉降，海水沿河谷侵入而成。

【岛屿】islandt　海洋、湖泊或河流中，四面被水包围并在高潮时仍露出水面的、比大陆小得多的陆地。岛屿大小不一，一般是较小的岛叫做屿，如我国的鼓浪屿、花瓶屿和赤尾屿。按成因，岛可分为大陆岛、大洋岛和冲积岛。全世界海洋岛屿总数在五万个以上，总面积达997万平方公里，约占地球陆地总面积的十五分之一。海洋中岛屿是海底地质作用的产物，因而它是研究海底岩石和地质构造及其历史的重要依据之一。

【大陆岛】continental islaud　大陆地块延伸到海底并露出水面而形成的岛。它一般是地壳运动的结果。其地质特征与相邻大陆基本相似，如我国的台湾岛，欧洲的不列颠群岛，北美的格陵兰岛。台湾岛是在第三纪中期以后，受喜马拉雅造山运动的影响隆起为陆地，距今约1000—2000万年间，再次被海水淹没，只有高耸的中央山脉一带突出海面，直到距今约二、三百万年前的第四纪初期，地壳再度剧烈上升形成现在的台湾岛。

【海洋岛】oceanic island　又称大洋岛，为海底火山或珊瑚堆积体露出海面而形成的岛。按其成因可分为火山岛和珊瑚岛两种。

【火山岛】volcanic island　海底火山喷发物质堆积而成的岛。如夏威夷群岛，阿留申群岛等。我国的澎湖列岛，就是第四纪初期火山喷发形成的。大洋中的岛屿一般是属于火山岛，大部分的珊瑚岛也是在海底火山顶部生长起来的。

【珊瑚岛】coral island　由珊瑚堆积物露出海面而成的岛屿。它的基底往往是海底火山的顶部。如太平洋的马绍尔群岛，我国的南沙群岛、西沙群岛。珊瑚岛主要分布在南北纬30°之间的海洋中。

【冲积岛】alluvial isl　河水携带的物质在大河河口或河流、湖泊中堆积而成的岛屿。冲积岛的地势低平。一般由沙和粘土等碎屑物质组成。如我国长江口的崇明岛，面积1083平方公里，为我国第三大岛，是由长江携带的泥沙沉积而成。

【群岛】archipelago，islands　彼此相臣较近的成群分布的岛屿，如我国的南沙群岛、西沙群岛、东沙群岛、中沙群岛，太平洋的马里亚纳群岛、夏威夷群岛等。

【列岛】chain islands，archipelago，isiands　呈线形或弧形排列的群岛。如日本列岛、千岛列岛和澎湖列岛。

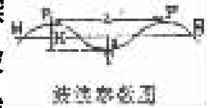
【波浪】wave　泛指海洋，湖泊，水库等水体在外力作用下，水质点失去平衡而产生的水面波动现象。海洋中的波浪叫做海浪。

【海浪】oceanic wave　海洋中水体在外力作用下，水质点失去平衡而产生的水面波动现象。按成因，海浪可分为由风力作用产生的风浪；由地震或火山作用产生的海啸；由气压突变产生的气压波；由潮汐作用产生的潮汐波等。按波长和水深的关系海浪又可分为长波和短波两种；长波的波长大于水深，短波的波长小于水深。海浪是侵蚀和搬运作用的重要营力之一，与海上交通，海洋工程及生产安全关系很大。

【风浪】wind wave　风力作用形成的波浪。风浪的波形不对称，传播方向变化不定，其波形和方向主要取决于风力和风向。当风浪传播到浅水区，水深变得小于二分之一波长时，由于海底对水体的摩擦，引起波浪的变形和破碎，形成破浪和激浪，它们对海岸有较强的侵蚀和搬运作用。

【涌浪】swell　简称“涌”，是由产生风浪的海区传播到另一海区的波浪或风平息之后残留于海面的余浪。涌浪的形状较风浪规则，呈对称的波形，波顶平缓，周期长。它常引起船舶的摇摆并对海岸建筑物有一定的破坏作用。

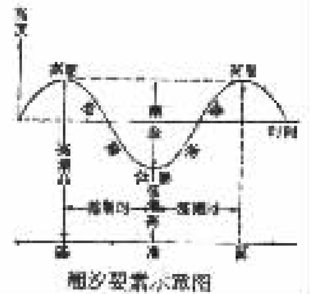
【海浪要素】wave parameter　又称波浪参数。表示海浪形态和性质的主要参数。波浪发生时波面的最高点称为波峰；最低点称波谷。相邻的波峰和波谷间的垂直距离称波高（H）；它的一半为振幅（α）；相邻波峰或波谷间的水平距离称为波长（λ）；相邻的波峰或波谷通过任一固定点所需的时间称为周期（T）。波高与波长之比叫波陡（S）。垂直于波浪传播方向并连接波峰的线叫做波峰线。垂直于波峰线的线叫波向线。



【激浪】surf，breaker，breaking wave　当波浪传播到浅水区，水深变为小于二分之一波长的深度时，由于海底对水体产生摩擦，引起波浪几何形态发生变化直至波浪破碎并冲击海岸，这种波浪叫做激浪或破浪。

【裂流】rip current　又称离岸流。波浪在海岸破碎后，壅高于岸边的水体通过破浪带流回海洋的条带状强烈表面流。它持续时间短，流速快，流向几乎与海岸垂直。裂流产生的位置，往往因波高，波浪周期，海底地形以及海岸线形状而发生变化。裂流对海岸泥沙的搬运和侵蚀过程起着一定的作用。

【潮汐】tide　海水在月球和太阳引力作用下发生的周期性运动。它包括海面周期性的垂直涨落，和海水周期性的水平流动，习惯上将前者称为潮汐，后者称为潮流。潮汐在白昼称为潮，在夜间称为汐，名异而实同。海面上涨到最高位置的称为高潮，高潮时的海陆交接线称为高潮线。海面下落到最低的位置称为低潮，低潮时的海陆交接线称为低潮线。高潮和低潮的海面往往持续一段时间，这种现象分别称为平潮和停潮。平潮的中间时称为高潮时，平潮时的潮位高称为高潮高；停潮的中间时称为低潮时，低潮时的潮位高度称为低潮高。从低潮到高潮的过程称涨潮；从高潮到低潮的过程称落潮。低潮时到高潮时的时间间隔，称为涨潮时；高潮时到低潮时的时间间隔，称为落潮时。潮汐按其出现的周期可分为半日潮、全日潮和混合潮三种。我国很早就对潮汐有了认识，汉代王允（公元27—97年）在“论衡”一书里曾经提到“涛之起也，随月盛衰”说明了月相变化与潮汐涨落的关系。潮汐是海洋的重要地质营力之一，对海岸线的塑造有直接影响，同时对船只航行和沿岸建筑物也有一定影响，潮汐的动力也可用于发电。



潮汐要素示意图

【高潮】 high tide，high water 海水在月球和太阳引力作用下，上涨到最高位置的称为高潮，高潮时的海陆交接线称为高潮线。

【低潮】 low tide，low \ water 潮汐过程中，海面下落到最低位置的称为低潮，低潮时的海陆交接线称为低潮线。

【潮差】 tidal range，tide range 又称潮幅，为高潮与低潮的潮位高度之差。从高潮至前一个相邻的低潮的潮差称涨潮高差。从高潮至后一个相邻的低潮的潮差称落潮差。

【平潮】 slack tide，Mack water 潮汐过程中，海水上涨到最大高度后，短时期内保持的不涨也不落的现象。

【停潮】 still tide，still Water 潮汐下降到最低点后，水位保持的暂短的稳定现象。

【半日潮】 semidiurnal tide 潮汐的一种类型，在一个太阴日内出现两次高潮和两次低潮，前一次高潮和低潮的潮差，同后一次高潮和低潮的潮差大致相等，涨潮时和落潮时几乎相等的潮汐现象叫做半日潮。我国的东海以半日潮为主。

【全日潮】 diurnal tide 潮汐的一种类型，是在一个太阴日内只有一次高潮和低潮的现象。全日潮的高潮和低潮的间隔大约为 12 小时 25 分。我国南海一般以全日潮为主。

【混合潮】 mixed tide 潮汐的一种类型。一个太阴日内出现二次高潮和二次低潮，但两次高潮的潮差很大，涨潮时和落潮时不等的潮汐现象，叫做混合潮。我国的渤海和黄海以混合潮为主。

【潮流】 tidal currrent tidal stream 在月球和太阳引力作用下，海水垂直涨落时水体的周期性水平运动的现象。涨潮时的海水水平流动称涨潮流（flood carrent）；落潮时的海水水平流动称落潮流（ebb current）。由于海岸和海底地形对潮流的影响而引起复杂的变化，故难以进行观测和预报。在狭窄的海峡地区，潮流的流速可达几节，并产生强烈的涡流，常塑造形成海釜等海底侵蚀地形。潮流不但是侵蚀和搬运的地质营力，而且还可用以作为发电的动力。

【引潮力】 tide generating force，tide – producing force 又称起潮力或涨潮力，为在地球上引起潮汐现象的力。地面上单位质量受月球或太阳的引力和因月球绕地球（或地球绕太阳）公转而产生的惯性离心力的合力。它与月球（或太阳）的质量成正比，与月、地（或日、地）距离的立方成反比。虽然太阳比月球的质量大得多，但由于日、地距离比月、地距离远得多，故月球的引潮力为太阳的 2. 17 倍。所以月球引潮力是海水产生潮汐现象的主要原因。我国东汉时代学者王充（公元 27—97 年）在“论衡”一书中写到“涛（潮）之兴也，与月盛衰”，说明我国当时已认识到潮汐与月球运动的关系。

【天文潮】astronomical tide 在月球和太阳等天体引潮力作用下产生的潮汐。其中月球引潮力产生的潮汐叫做太阴潮；太阳引潮力产生的潮汐叫做太阳潮。

【大潮】spring tide，syzygy tide 又称朔望潮。每逢朔望即农历初一和十五日，太阳、月球和地球三个天体差不多位于一条直线上，这时月球的引潮力和太阳的引潮力作用于同一方向，因而太阳潮极大地加强了太阴潮。这样，在一个月内形成二次特大的太阴、太阳合成的大潮。这时海水涨得最高，落得也最低。俗语说"初一，十五涨大潮"。但是由子海水和海底之间的摩擦，大潮到达海岸的时间往往延迟两、三天，而在农历初三、四或十八、十九两天内出现。在喇叭形河口区，常出现一种奇特的潮汐现象，故当潮水来临时，潮端陡立，来势凶猛，轰轰作响，犹如一道直立的水墙高速地向前推进，这种现象称为"涌潮'或"暴涨潮"。我国钱塘江口以涌潮著名。唐朝《元和郡县图志》中记载："钱塘江大潮常以月十日及二十五日最小，月三日及十八日极大。小则水渐涨，不过数尺，大则涛涌至数丈"。

【小潮】neap tide，quadrature tide 又称方照潮，农历每月初八、二十三日为上弦月和下弦月，这时，月球、太阳和地球三者的位置形成直角，月球引潮力和太阳引潮力作用方向互相垂直，而太阳潮最大程度地削弱了大阴潮。从而产生一月中两次最小的太阳，太阴合成的小潮。这时海水涨得不高，落得也不低。俗话说"初八、二十三，到处见海滩"。这时潮差最小。

【气象潮】meteorological tide 由风、气压、降水、结冰和融冰等气象因素的变化引起的海面涨落现象。气象潮没有周期性特征，与天文潮比较次要得多，但在某些海区，尤其在浅水海湾或河口地区，其影响相当显著。如增水和减水现象往往引起海岸的淹没和沉积物的塌陷、流失，造成巨大的破坏和水灾。

【增水】submergence 气象潮的一种。由强向岸风、高大气压及波浪进流等引起的海水向岸边上涨的现象，故当增水时海岸常被水淹没。

【减水】emergence 气象潮的一种。由背岸风、低大气压及波浪退流等引起的海水背岸退落的现象。

【海平面相对变化】relative change of sea level 海平面相对于陆地表面（或相对于其下伏原始沉积表面）的上升或下降的统称。这种升降运动可以是海平面本身的升降，可以是陆地表面或下伏沉积物表面的升降。或是二者同时发生不同幅度的升降。海平面的相对变化表现有海平面相对上升，海平面相对下降以及海平面相对静止三个内容。①海平面的相对上升形成于海平面上升，陆地表面（或下伏原始沉积表面）下降；或海平面静止不动，陆地表面下降；或海平面下降，陆地表面以更快的速度下降。②海平面相对下降，可以是海平面本身下降，陆地表面（或下伏原始沉积物表面）上升或保持不动，或是以缓慢速度下降；也可以是海平面保持不动，陆地表面上升；也可以是海平

面上升，而陆地表面以更高的速度上升。③海平面相对静止，这种现象的产生可以是海平面与陆地表面同时保持静止；或是二者以均衡的速度升降。

【海平面相对变化周期】cycle of relatfve change of sea level　海平面发生一次升和降的时间间隔。周期可分为一、二、三级。①一级周期是海平面相对升降变化最高一级周期，持续时间最长，约1—2亿年，地质历史的显生宙阶段，海平面曾发生过两个一级周期的变化，一次在中三叠世以前，一次是自中三叠世到现在。海平面最高的时期是寒武纪末、奥陶纪初和白垩后期。造成一级海平面相对变化周期的原因，有人认为可能是大洋中脊的扩张和收缩所致；②二级周期，延续时间较短，为1000万—8000万年，超周期属之。它的发生有人认为是大洋中脊扩张速度变化造成的，有人认为可能是古气候变化引起的冰川或冰消作用造成的；③三级周期，延续时间更短，约为100万—1000万年，区域性海平面升降周期属之，是海平面升降周期的基本单位，上述的一级周期和二级周期就是由一个以上的三级周期组成的。

【海平面相对变化准周期】paracycle of relative change of sea level　海平面相对上升和相对静止之后，又继之开始另一个相对上升，其间没有明显的相对下降，称海平面相对变化准周期。这种准周期，发生于全球性的，称全球性海平面相对变化准周期；发生于区域性的、称区域性海平面相对变化准周期。

【超周期】supercycle　一组区域性或全球性海平面相对变化周期，属二级周期。海平面相对变化的区域性周期，称区域性海平面升降超周期。区域性的超周期是海平面累进地上升到一个比较高的水位，中间很少发生海平面回降，其后又累进地下降到一个比较低的水位，最后，有一个明显的海平面下降，这就是一个完整地区域性超周期。一组全球性海平面相对变化的周期，称全球性海平面相对变化超周期。全球性的超周期是指海平面累计性相对上升到较高的平均海平面位置之后，继之以一个累计性相对下降到较低的平均海平面位置，中间很少发生小的逆转。

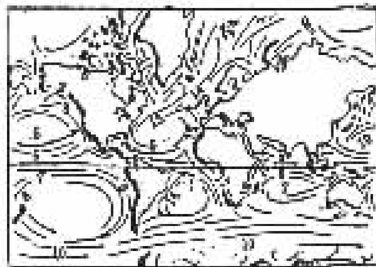
【最小含氧层】oxygen minimum layer　又称缺氧层。海水中含氧量最低的水层。海水含氧量自表层向深处逐渐减小，到达500—1000米水深处，共含氧量达最小值，这个深度带常称为最小含氧层或缺氧层。它具有重要的地层意义，可形成富含有机质的沉积物，如白垩纪时大量出现富含有机质的黑色灰岩层，就是因海水中出现缺氧层的原故。白垩纪时全球气温较高，赤道和两极之间温度梯度很小，很少出现环流，易产生缺氧层，因此深层水的氧含量较低。在极地近表层形成的富含氧层，当它们流入深海盆地底部时，由于生物的呼吸和碎屑物质的氧化作用而逐渐失去氧气，因此含氧量低的深层水年龄较老，可以根据深层水含氧量的多少作为鉴定海水年龄的指标。

【密度跃层】pycnocline　海水密度在其垂直方向上发生显著差异的水层。海水密度随深度一般是递增的，但到达一定深度时密度就出现突变。这个水层对声波会产生折射，对探潜声纳有一定影响。它还可以作为不同水团的分界面。

【盐度跃层】halocline　又称盐跃层。海水盐度在其垂直方向上发生显著差异的水层。海水的盐度随深度增加一般是递增的，到达一定深度，盐度发生突变，从而导致海水密度的变化。盐度跃层可作为划分水团的分界面。

【温度跃层】thermocline　又称温跃层，海水的温度在其直方向上发生显著差异的水层。海洋中随着深度的增加海水温度一般是递减的。但到达一定深度，冷海水和温海水层之间温度发生陡变。这一温度跃层可作为不同水团之间的分界面。它一般位于直接受到风力作用的混合层之下。

【洋流】ocean current　也称海流。大洋中沿着一定路线流动的海水大规模水平运动的现象，它的形状常成环状流动，主要为盛行风对洋面摩擦引起的风海流、河水流入或融冰引起海面倾斜而产生的倾斜流，海水温度或密度变化引起密度差而产生的密度婉等类型。按水体温度可分为暖流和寒流。洋流由于盛行风和大陆形态的影响以及地球自转时产生的偏转力——即科里奥利力的作用，在赤道至南北40°范围内的各大洋中，分别形成完整的环流系统，在北半球沿顺时针方向运行，在南半球沿逆时针方向运行。大洋中海流系统在太平洋主要有南、北赤道暖流、台湾暖流、黑潮、秘鲁寒流及千岛寒流等。在大西洋主要有南、北赤道暖流、墨西哥湾暖流、东格陵兰寒流等；在印度洋有赤道暖流、季风暖流及西澳大利亚寒流等；在赤道地区有东向赤道逆流及潜流；在南纬



世界主要表层环流

1.亲潮；2.阿拉斯加海流；3.阿留申海流；4.加利福尼亚海流；5.北赤道流；6.赤道逆流；7.南赤道流；8.东澳海流；9.秘鲁海流；10.南极绕极环流；11.拉布拉多海流；12.格陵兰海流；13.湾流；14.北大西洋海流；15.加那利海流；16.巴西海流；17.本格拉海流；18.亚古尔哈斯海流；19.黑潮；20.西澳海流

4°以南有环绕地球的西风漂流等。洋流是海洋侵蚀和搬运作用的重要营力之一。掌握洋

流的规律，对发展渔业、航运和国防事业均有重大意义。

【大洋环流】ocean circulation　在海洋中呈环状流动的洋流，详见“洋流”。

【风海流】wind-driven current，wind drift current，drift　又称漂流、吹送流，是一种洋流，它是由海洋中盛行风对海面摩擦引起的海流，参见“洋流”。

【漂流】drift，drift current　受盛行风影响和控制的宽阔而缓慢运动的海洋表层环流，例如，北太平洋中东风漂流。漂流是风海流近海洋表层流动的部分。

【西风漂流】west wind drift　中全球的大洋海水在盛行西风的吹送下，大规模自西向东流动形成的海流。狭义的西风漂流即为南极绕极环流。广义的还包括北半球因受地理条件制约，而分别在大西洋、印度洋、太平洋所形成的区域性海流，如北大西洋暖流，北太平洋暖流等。

【南极绕极环流】Antarctic circumpolar current（ACC）　又称西风漂流。围绕南极大陆顺时针流动的海流。它因受盛行西风的作用，这个自西向东流动的海流，其深度可达达3000—5000米，并具有表层和底层水向北流动而中层水向南流动的特征，海底地形对海流有影响。流速一般小于25厘米/秒（0.5节），而流量却特别大，相当于墨西哥暖流的二倍，亚马逊河流量的400倍以上，如在南美德雷克水道每秒高达240×10^6米^3；在南极和澳大利亚之间为每秒233×10^6米^3。南极绕极环流是太平洋、大西洋以及印度洋海水相互交换的重要因素。地质时期南极绕极环流是在自晚渐新世早期澳大利亚大陆从南极大陆分离时候开始形成，至约三千万年前南美的德雷克水道流通之后完全形成。南半球高纬度区海洋生物地理和沉积分布格局也因之而发生了变化。

【信风流】trade wind drift　由信风引起的海流，因受科里奥利力的影响自东向西流动，横贯大洋，分布于南北纬30度之间，宽约2000公里，厚200米，流速大部分由15—20到25—30厘米/秒，个别可达160—200厘米/秒。以赤道为界，可分为南北两支信风流区，北信风流由东北信风产生，即北赤道洋流；南信风流由东南信风产生，即南赤道洋流。在信风流表层水之下有一密度跃层，阻碍下层水上升，营养盐得不到补充，因而这一带生物繁殖力低，参见“赤道洋流”。

【赤道洋流】equatorial current　在信风的影响下在赤道附近海水自东向西大规模移动形成的巨大洋流系。赤道洋流由三大洋流组成：在信风影响之下形成向西流动的南赤道洋流和北赤道洋流；在信风带之间的最低风压带内形成向东流动的赤道逆流；以及赤道表层海水之下向东流动的赤道潜流，参见“信风流”。

【赤道逆流】equatorial counter current 又称反赤道流，是南北赤道流之间自西向东流动的一支海流，因其流向与信风影响之下形成的南北赤道流流向相反，故名。它的位置与赤道无风带一致，一般在北纬 3—5°到 10—12°之间。大西洋赤道逆流范围较小，北半球冬季只在西经 24°以西出现，夏季较宽，亦只到西经 50 度；大平洋赤道逆流最强，横贯大洋，东西长 1500 公里，南北宽 500 公里；印度洋赤道逆流只在北半球冬季出现。赤道逆流速度约 40—60 厘米/秒，最大可达 150 厘米/秒。

【季风洋流】monsoon current 随季风的更替海水形成的季节性变化的海流。印度洋北部的海流系统属之。夏季在西南季风的影响下，海流作顺时针方向流动，从而强化了南赤道海流；冬季海水受东北季风的影响，形成反时针方向流动的海流，从而出现赤道逆流。

【边界流】boundary current 信风流沿着大洋边界流动的一种洋流。其特点是温度和盐度都有突然的变化。边界流可分为东边界流和西边界流，它们对大陆边缘具有较强的侵蚀和搬运作用。边界流在北半球向极地流动时，速度快、水流窄而深，当它回转流向亦道时，流速减慢，水流变宽而浅。南半球边界流规模不如北半球发育。

【西边界流】western boundary current 边界流的一种。沿着大洋西部边缘向高纬度方向流动的海流。它的形成是由于科里奥利效应，当信风流抵达各大洋西部之后，一部分汇入赤道逆流，大部分沿着大陆边缘向高纬度方向流动，而成为近岸水系和大洋水系之间的边界，如太平洋的黑潮、东澳海流；大西洋的湾流、巴西海流；印度洋的莫三鼻给海流、索马尼海流等。由于西边界流均系信风流的延续，所以具有高温、高盐、水色高和透明度大的特征，它在流动过程中产生强烈的侵蚀和搬运作用，在大西洋西部形成一系列与岸平行或斜交的沉积脊。

【东边界流】eastern boundary current 沿着大陆西缘向低纬度流动的海流，是西风漂流到达大洋东部之后引起的，如大西洋的加纳利海流和本格拉海流；太平洋的加利福尼亚海流和秘鲁海流以及印度洋的西澳大利亚海流。它的平均流速为 25 厘米/秒，流量 15 百万米^3/秒，大部分海流发生在 500 米深度以上。

【暖流】warm current 海流的一种，是水体温度高于附近海水温度的海流，通常发源于热带和亚热带。暖流的海水比较透明，带蓝色，温度和盐度高于周围海水，其中氧、硅酸盐和磷酸盐含量比较低。暖流对沿途大陆气候有很大影响，如墨西哥湾暖流流经的欧洲海岸气候与同纬度的其他大陆比较温暖得多。暖流在海图上通常用红线表示。

【寒流】cold current 水温低于附近海水温度的海流。它在海水环流系统中，大都处于东侧，在南半球它通常都是自高纬度流向低纬度。寒流的特征是水温，盐度均低于周围海水，水中的氧、硅酸盐及磷酸盐含量较高，海水透明度较低，带绿色。如千岛寒

流、秘鲁寒流。寒流对流经地区的气候有降温，减湿作用。寒流在海图上通常用蓝线表示。

【北赤道暖流】north equator warm ceurrnt　源自中美洲西岸的一支洋流，洋流自中美洲西岸沿北纬10°—20°之间西流，至亚洲东部的菲律宾群岛由此向北偏转北流，自此以北即称黑潮。流程总长（包括黑潮）达13000公里，是北太平洋著名的一支巨大洋流。

【黑潮】kuroshio　又称日本暖流。是北太平洋西部流势最强的一大暖流，也是世界上大海流之一。黑潮源于北赤道海流自菲律宾群岛的东方北转而形成。海流北转后流经我国台湾省的东岸、琉球群岛西侧而至日本的太平洋岸，北流而至日本关东地方海域，折向东流成为北太平洋暖流。黑潮全长达6000公里以上，宽80—100公里左右，深度达1000米，最大时速每昼夜达150公里，流量20—30×10米^{6}米^{3}/秒。黑潮流幅经常发生变化，在所流经海域的不同地段，厚度、深度及速度都有变化，原因尚不清楚。黑潮的水温和盐度较高，夏季表面水温在台湾东部海域达30℃；在日本南部海域达27—28℃。冬季在台湾外海为22—23℃；在日本南部海域为20℃。盐度在180—200米水层内最高，为34.8—35.0‰。由于黑潮的影响，在东海大陆坡和冲绳海槽大量沉积了热带或亚热带的生物沉积物和带自南海的碎屑沉积物。古黑潮形成时代可能是在白垩纪。

【台湾暖流】Teiwan warm current　黑潮的一个分支暖流，是黑潮流经我国台湾省东岸海域形成的暖流，宽100—200公里，流速1—1.6节，厚400—500米。它越过台湾和日本的与那国岛之间海域流经东海，顺东海大陆坡北上，在琉球群岛以西流速增到2—2.5节，宽80海里，厚600米。到日本九州西南又分出一个对马暖流，进入日本海。在进入日本海之前还有一个分支流入黄海，构成黄海暖流。

【墨西哥湾暖流】Mexico warm current，Gulf Stream　简称湾流。北大西洋西部的最强的暖流。是由佛罗里达暖流和安的列斯暖流汇合而成。暖流沿北美洲东海岸流向东北，在佛罗里达海峡中，幅宽60—80公里，深度约700米，流速每昼夜为150公里。

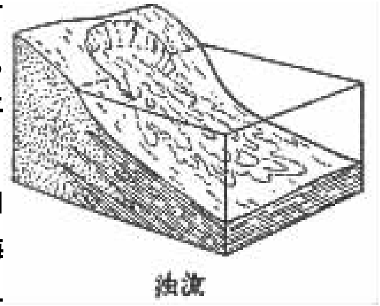
【北大西洋暖流】North Atlantic warm current　为墨西哥湾暖流继续延伸的东北流，在北纬40°附近分为南北两个支流，北支继续东北流，至北纬60°附近又分为两个分支，左支北流最后成为格陵兰暖流；右支东北流而入北冰洋。南支称加纳利寒流。

【亲潮】oyasio　又称千岛寒流，是北太平洋西北部的寒流。寒流源自苏联堪察加半岛经千岛群岛、北海道东侧南下而与黑潮相遇，为低温、低盐的海流。流速最高每昼夜为45公里左右，流量亦较黑潮为小，但水中营养成分丰富，故名亲潮。古亲潮形成于白垩纪。

【密度流】density current 由于海水密度沿水平方向的变化引起的密度差所形成的海流。密度流随着海水深度的增加而逐渐减弱。

【下沉流】subsidence current 一种与常流深层循环有关的特殊类型海流。下沉流多发生在大陆坡上，是冬季在沿岸形成的冷水，顺着大陆坡向深海流动所形成的。它可能以相当大的流速向下流动到陆坡以外。有些外海的海底峡谷中的粗颗粒沉积物，可能与之有关。有人认为由于暴风浪形成的环流，也可以导致下沉流。

【浊流】turbidity current 又称混浊流或异重流，为大量携带泥沙等悬移质沿着海底或湖底流动的束状水流。其密度比周围水体的密度要大得多。海底地滑、洪水、强浪或海啸等都能引起浊流。浊流的水流既混浊又涡动具有强大的搬运和侵蚀能力，是海底的一种重要地质营力，能将砂、砾等粗粒物质以及生物化石碎片搬运到深海平原，也能将海底和湖底刻蚀得很深。因此有些 TIF ;% 120% 120，人根据这种现象解释地槽区的复理式建造和硬砂岩的成因；也有人利用浊流理论来解释海底谷、海底扇和深海砂的形成。水槽模拟实验证明，浊流流速与地形原始坡度、水的密度以及平均水深成正比。浊流往往把海底电缆冲断，也能把海洋钻探井管弯曲，因此浊流的研究，不但有理论意义，而且还有实用意义。


浊流

【辐聚流】convergence current 具有不同密度、温度或盐度的洋流水或水体汇聚下沉的现象，是由密度较大、温度较低或盐度较高的水体下沉导致的。

【辐散流】divergence current 表层海水吹离原地的现象。其原因是由于海岸风和信风的影响，在某些海岸和赤道地区的表层海水被风吹走，深层水便上升取代表层水。大规模的辐散现象常在赤道和南极等区域，故又称赤道辐散带和南极辐散带。在赤道辐散带生物繁殖力高，因而在赤道太平洋和大西洋等地形成了钙质软泥和硅质软泥沉积条带。

【南极底层流】Antarctic bottom current 南极海水深 3000 米之下低温高密度的底层水体流动。其终年温度约 -0.5℃，盐度 35.66‰，密度近 27.88。由于密度很大，所以它一般沿着深海底部流动，活动范围可达太平洋的北纬 50 度，大西洋的北纬 45°度地区。南极底层水对大洋盆地地球化学过程，沉积物分布和地貌形态特征的形成过程起着很重要的作用，特别是它对深海水团的充氧作用，生物和沉积物的氧化作用，底部沉积物的侵蚀和不整合的形成，沉积物的再沉积和特殊底形的塑造，碳酸盐和硅酸盐的溶解以及锰结核沉积场所的形成过程都起着重要作用。地质时期的南极底层水可能形成于中新世中期（14 百万年）。在南极冰盖形成时，太平洋、大西洋和印度洋广大地区产生了中新世大规模的沉积间断。

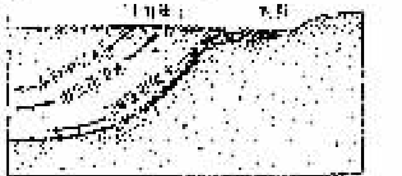
【等深流】 contour current　沿海底等深线流动的永久性底层流。它一般由沿着大陆边缘流动的四边界流产生。其流速可达 18 厘米/秒，具有侵蚀和搬运能力。等深流在大陆边缘基脚上往往形成等深流沉积物（contourites）。等深流沉积物与浊积物不同，它具有清晰的薄层理，粒级较细而且分选良好，这种沉积物往往形成各种底形（bedforms），如从小流痕到具有数米波幅和数千米波长的大型沉积波或砂丘以及沉积脊。在北美东岸常见到等深流形成的沉积脊，如布莱克—巴哈马外沉积脊和大安得列斯外沉积脊等。



【倾斜流】 inclined current　由于河水、融冰或降水大量注入海洋，造成海面倾斜而引起的海流。海水呈自高向低处流动，由于科里奥利力作用，在北半球流向偏右，在南半球流向偏左。







【上升流】 upwelling current　海洋中低温、高密度的深层水向上流动的现象。其形成原因不一，在海岸地带，主要是受海岸风的影响，表层密度低、温度高的海水被吹离海岸，使深层海水得以上升；在开阔海域，主要受科里奥利力的影响。此外在海底存在障碍物（如海底山）以及海水的密度差等，也可以形成上升流。上升流含有大量的营养盐（磷酸盐、硅酸盐和硝酸盐），利于生物的繁殖，因而在上升流地区，海底大量沉积着生物沉积物。如美国加利福尼亚西海岸外的磷酸盐沉积，就是上升流直接作用的结果。

【科里奥利效应】Coriolis effect　由科里奥利力引起的效应，科里奥利力是自转而产生的离心力的一个偏转分力。它使北半球上的流体向右偏移，而南半球上的流体则向左偏移。这种现象首先由科里奥利（G. C. de Coriolis 1835）发现，所以叫做科利奥利效应或科里奥利加速度。它的大小与纬度角正弦值成正比，即 $1.5\times10^{-4}r\ \sin\phi cm/sec^2$（r = 速度）。因此它由赤道上的零值变化到极地的 1.5×10^4r 值。科里奥利效应对大气和海洋环流的影响很大，在它的影响下在北半球形成顺时针向的巨大海洋环流，而在南半球则形成反时针向的海洋环流。

【悬浮体置】suspension，suspension load，suspended load，suspended matter　又称悬浮质。不与海底或湖底、河底直接接触，而悬浮于波浪或流动水体中移动的固体物质。悬浮体主要由粘土、泥、粉砂和砂及浮游生物质组成，其中包括岩屑、火山玻璃、浮石、长石、辉石、角闪石、石英、锆石、电气石等矿物和有孔虫、硅藻、放射虫等浮游生物及其遗体。悬浮体中含有钙、铁、锰、磷、钒、镭、铀、钫、钍等四十多种元素。悬浮体的矿物，生物及化学成分与气候、水文、地形、物质来源等环境有关。因此，研究悬浮体，对海洋沉积作用，生物活动以及海洋水文状况的研究具有一定的理论和实用意义。

【海啸】tsunami，seismic sea wave，seismic surge，earthquake sea wave，tunami　海洋中由于海底地震，海底火山爆发以及大风暴等引起的巨浪的统称。海底地震引起的海啸称地震海啸，暴风引起的海啸称风暴海啸或气象海啸。海啸的波长可达五、六百公里，每小时传播速度达几百公里，周期约在 15—60 分钟之间。一般海啸在大洋传播的过程中，波高很小，而且由于波长很大，故不易被人们察觉。但当它传播到浅海地区时，由于能量集中，波高显著增大，有的达十余米，造成很大的破坏力，并能引起海岸地貌形态的急剧改变。日本和智利等国常受到海啸引起的灾害。通过对海啸的长期观测，掌握其规律，可以进行海啸预报，并采取相应的措施。

【海冰】sea ice　海洋中冰的统称。包括海水本身冻结而成的冰和陆地的冰川以及河水、湖水结冰后流入海洋中的冰。狭义的海冰仅指海水本身冻结而成的冰。海水结冰温度，决定于它的盐度，盐度越大，冰点越低，一般在零下 0.3—2.2℃ 时结冰。海冰开始时形成冰晶体，逐渐生长成冰块，继续冻结就形成随着风和海流运动的冰山，在南极和北极则形成冰原，覆盖着极地海面。现代两极冰的境界线变化很大，北冰洋浮冰境界到达最南位置的时间是在四月，退到最北的时间是在八月末。在太平洋和印度洋的南极地区中，冰的境界线保持在南纬 55°—60°；而在大西洋中则达到南美合恩角以南，它的东部可达南纬 50°。太平洋南部，冰山平均界线接近南纬 40°线，在好望角附近达到南纬 30 ’。在极地，海冰往往造成交通上的障碍，它是腐蚀和搬运作用的重要营力之一。

【海况】sea state，oceanic condition　由风引起的海面粗糙状态，通常用波级来表示，海况等级的划分如下表。

波　高 （m）	波级	波浪名称	海　面　特　征
0	0	无浪	海面如镜或仅有涌浪存在。
0—0.3	1	微浪	波纹涟漪，或涌浪和波纹同时存在。
0.3—0.8	2	小浪	波浪很小，波顶开始破碎，但浪花不显白色。
0.8—1.3	3	轻浪	波峰不大，但很著目，波顶开始翻倒，并开始出现浪花。
1.3—2.0	4	中浪	波浪具有明显的形状，峰顶急剧翻倒，到处形成白浪。
2.0—3.5	5	大浪	出现高大的波浪，波顶上浪花层占有很大的面积，风开始从峰顶上削去浪花。
3.5—6.1	6	巨浪	波峰呈现风暴波的长浪形状，峰顶上被削去的浪花开始一条条的沿着波浪斜面伸长。
6.1—8.6	7	狂浪	被风削去的浪花遍布于波浪的斜面，甚至达到波谷，波峰上布满浪花层。
8.6—11.0	8	狂涛	密集的浪花布满波浪的斜面，海面变成白色，只在波谷内有些处无浪花。
>11.0	9	怒涛	整个海面布满密集的浪花层，空气中充满水滴和飞沫，能见度降低。

海洋地貌与地质

【海岸地貌】coastal landform　指海洋和陆地在各种地质营力的相互作用下产生于海岸上的地貌形态。其中包括波浪侵蚀地形和堆积地形，如海蚀崖、浪蚀平台、风暴阶地、沿岸沙坝凹槽及海滩等地形形态。详见“地貌学”。

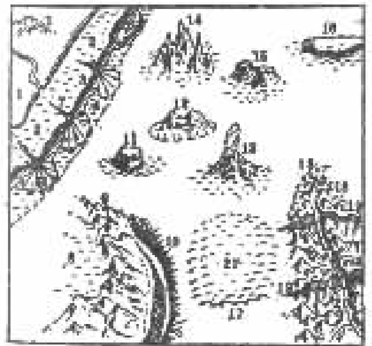
【海岸】coast　海洋和陆地交接带的陆地部分。一般包括海洋营力作用所能达到的海蚀崖基脚或海岸平原到海岸线之间的带状地区。海洋和陆地的交接线则称海岸线。

【水下岸坡】submarine slope of coast　自低潮线向海洋方向的斜坡。为现代海陆交

互作用地带，其地质作用一般以冲刷侵蚀为主，但在下降海岸地带，沉积作用也很显著。

【海滩】 beach　由波浪和海流作用在岸边形成的平缓的堆积地形。

【海底地形】 submarine topography　海洋底部的地貌形态。典型的海洋地形是由大陆边缘、洋盆、大洋中脊等三个大的地形单元构成。大陆边缘由大陆架、大陆坡和大陆隆等地形构成。大陆边缘上还有海底阶地、海底谷、海底扇等次一级地形。洋盆中有深海平原、深海丘陵等。中央海岭或大洋中脊的脊部有中央裂谷，在翼部有海，底山脉或丘陵地形。海山和海底平顶山广泛分布于大洋中脊和洋盆上，靠近岛弧一侧常有巨大海沟分布。海底地形主要是海底地壳运动的产物，他能反映海底地质构造和地质历史的演变。

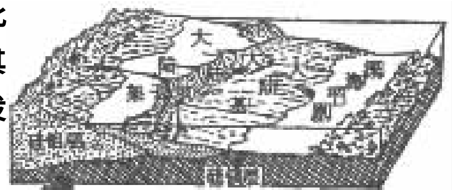


海底地形示意图
1.大陆；2.大陆架；3.大陆坡；4.陆基；5.海底扇形地；6.边缘台地；7.海底谷；8.海盆；9.岛弧；10.海沟；11.环礁；12.群岛裾；13.海底火山；14.海峰；15.海底平顶山；16.海台；17.海底丘陵；18.中央海岭；19.海底断裂带；20.中央裂谷；21.深海平原

【海床】 sea bed，sea flooγ　海的底部，也叫海底。

【洋底】 ocean floor，ocean bed　大洋底部。洋底的海水深度一般在4000—6000米。洋底由于地壳运动和火山活动等地质作用形成了海山、海底丘陵、海岭等正地形。洋底的广大地区为大洋中脊和深海盆所占据。其中沉积有红粘土和生物软泥。洋底地壳厚度比大陆地壳厚度小，太平洋和大西洋厚约4—6公里左右，印度洋约3—4公里。

【大陆边缘】 continental margin　简称大陆边或陆缘。海岸线至深海底之间的海底。大陆边际缘为大陆到大洋的过渡带，包括大陆架、大陆坡、大陆基（或大陆隆）等地形单元。其中大陆架和大陆坡总称为大陆阶地。大陆边缘的地壳为大陆到大洋的过渡型。一般根据地质构造和活动性，将大陆边缘划分为主动型（活动型）大陆边缘，如太平洋型大陆边缘；被动型（稳定型）大陆边缘，如大西洋型大陆边缘。按板块构造说，太平洋型大陆边缘，又叫聚敛型大陆边缘，其特征是岛弧和海沟及火山带发育，地震活动也相当频繁，是构造上不稳定的地带。与此相反，大西洋型大陆边缘则是离散型大陆边缘，其特征是以隆起，拉张断裂作用为主，断陷盆地发育，地形并不复杂。



大陆边缘

【大陆阶地】continental terrace　简称陆阶。大陆周围从低潮线至大陆坡基脚之间的海底地带。即大陆架和大陆坡的总称。

【大陆架】continental shelf，continental platform，shelf　又称陆架、大陆棚、大陆平台、大陆浅滩，后两个名称已不采用。大陆架是大陆的自然延伸，通常是指大陆周围倾斜比较平缓的海底地带，即从海岸起逐渐向海洋方向延伸，直到坡度显著增大的转折点为止。转折点的水深各地不一，一般约为 200 米。世界各海域大陆架的宽度变化很大，有的地区宽达 1000 多公里，有的地区很窄，甚至缺失，如南美洲沿岸。大陆架上发育有陆架（棚）谷、海底阶地和浅滩地形。沉积物主要是陆源碎屑物质，还有生物碎屑和少量的化学沉积。大陆架的构造特征受大陆地质构造的控制。关于大陆架的成因，目前以“冰川控制说”比较盛行，认为大陆架是在第四纪冰期的低海平面时期大陆边缘陆地受侵蚀和堆积的产物；也有人认为它是地壳褶皱或升降运动的产物。大陆架约占世界海洋总面积的 7.5%，天然资源丰富，是世界三大渔场的所在地，并且蕴藏有丰富的石油、天然气等各种矿产资源。

【陆架外缘】shelf edge，shelf break　又称陆架沿，大陆架与大陆坡之间坡度显著变化的大陆架边缘地带。陆架外缘水域的深度各地不同，在高纬度地区由于冰蚀作用强烈，深度可达几百米；一般约为 100—200 米。陆架外缘上常出现海底基岩露头或珊瑚礁，而且常有海底谷切割。

【岛架】island shelf，insular shelf　曾称岛棚。岛或群岛周围倾斜比较平缓的海底地带，含义与大陆架相似。它从海岸向深海方向坡度由小到大，直到倾斜急剧增大的岛坡处为止。一般大陆岛的岛架比较宽广，有的和大陆架联成一片，而大洋岛是由火山活动或珊瑚堆积物形成的，通常缺失岛架。有些岛架上还有海底阶地。

【大陆坡】continental slope　又称大陆斜坡，简称陆坡。这个术语是 1900 年魏格纳（H. Wagner）针对陆架坡折与深海大洋底之间的整个地区而提出的。按地质学观点，大陆坡是大陆边缘的中央部分，一般位于陆壳及洋壳之间的过渡带上，在地貌上，陆坡开始于陆架坡折处，通常是指从大陆架外缘向深海倾斜的较陡的坡面。陆坡的上界在陆架坡折，下界往往是渐变的，位于 1400—3200 米水深范围内，局部位于更大的水深之中。已观察到的最佳陆坡在珊瑚岛岸外，那里可延伸到深海盆，坡度可达 45°，其基脚与大陆隆或海沟相接。陆坡的倾角一般只在 3°—6°之间，大陆坡是个很窄的海底区域，宽度一般在 20—100 公里，上覆水深一般为 100—3200 米。大陆坡上常有许多深海谷和海底阶地。沉积物主要为陆源碎屑。坡面由基岩或很厚的沉积岩层构成，它包括地层单斜构造面、断层面，基岩侵蚀面、生物礁面以及三角洲前积层等几种类型。关于大陆坡的成因，“沉积起源说”认为它是原始坡面上沉积物堆积而成；“断层说”认为斜面是由

于断层下陷而成；"挠曲说"认为坡面是地层挠曲的产物；另外有的认为有些陆坡是中新世以来上升地壳受到侵蚀后被海水淹没而成。

【大陆斜坡】confinenfal slope　即"大陆坡"。

【岛坡】insular islope，slaud slope　岛架外缘深海底之间的陆坡地带。它是围绕海洋中岛屿发育的陆坡。

【大陆隆】continental rise　又称大陆基、大陆脚、大陆裙，简称陆隆或陆基。它是大陆坡与深海平原或深海丘陵之间的平缓斜面。陆隆坡度在1∶40—1∶2000，宽度0—600公里，水深在1400—5100米。陆隆实际上是由陆源粉砂和粘土堆积而成的海底扇或沉积裾，其纵剖面呈楔形。

【大陆裙】continental rise　即"大陆隆"，由于其形状似裙，故名。

【海底谷】sea valley，submarine valley　又称海谷，是切割海底而伸长的谷形凹地。有各种各样的形态；有的切割很深，谷壁较陡的"V"型谷叫做海底峡谷；有的谷坡平缓并具有较宽的剖面；有的是谷壁很陡但谷底为宽而平坦的槽谷。切割陆架而成的海底谷叫做陆架谷或陆棚谷，其中包括冰川谷、潮汐冲沟、溺谷等。切割陆坡或陆隆而伸入到澡海底的海底谷叫做深海谷。关于海底谷的成因，"浊流说"认为它是强烈的浊流侵蚀作用的产物；"构造成因说"认为是在水下断层谷或向斜谷的基础上的产物；"冰川控制说"认为是冰川作用切割的产物，还有人认为陆地河谷被海水淹没而形成的。世界上许多海底谷中已发现并开采各种砂矿。

【海底峡谷】submarine canyon　海底谷的一种。为深切陆架、陆坡或陆隆伸入到深海底的，谷壁陡峭而呈"V"型剖面的海底谷。如非洲刚果河口外和北美哈得逊河口外的海底峡谷。

【陆架谷】shielf channel　又称陆棚谷。为切割陆架而成的海底谷。一般分布在陆架范围内，其中包括冰川谷、溺谷、潮汐谷等。

【深海谷】deep－sea channel　切割陆架、陆坡或陆隆伸入到深海的海底谷，多数分布在海底扇上呈扇形，这种海底谷叫做"海底扇谷"。

【海底扇谷】submarine fan valley，subsea fan valley，deep－sea fan valley　又称深海扇谷。切割海底扇或海底锥呈扇状分支的海底谷，常具有曲流或蛇曲形态，主要受沉积物类型及沉积速度的控制。海底扇谷的上游常呈对称的横剖面，有的谷壁较陡，深度一般可达300米以上，宽度1—2公里左右。谷中的沉积物一般较粗，主要由浊流、地滑、表层蠕动等作用供给。

【海渠】farrow　**切割大陆架并大体与海岸垂直的构造谷，它由断层，褶皱等构造运动产生，往往形成良好的海港。**

【海釜】caldron　**圆形、椭圆形锅底状的海底小型凹地，常发育于海峡地区，主要由潮流产生的涡流侵蚀而成。其底部由基岩构成，常堆积有磨圆的砾石。**

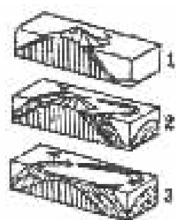
【礁】reef　**接近海面的海底突起。它能产生航海危险或波浪破碎作用，其中由基岩构成的称岩礁；由珊瑚堆积而成的称珊瑚礁。低潮时能露出水面的称明礁；不能露出海面的称暗礁。**

【暗礁】ledge，sunken reef　**低潮时也不露出海面的海底突起。暗礁是航海中的危险区。其中有岩礁和珊瑚礁二类。其表面有砂、砾石、贝壳沉积的突起又称“暗沙”。**

【暗沙】shoal　**表面沉积有砂砾、贝壳等松散碎屑物质的暗礁，如我国黄海的五条沙，南海的曾母暗沙等。**

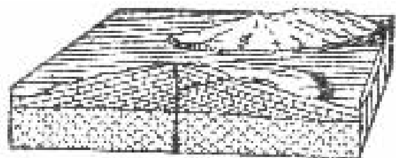
【珊瑚礁】coral reef　**海洋中由造礁珊瑚的钙质遗骸和石灰藻类等生物遗骸聚集而成的礁。按形态，珊瑚礁可分为裙礁、堡礁、环礁和桌礁等四种。珊瑚礁的成因假说主要有达尔文（**C. Darwin**）和丹纳（**J. D. Dana**）的“沉降说”；戴利（**R. A. Daly**）的“冰川控制说”；以及奎宁（**P. H. Kuenen**）的“冰川控制沉降说”等。后者是前两种假说的综合。其大意是：①开始在火山岛周围海蚀台外缘上形成珊瑚礁；②随着海蚀台的缓慢下沉珊瑚礁继续成长并形成礁湖；③由于冰期海平面变化，陆地作阶梯式上升和海退，而岛屿不断受到侵蚀，最后形成平台；④冰期后随着海面上升平台上形成堡礁和环礁等各种珊瑚礁。我国南海的南沙群岛和东沙群岛就是由许多珊瑚礁构成的。**

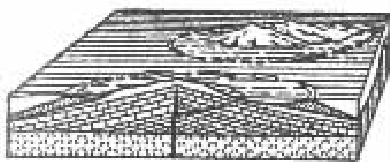
【裙礁】fringing reef，shore reef　**又称岸礁或边礁，直接附着在海岛或陆地上的，具有起伏的桌状表面的珊瑚礁，它在低潮时能露出海面。其宽度可达一公里，向海斜坡急剧的向深海倾斜。在裙礁与其附着的陆地之间可能有一浅水道或泻湖。**



珊瑚礁的发展过程
1.裙礁，2.堡礁，
3.环礁

【堡礁】barrier reef　**海洋中围绕岛屿或大陆作堤状分布的珊瑚礁。它与海岸之间有较深而宽的泻湖或礁湖隔开，主要分布在火山岛周围及大陆外海，如澳大利亚东北的沿岸大堡礁（长**1000**公里，宽**80**公里）。堡礁一般由附着于岸边的内礁和礁湖外的外礁构成。外礁的宽度一般在**500**米左右，个别的可达几公里。礁湖宽度从可航行的宽度到几公里，水深**20—100**米。**


岩礁



堡礁

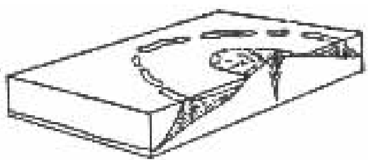
【环礁】 atoll，lagoon island，ring reef，reef ring 海洋中呈环状分布的珊瑚礁，中间有封闭或半封闭的泻湖或礁湖，但没有非珊瑚礁成因的中央岛屿，这是与堡礁不同的一点。环礁露出海面的高度达几米，呈圆形，椭圆形及马蹄形。直径约为 1—130 公里，向海一侧的斜面较陡，可达 45°，上部甚至达 90°。环礁内一般有厚达 1000 多米的造礁石灰岩，其基座为玄武岩质海底火山。环礁一般分布在珊瑚易于生长的太平洋和印度洋的热带和亚热带海洋上，比较典型的环礁是马绍尔群岛和马尔代夫群岛。



环礁

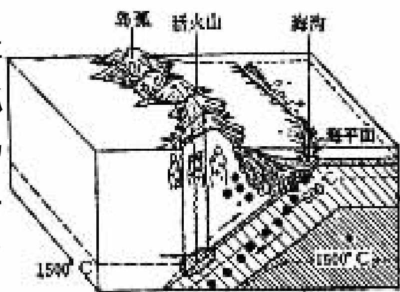
【桌礁】 table reef 顶部平坦的桌状珊瑚礁，低潮时可露出礁湖底。桌礁一般在风和涌浪作用较强的地区上形成，其长轴延伸方向常与主要风向一致。桌礁面积一般较小，直径从几百米到几公里之间。有的桌礁上可以形成砂质堆积岛。桌礁主要分布在印度尼西亚附近和中国南海、西印度群岛、澳大利亚东北岸等大陆周围。

【礁湖】 atoll lake，atoll lagoon 又称环礁湖，是由珊瑚礁围成的泻湖。水深一般在 20—100 米之间，宽达几公里。如太平洋中的比基尼环礁有巨大的礁湖。



礁湖

【岛弧】 island afc 又称岛链、岛脉、弧形列岛，指海洋中呈线形分布的列岛。它们大多数位于大陆与大洋的境界地带，呈弧形排列，弧一般凸向大洋，但也有例外。世界上大多数岛弧分布于西太平洋地区，构成环太平洋岛弧系的主体。现代岛弧的特征是：具有弧形特征，伴有强烈火山活动和地震；在弧凸出的一侧有深海沟，凹入侧有边缘海；具有明显的重力异常，在岛弧上具正异常，海沟上则呈负异常，地热值较高等。因此岛弧是现代地壳最活动的地带。现在有的将岛弧的概念引伸到大陆，凡是具有弧形的大构造都归入岛弧范畴，如亚洲的喜马拉雅弧形构造，美洲的科迪勒拉山脉构造等。岛弧与海沟，边缘海共同构成沟 - 弧 - 盆系。按并列的岛弧数，岛弧可分为单弧和双弧，最近有人又提出，三重弧。双弧，一般是靠海洋一侧的弧为非火山性弧，也叫外弧；靠大陆一侧的弧为火山弧，也叫内弧。关于岛弧的成因，“板块构造说”认为它是由于大洋板块俯冲到大陆板块下面时将岩浆推上地表而成的，也有人认为岛弧是地壳褶皱运动的产物。



岛弧海沟构造

【弧形列岛】arcuate islands　即“岛弧”。

【单（岛）弧】single arc　岛弧的一种类型，为单行排列的岛弧。其特点是岛弧海沟地形断面同重力断面一致，即在海沟中有显著的重力负异常。重力负异常有两种类型：一种是重力负异常，断面呈不对称形，在靠近大陆一侧又有小的负异常带，如马里亚纳海沟；另一种是断面呈对称形的负异常，并没有第二个负异常带，如雅浦海沟。

【双弧】doubleisdand arc　又称二重弧，岛弧的一种类型，为两条并行排列的岛弧。其中靠近大陆一侧的称内（岛）弧，是由火山构成，故称火山弧；靠海沟一侧的称外弧为非火山性弧。如印度尼西亚岛弧，从小巽他群岛到大巽他群岛的双弧剖面中自外向里依次出现海沟、外弧及重力负异常带，火山弧及重力正异常带，深地震带等。

【内（岛）弧】inner arc　指双弧中靠近大陆侧的岛弧，火山活动强烈，又称火山性弧。详见“双弧”。

【外（岛）弧】outer arc　指双弧中靠近海沟一侧的岛弧，一般为非火山弧。详见“双弧”。

【火山弧】volcanic arc　火山作用形成的岛弧、详见“岛弧”。

【环太平洋岛弧】circum－Pacific island arc

沿太平洋边缘作弧形分布的岛弧系列。这一带岛弧外侧有海沟与之平行分布，并具地震和火山活动频繁构成地壳的活动带。在美洲西岸是以安第斯弧形山脉与秘鲁海沟并行出现。为了便于研究，有人将环太平洋岛弧分为新西兰－汤加，美拉尼西亚、印度尼西亚、菲律宾、琉球－西日本、东日本－马里亚纳、千岛、阿留申、中美太平洋岸、西印度群岛、南美太平洋岸、斯科舍－南极西部等十二个区。

【海沟】trench，oceanic trench，marginal treuch，sea－floor trench　两侧斜面陡峻的细长深海巨型凹地。大部分海沟位于大陆边缘或岛弧与深海丘陵之间，并与大陆延伸方向平行，比周围洋底深2000米以上，深度大多数超过6000米，最深超过11000米。海沟长达几千公里，宽达一百公里。大多数海沟具有不对称的V字型横断面，靠大陆一侧斜面较陡，靠大洋一侧斜面较缓。海沟向大洋过渡的地方有平缓隆起，称边缘隆起。海沟斜面上常出现有阶梯形台地称海坪（bench）。海沟底部有厚度不大的沉积物，通常为几百米，最厚的介于500—1500米之间。海沟与岛弧构成现代地壳的活动地带，即岛弧海沟系，常伴有火山带和地震带。关于海沟的成因，“板块构造说”认为它是大洋板块俯冲到大陆板块之下时形成的，也有人认为它是地壳断裂或褶皱下陷的产物。

【海槽】trough 又称舟状海盆，比海沟浅而小，两侧斜面较缓，类似黄瓜的长椭圆形深海凹地，呈槽形，具“U”字形剖面。如东海的冲绳海槽，日本西南的四国海槽。海槽底部有较厚的沉积物。一般认为海槽是由海沟受沉积物充填而逐渐形成的，但板块构造说认为它是海底拉张断陷而成。

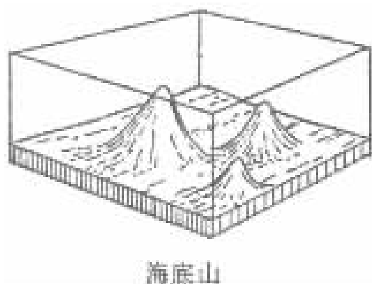
【海渊】deep，fosse 深度超过6000米，轮廓清楚的深海凹地，多数位于海沟中。如马里亚纳海沟中的马里亚纳海渊，是世界最深的海底，深达11034米。

【岛弧海沟系】island－arc trench system 岛弧与海沟并行排列构成的地壳活动带的构造体系。主要分布在太平洋边缘。

【沟弧盆系】trench－arc－basin system 海沟－岛弧－边缘海盆系统的统称。

【大洋盆地】ocean basin 简称洋盆。大陆坡以外水深4000—6000米的深海底。它包括中央海岭、海山、深海平原、深海丘陵等地形；具有大洋型地壳；沉积物主要有红粘土和生物软泥，及少量的浊流携带来的深海砂、宇宙尘等。

【海山】seamount 又称海底山。具有圆形或椭圆形顶面，高出周围海底1000米以上孤立的或相对孤立的水下山。海山坡度较陡，其顶部水深一般在2000—2500米间。海山大多数由海底火山构成，三个或三个以上海山呈线形排列的称海山链；三个以上海山不呈线性排列的称海山群；海隆或洋脊上三个以上海山构成海底山脉。


海底山

【海山链】searnount chain 呈线性排列的三个以上的海山，如夏威夷海山链。

【海山群】seamouut group 呈不规则排列的密集成群的海山，如中太平洋海山群。

【海底山脉】seamount range 洋隆或洋脊上三个或更多的海山排列而成的水下山系。

【海峰】seapeak 尖顶的海山，是由海底火山形成。

【海底平顶山】table mount，table knoll，guyot 又称平顶海山、截顶海山，音译为盖奥特。指圆形或椭圆形平顶的海山。顶部水深在200—2500米之间，一般约在1000—2000米之间。侧面坡度较珊瑚礁陡，山麓有壕状凹地，在顶面常有玄武岩圆砾和白垩纪晚期的造礁珊瑚及瓣鳃类等浅海生物化石，因而认为平顶海山是受过侵蚀后下沉到水下的。但是根据不同深度的平顶海山顶面有不同时代的化石，如1800米深的海山顶部有白垩纪化石，1000米深的海山顶部有始新世化石，400米深的海山顶部则有新

第三纪的化石。有人认为不同深度的平顶海山顶面并不表示地壳沉降的差异，而是代表形成时代的差异。

【盖奥特】guyot　平顶海山的音译名，亦译盖约特。盖奥特（Arnold Gugot）是十九世纪的瑞士—美国地质学家。

【海台】plateau，submarine plateau　又称海原、海底高原。指高出周围海底 200 米以上，顶部平坦的海底高地。其顶面一般呈轻微的起伏，周围斜面比较陡峭，如日本海中的朝鲜海台，太平洋的沙茨基海台，大西洋的布莱古海台等。

【海底高原】即“海台”。

【大洋浅滩】oceanic bank　大洋中水深小于二百米，略呈平顶的海底高地，多由海岭的平顶山脊和淹没的珊瑚礁构成，一般不妨碍船只航行。如南海的万安滩、台湾浅滩等。

【深海丘陵】abyssal hill　比高平均为 100—200 米，宽度为几百米到几千米的起伏平缓的海底隆起。一般位于海岭、海沟所隔绝的海盆中，沉积物主要为红粘土、软泥等远洋沉积物。深海丘陵多数是海底火山作用的产物。太平洋的 85%，大西洋的 50% 的海底分布着深海丘陵。

【海丘】knoll，seaknoll　分布于深海底的丘陵状的高地，比高低于 1000 米，多分布于深海平原中。

【深海平原】abyssal plaint　位于大陆隆和深海丘陵之间的非常平坦的海底。其坡度在 1∶1000—1∶10000 之间，深度变化只有几米。沉积物主要是硅质软泥和钙质软泥以及红粘土，并含有可能是浊流带来的砂和粉砂等陆源物质。深海平原往往被深海谷切割。有人认为深海平原是由浊流携带的物质覆盖深海丘陵等形成的。

【海盆】basin，ocean basin　圆形或椭圆形的巨大深海凹地，它常为海岭、海山群所环绕。水深一般不超过 4000 米，底部较平坦，但也有微小的起伏。其中有的底部沉积物很厚，构成深海平原，有的几乎没有沉积物成为深海丘陵地形。沉积物主要为红粘土和软泥。海盆主要分布在大洋盆地中，目前已知太平洋中有 14 个海盆，大西洋中有 19 个海盆，印度洋中有 12 个海盆。


深海平原

【海槛】sill　分隔相邻海盆或分隔海盆与洋盆的海岭或隆起地形的鞍部。如分隔地中海海盆与大西洋直布罗陀海峡底部的鞍部。鞍部的最大深度称海槛深度，接近大陆一侧的海盆中沉积厚度超过海槛深度时，海槛外侧的海盆就开始接收大陆物质的沉积。有人也将接近峡湾口处的海底岩石或泥质的横向隆起称为海槛。

【海槛深度】sill depth　海槛鞍部的最大水深。详见“海槛”

【海底扇】 submarine fan，submafine cone，submarine delta，deep - sea fan　又称海底锥、海底三角洲、深海扇。为在陆架大河口外或海底谷口外形成的扇状堆积地形。它的形状象陆上的冲积扇或洪积扇，但规模很大。它一般分布在海底谷的谷口外侧。其中有的是陆地三角洲被淹没而成，有的是浊流戎滑动作用搬运的沉积物堆积而成。世界上最大的海底扇是孟加拉湾中的恒河口海底扇，长达2500公里，一直延伸到斯里兰卡深海平原水深5000米处，平均坡度1∶500，面积超过200万平方公里。

【海底三角洲】 submarine delta 即“海底扇”。

【岛裙】 archipelagic apron　围绕海底火山山麓或群岛展开的平缓扇形斜面。其上端坡度比下端略陡一些，一般1—2°。往往有寄生火山或受深海谷切割而使地形变得复杂，下端一般与深海丘陵相接。岛裙的上部表面也称群岛平原（arehipelagic plain）。岛裙的地层比深海丘陵地层要厚得多，前者的第一层，即未固结沉积物的厚度约为0.4公里，后者约为0.2公里；第二层的厚度，前者约为2.4公里，后者约为1.1公里，它们可能是固结沉积物或火山岩及其混合物。一般认为岛裙是海底喷发的熔岩流凝固而成，也有人认为它是火山沉积和浊流作用的混合产物。

【海岭】 ridge　旧称海底山脉，是海底细长巨型隆起地形的总称，其中包括洋中脊、无震海岭（aseismic ridge）、海隆等地形。海岭主要由玄武岩质岩石构成，上面往往长有珊瑚礁，有的则露出海面形成海洋岛，关于海岭的成因，板块学说认为它是海底火山作用的产物，也有人认为它是褶皱山脉。

【洋中脊】 mid - oceanic ridge，midocean rise，oceanic ridge　又称中央海岭。贯穿大洋呈线状延伸的巨大的中央海岭，如大西洋中脊、印度洋中脊、东太平洋洋隆等。其总长度可达84000多公里，宽达1000—1500公里，一般高出周围洋底1—3公里。洋中脊的轴部有中央裂谷，地热值较高，沿着轴部分布有浅地震带和火山带。洋中脊的两侧地磁异常条带往往呈对称。地壳年龄也随着离轴部距离的增加而逐渐增大，垂直洋中脊方向上还有许多断裂，一般叫做转换断层，因此板块构造说认为大洋中脊是海底扩张中心，是新生海洋地壳的出生地。但大西洋中脊及印度洋中脊与东太平洋洋隆比较，在地形及地质上有许多差别，前二者的两翼倾斜较陡，多形成山脉，轴部有很深的中央裂谷，地形起伏较大（约为1—3公里）；后者两翼较平缓，多为丘陵地形，中央裂谷不发育或不明显，故把东太平洋巨大隆起地形叫做洋隆以与其它洋中脊相区别。现在，洋中脊的顶部，特别是东太平洋洋隆顶部多处发现有富含铜、钴、锌的热液多金属沉积物或块状硫化物。因此，洋中脊的研究不仅具有地质理论意义，而且还有经济意义。

【中央海岭】 mid - oceamic ridge　即“洋中脊”。

【海脊】oceanic ridge　又称洋脊，海岭的一种。是两侧斜面较陡，延伸很长的海底山岭。

【洋隆】oceanic rise　又称海隆，海岭的一种，两侧斜面较缓，延伸很长的海底隆起，如沙茨基海隆，麦哲伦海隆是无震海岭的一种。

【中央裂谷】mid－ocean rift，midocean valley，median valley，median rift，axial rift　又称洋中谷、轴谷、中央地堑、沿着中央海岭轴部分布的巨大断裂谷。如大西洋中央海岭的中央裂谷，谷底水深2700—4600米，两侧山顶高出谷底1100—2200米，谷宽13—48公里，在其延伸方向上有转换断层断续切割，可以见到海底新鲜玄武岩及现代火山作用地带；沿着裂谷有浅源地震带和高热流带分布。

【洋中谷】mid－ocean valley　即“中央裂谷”。

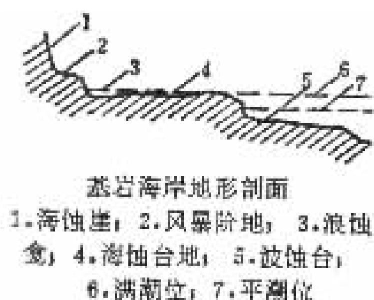
【无震海岭】aseismic ridges　海岭的一类，是地震活动微弱或很少的海岭。它一般高出周围海底2000—4000米，宽250—400米，长200—5000公里不等。无震海岭与活动的洋中脊不同，其顶面起伏不大而两侧斜面较陡，构造活动微弱，无裂谷，很少有地震活动或活动微弱。较典型的无震海岭是太平洋的夏威夷海岭和天皇海岭，大西洋的鲸鱼海岭和里奥格朗德海岭，印度洋的东经90度海岭。关于无震海岭的成因大体有三种说法：❶大陆碎块；❷洋壳上升的产物；❸地幔对流和岩石圈板块移动过程中产生的线状火山链构成无震海岭，由此产生了所谓热点说。

【微大陆】microcontinents　又称微型大隆。分布于海洋中的由大陆型地壳构成的孤立陆块。如印度洋的塞舌尔群岛、马达加斯加岛。微型大陆的地壳结构特征基本上与大陆相同，其地壳厚度达30多公里，具有花岗岩质地壳。微大陆的成因，目前有两种说法：一是大陆的碎块，是从原先的大陆分离开的；二是在海底扩张过程中，把原先的陆块带到海洋中去的结果。也有人认为微大陆即无震海岭。

【海底阶地】submarine terrace　发育在海底的阶梯状地形。海底阶地不仅见于大陆架和岛架上，而且还见于大陆坡和深海底。深海底的阶地称深海阶地（deep—sea terrace）。阶地表面略有起伏，常有砾、砂等粗碎屑物质堆积，突起地方多为岩石露头。在大陆架上海底阶地有的还保留着河谷痕迹，海底阶地的成因比较复杂，浅海区的阶地，有的是海底或陆地的侵蚀面沉降而成；有的则是阶梯状断层的产物；还有些是海积阶地。深海阶地主要形成在海沟侧面和海岭两侧斜面上，其成因尚不十分清楚，有的可能是断层作用的产物，有的可能是熔岩作用的结果。

【海坪】bank　又称深海阶地。海沟或海岭斜面上呈阶梯状分布的细长台地。海沟上海坪一般分布在靠近海岛一侧的斜面上，而海岭或其他海底高地则在两侧都有海坪分布，常构成深海阶地。海坪可能是断裂运动的产物。

【海蚀作用】 marine erosion　指波浪、潮汐、海流等海水运动和化学作用对海岸和海底的侵蚀破坏过程。海水对岩石的溶解称溶蚀作用（solution）；波浪对海岸岩石的直接冲后刷，海水冲入岩石裂隙时，水及空气产生的压力对岩石的破坏过程程称浪蚀作用；波浪挟带砂、砾等岩屑对海岸及海底的冲击或磨削而产生的机械破坏过程称磨蚀作用（abrasion）。以上各种作用并不是孤立进行的，而是相辅相成的。海蚀作用可形成海蚀崖、海蚀洞、海蚀沟、海蚀柱，浪蚀平台等海蚀地貌。



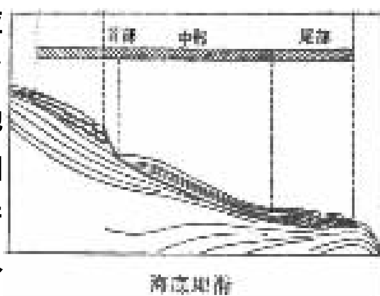
基岩海岸地形剖面
1.海蚀崖；2.风暴阶地；3.浪蚀龛；4.海蚀台地；5.波蚀台；6.满潮位；7.平潮位

【海底风化作用】 submarine weathering，palmyrolysis　又称海解作用。在沉积作用微弱或完全没有沉积作用的海底上发生的海水与沉积物之间的地球化学反应过程。如粘土矿物的改变，长石和云母产生海绿石，火山灰中形成钙十字沸石和橙玄玻璃等现象。

【海底地滑】 submarine slide　海底斜坡上未固结沉积物受重力作用，发生崩坍等所引起的比较急速的物质移动的现象。这种滑动主要是指大型的沉积块体，不包括以水为主体的流体对沉积物质的浊流搬运作用。还有人认为也不应包括以塑性变形为主的蠕动现象。近年来由于海底声波探测的发展、海底作业不断取得进展，海底地滑作用已逐步弄清，目前，主要是根据形态分类，将海底地滑分为层间地滑、□转地滑和崩坍三类。研究海底地滑必须了解的内容有，斜坡的剖面、滑动面的形态、大小和倾斜度，滑动面上下的物质，间隙水压力，沉积物密度，剪切阻力等。发生地滑地区，其滑动面上沉积物的破坏条件，可按库伦－太沙基（Coulomb Terzaghi）公式表示如下：

$$S = c' + (\sigma' - \mu)\tan\phi$$

式中：S 为剪切阻力；c'为有效垂直应力；σ 为垂直应力（垂直于滑动面的总重量）；μ（为间隙水压力；φ'为内摩擦角。海底地滑多发生于仅有几度的缓倾斜地区。发生地滑的原因有些是属于沉积物内在的物质因素，如含水状态下超负荷的影响，沉积物中的天然气产生的高压，粘土物质的含量等，有些则是诱发地滑的外因条件，如地壳的变动、地震、海浪等的影响。海底地



海底地滑

滑可以导致覆盖于海底峡谷与谷顶的新沉积物滑动，并形成浊流。

【层间地滑】interlayer slide 薄层地滑的一种，为倾斜平缓的斜坡上作平行状态的滑动。陆地上的地滑，其深度与长度之比一般在 1/10 以下，而大规模的海底地滑层的深度与长度之比则在 1/200 至 1/250 之间。这是因为海底地形与陆上不同，一般的沉积场所都是地形简单，倾斜平缓，而且海底沉积物较陆上沉积物均质性强，一般都成大块，滑动面上粘土的含水量等在大范围内是相同的所致。此类地滑多产生于坚硬岩层之上所负载的松软地层，或是坚硬地层中夹有软弱层等。地滑作用对于海底电缆等设施有巨大的破坏作用。

【回转地滑】又称圆弧型地滑，是产生于比较均质的厚层沉积物斜坡上的地滑。它是沿着崩坍较急且明显呈圆弧状的滑动面上形成的，故崩落的块体多向后□转。法国比斯开湾的大陆斜坡上发生的这种地滑最为典型。在水深 250—700 米之间的第四纪地层构成的斜坡发生崩坍，崩坍先由斜坡下部开始，滑体各块段的宽度最大一公里，相对垂直位移达 80 米。在地滑的前缘部分发育着有波长 500 米，波高 20 米左右的滑动褶皱。斜坡倾斜度上部在 5°以下，下部只有 50′。一般地说，大陆架外缘至大陆斜坡上部之间，在第四纪沉积物大量沉积的地区，最易发生海底地滑。

【海底火山】submarine volcano 在海底喷发的火山，主要由海洋拉斑玄武岩构成。露出水面的形成火山岛，常具有破火山口；未露出水面的则形成海山和海底丘陵等。深海区的火山，由于受到上覆水体的强大压力，不产生火山灰和浮石，常形成盾形火山很少具有破火山口。海底火山山麓有的彼此相连形成海 LU 群和海岭。火山岛和海山周围常有平缓的扇形斜面，即岛裾。有的火山岛或海底火山，由于沉降和侵蚀形成珊瑚礁或平顶海山。太平洋中约有 10，000 多座海底火山，大部分是死火山，只有少数是活火山。

【环太平洋火山带】circum - Pacific volcanic belt 围绕太平洋边缘分布的火山带。广义的环太平洋火山带还包括邻近印度洋的印度尼西亚岛弧火山带和邻近大西洋的西印度群岛火山带及斯科舍岛弧火山带。其分布位置从日本、千岛群岛、阿留申群岛、北美和南美太平洋沿岸直至南极洲沿岸。世界上半数以上的活火山分布于这一地区中。环太平洋火山带与环太平洋地震带、环太平洋岛弧构成太平洋周围的地壳活动带。活动带的外侧主要为钙碱性的英安岩、安山岩和流纹岩；内侧主要为橄榄玄武岩、拉斑玄武岩、粗面岩、响岩等火山岩。这两类岩石的分布界线称安山岩线或马绍尔线。

【马绍尔线】Marshall line 又称安山岩线，太平洋周围以安山岩分布来划界的两类岩石界线。1912 年由马绍尔（P. Marshall）提出，故称马绍尔线。以此线为界，靠大陆一侧主要分布有硅质含量较多（$>50\%$）的钙碱性岩石，如安山岩、英安岩，流纹岩等；靠大洋一侧主要分布有硅质含量较少（$<50\%$）的碱性岩石，如橄榄玄武岩、粗

面岩、拉斑玄武岩等。故一般认为它是大洋型地壳和大陆型地壳的分界线。但事实上在此线陆侧的一些地段，如马里亚纳、小笠原群岛西侧的菲律宾海一带仍有大洋型地壳的分布。安山岩线与环太平洋地震带相邻而平行分布。地理位置大体上自新西兰南部麦阔里群岛北经克马德克、汤加、萨摩亚、斐济、新喀里多尼亚、所罗门、俾斯麦、马里亚纳、小笠原、千岛、阿留申、加拉帕戈斯等群岛一直延伸到南美西岸南端。

【海洋拉斑玄武岩】oceanic tholeiite 又称深海拉斑玄武岩。指产生在海岭、海山等处的富含铝、钠，而贫钛、钾的拉斑玄武岩。它同海洋岛中产出的拉斑玄武岩比较，Al_2O_3（CaO）、Na_2O、$Na_2O + K_2O$ 含量较高；TiO_2、FeO、$FeO + Fe_2O_5$、MgO、P_2O_6 含量较低，而且化学成份比较均匀。有人认为海洋拉斑玄武岩与海洋岛上的拉斑玄武岩成因不同，可能是未经分异作用的原生岩浆的固结产物。太平洋、大西洋和印度洋等洋中脊一般都由海洋拉斑玄武岩构成，故又称洋脊型拉斑玄武岩。

【海底地震】submarine earthquake 在海底发生的地震现象。它的分布大体有沿着洋中脊中央裂谷，或垂直洋中脊的转换断层带分布的浅源地震带，和沿着岛弧－海沟系分布的浅源地震和深源地震带。有人认为浅源地震多发生在张力作用带，深源地震常发正在挤压作用带，并以此作为海底扩张版和板块构造说的论证。

【环太平洋地震带】circum－Pacific seismic zone 沿着太平洋边缘分布的地震带。它与最新的造山带相一致，是世界上地震活动最频繁的地区之一。地理位置大体从印度尼西亚经日本，阿留申群岛，北美和南美西岸直至南极的北岸。

【洋中脊地震带】mid－oceanic soismic zone 沿着洋中脊轴部分布的地震带。其宽度较窄而延伸很长，震源较浅，震级很少超过六级，具有火山地震性质。在大西洋中脊、印度洋中脊和东太平洋隆上都有浅源地震带分布。

【海底断裂带】submarine fracture zone 海洋底部呈条带状分布的破碎带或断裂带。大洋中大体可分为两个断裂系统：一是沿洋中脊轴部延伸的中央裂谷及与其平行的一系列断层构成的中央裂谷系；二是横切洋中脊的转换断层或横推断层系统。大西洋中脊和印度洋中脊轴部都有中央裂谷，而且在这两个洋中脊和东太平洋洋隆上都有与之垂直的一系列的断裂带。在东太平洋洋隆中已发现有十三条与海岭垂直的大断裂带，长达2000—3000 公里，宽 100—200 公里，地形起伏达 2000—3000 米，而且断裂带延伸平直，水平错动距离达 150—1170 公里。在断裂带两侧，地壳厚度及密度有较大差异，地磁异常带有明显的错动现象。关于断裂带的成因，有人认为是不均匀的地幔对流运动的结果。

【转换断层】transform fault 垂直于洋中脊的一种具有水平位移的走向滑动断层，其水平位移最大可达 1200 公里，垂直位移达 3 公里，而且断裂到基底。它与一般滑移

断层的区别是地震活动仅出现于形成转换断层的洋中脊错动部位上，其他部位上不产生地震活动。板块构造说认为转换断层是由于从洋中脊上升的地幔对流的不均匀运动所形成的，故把它作为两个板块的界线。转换断层的概念最初由加拿大地质学家威尔逊（J. T. Wilson，1965）提出。

【海底热流】beat flow throuoh the ocean flovr　海洋地壳中的热向表面传导的现象。海底热流分布的一般特征是岛弧、洋中脊地带热流值较高，而深海平原、海沟、深海丘陵等地区热流值较低。洋中脊的热流平均值为 1.82 微卡/厘米^2·秒，海沟的热流值只有 0.99 微卡/厘米^2·秒。板块构造说认为海底热流分布上的差异性是地幔物质流动的结果，并以此解释岛弧、海岭等巨型构造形成的机制。

【海底烟筒】submarine chimney　又译海底烟囱。在美国西海岸外太平洋洋隆的海底裂谷深 2500 米处发现的黑色间歇泉。这些“泉”的喷出口有许多沉积物形成的几米至十几米高的中空柱子，形似“烟囱”。喷出物是一种热气，遇海水便冷凝成液体。有人认为海底烟囱可能是海底热卤水成矿作用之一。在海底烟囱附近，海水温度达 300℃以上，压力也很强大，但发现生长着许多奇特的生物群体，它们有时会消失得无影无踪，推测可能是喷出物酸度增高时被溶解所致。它们在 250℃恒温高压下送上水面时仍生活繁殖，但温度降到 100℃时，便会消失。这种生物现象被认为是当代生物学的“世界奇迹”。

【大洋型地壳】oceanic crust　又称海洋地壳，简称洋壳。构成洋底的地壳。它主要由硅镁层构成，以缺失硅铝层为特征。洋壳较陆壳薄得多，且厚度不一，平均约 5 公里左右。大洋地壳自上而下可分三层：层 1 是未固结沉积物，可能属白垩纪以后（北太平洋是侏罗纪以后）的沉积，厚度变化很大平均 0.5 公里，密度为 2.3 克/厘米^3，地震纵波速度为 1.6—2.5 公里/秒；层 2 是固结沉积层和火山岩层的混合层，一般靠大陆一侧为固结沉积岩，而大洋中部为玄武岩质的火山岩，平均厚度约 1.76 公里，密度 2.7 克/厘米^3，纵波速度 4.0—6.0 公里/秒；层 3，即大洋层，也叫玄武岩层，由辉长岩或蛇纹岩化橄榄岩构成，平均厚度约 4 公里，密度为 3.0 克/厘米^3，纵波速度 6.7 公里/秒。层 3 下面是莫霍面下的上地幔层，纵波速度约为 7.4—8.6 公里/秒。

【大洋层】oceanic layer　大洋型地壳的第三层，是由玄武岩、辉长岩、蛇纹岩化橄榄岩等基性岩类构成，厚度约 4.5—5 公里，地震纵波速度 6.4—7.6 公里/秒。详见“大洋型地壳”。

【海洋沉积物】marine sediments　以海水为介质沉积在海底的物质。其中包括不同成因的沉积物：有陆源沉积物，是大陆侵蚀的产物被河水、冰川及风力的搬运作用搬运到海底的沉积物，如石英、长石、云母、角闪石、辉石、磁铁矿、锆石、石榴石、榍石等陆源碎屑矿物及岩屑和陆地生物碎屑；生物成因沉积物，是海洋生物碎屑和遗体沉积

在海底而成，如有孔虫软泥，硅藻软泥，放射虫软泥，颗石藻软泥，贝壳碎屑等；化学成因或自生沉积物，是海水溶液中物质经过化学过程沉淀在海底的，其中包括沉积成因的和成岩作用的二种，沉积成因的自生矿物有方解石，镁方解石、文石、铁氢氧化物（针铁矿）、水锰矿、钠水锰矿、钡镁锰矿、硫化铁、裂谷中重金属软泥。硅的氢氧化物等；成岩作用的自生矿物包括铁锰氢氧化物、碳酸盐（方解石、白云石）、铁绿泥石、磷酸盐矿物。浮石、钙十字沸石、蒙脱石、坡缕石等。火山成因的沉积物，有火山玻璃、角闪石、辉石、榍石、绿帘石等；宇宙成因的物质，是陨石等天体物质坠落到海底沉积的，含量很少，偶尔发现于红粘土和生物软泥中，如宇宙尘粒或球粒。按沉积物分布，海洋沉积物可分为滨海沉积物（水深 0—20 米）；浅海深积物（水深 20—200 米）；半深海沉积物（水深 200—2000 米）和深海沉积物（水深 2000 米以深）。上述海洋沉积物类型都受主要组份的供给速率、环境能量、生物活动程度、氧气供给、氢离子浓度以及二氧化碳等各种因素的控制，而这些因素都是水深、距大陆距离、洋底地形、海水运动、水化学特征以及上覆水体生物生产率的函数，因此研究海洋沉积物时必须考虑上述诸因素。

【海洋沉积速率】ocean sedimentation rate　通常指单位时间内沉积的沉积物增长厚度。因在地质时期，沉积和侵蚀过程是反复交替的，而且沉积物本身在不断的经历致密化过程，因而很难用绝对值表示沉积速率。生物。化学、地质、地理等因素影响着沉积速率，因此只能用某一期间的净沉积作用的平均值表示沉积速率，单位是厚度/时间。沉积速率计算的方法有：①直接观测法，系统的比较新老测深和地质测量资料求得沉积速率，这一方法适用于沉积速率较大的港湾和三角洲地区；②理论计算法，是从特定时间内进入盆地的沉积量减去从盆地中移出的沉积量求得单位时间内的沉积量；③放射性测年法，是利用^{14}C、^{10}Be、^{26}Al、^{334}U、^{230}Th、^{23}P、^{210}pb 等同位素测年法，测定沉积层上下界面的时代并与沉积厚度相比较求得沉积速率，其中长半衰期者适用于深海缓慢沉积，短半衰期者，如^{210}pb 可以用于近岸快速沉积区；④古生物学法：最后冰期结束于 11.000 年前，因此温水种有孔虫和冷水种有孔虫的比值发生突然变化，据此确定地层年代后可计算相应期间的沉积速率；⑤氨基酸消旋法：是利用沉积速率与特殊氨基酸消旋作用速率的比例关系计算沉积速率；⑥污染物质厚度测定法，可提供相关沉积物沉积速率数据，如 DDT、ABS、^{55}Fe、^{137}Cs，以及其他微量金属元素用来测定近岸或港湾工业污染物质的沉积速率。根据上述方法测定的沉积速率红粘土是 1—4 毫米/千年，抱球虫软泥是 1—3 厘米/千年，硅质软泥是 1—10 毫米/千年，大陆边缘的粘土和粉砂是 60 厘米/千年或更大一些。

【底质】bottom material 构成海底表面的物质。底质可分为松散沉积物和岩石两类。通常底质是指未固结的松散沉积物。对海底底质的调查是海图测绘、海洋工程、渔场、矿产资源以及各种海洋地质调查的重要内容之一。

【底底符号】symbol of bottom material 海图上表示构成海底表面物质的各种符号。国际上常用英文缩写字表示；主要名称用大写字母表示，形容词用小写字母表示，如果几种底质混合在一起时，先写含量小的，后写含量多的。例如 R 表示岩石；G 表示砾石；S 表示砂；T 表示粉砂；M 表示泥；Y 表示粘土。混合物名称，如 S－Y 表示砂质粘土；T－Y 表示粉砂粘土。

【滨海沉积物】littoral sediment 又称沿岸沉积物。受波浪、潮汐及激浪流的作用，在潮间带及激浪带附近形成的沉积物。沉积物的类型与来源物质、水动力条件以及海岸地形等密切相关。在基岩岬角海岸，由于激浪流、拍岸浪等作用强烈，往往在高潮位形成砾石或砂砾沉积；在半封闭的港湾地区，波浪作用较弱，主要的沉积物为泥、细砂及粉砂；在河口附近或丘陵地带的滨海，沉积物多以砂为主，且往往形成沙堤，沙咀和沙洲等地貌；平原大河口的砂、粉砂及泥质沉积物往往形成三角洲前缘和滨海平原。滨海沉积物中常夹有大量贝壳和其他生物碎屑，个别地区还形成贝壳堤。在砂砾质海岸地区往往形成滨海砂矿。

【陆架沉积物】continental shelf sediment 又称浅海沉积物，即分布在陆架上的沉积物。陆架处于陆地和海洋营力相互作用的地带，其沉积物相当复杂，主要为砾砂、粉砂泥等陆源沉积，次为浮游生物和底栖生物遗体等生物沉积。从沉积时期划分，陆架沉积物可分为全新世和前全新世两套系统。按成因划分可分为自生的（海绿石、磷块岩），生物的（有孔虫、贝壳）；残余的（基岩风化产物）；残留的（更新世低海平面时产生的沉积物）；碎屑的（河流、海岸侵蚀，冰川或风成的沉积物）等几种类型。陆架沉积物的主要特征是气候分带性较明显，在高纬度地区主要以砾石、砂等陆源碎屑物质为主，分选度较差，反映以机械风化作用为主；中纬度地区以砂，粉砂等细粒陆源物质增多，沉积物分选及磨圆度较好，同时生物碎屑沉积物含量增大；在低纬度地区由于化学风化作用加强，泥和粘土矿物含量相对增大。

【残留沉积物】relict sediment 陆架沉积物的一种类型，为晚更新世低海平面时期在近岸或浅海地区的沉积物被现代海侵淹没而残留者。主要由砂和粉砂组成，多被改造成混合沉积物，如东海大陆架中部和外部主要是被残留砂所覆盖。见“陆架沉积物”。

【半深海沉积物】bathyal sediment，bathyal deposits 水深 200—2000 米的海底沉积物，相当于陆坡区的沉积物，主要是青泥、红泥、珊瑚泥、火山泥等细粒物质，有时还有浊流或海底滑动携带来的粗陆源碎屑物质，如砂和粉砂。地质时期的半深海沉积物构成半深海沉积相。

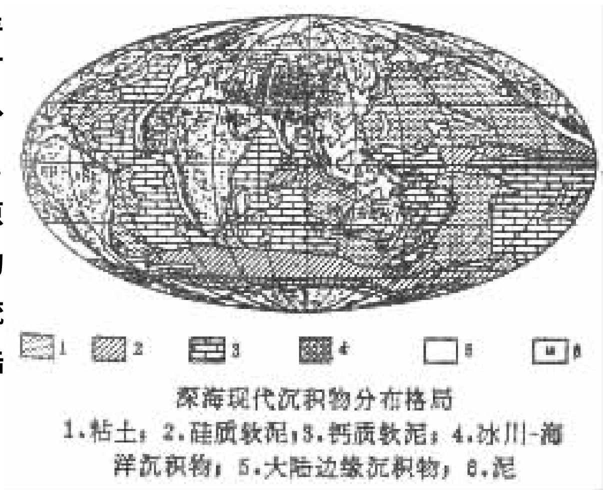
【半远洋沉积物】hemipelagic sediment　近海和远洋之间的海底沉积物。半远洋是过去按照与大陆的相对距离命名的习惯用语，并没有确切的距离或深度界线，故不宜采用。但半远洋沉积物一般指大陆坡或接近大陆的海底沉积物，即大体相当于半深海沉积物。它的特点是以深海沉积物为主，并含有少量陆源物质和浅海生物碎屑。

【深海沉积物】abyssal sediment，abyssal deposits　水深超过 2000 米的深海底的沉积物。主要由有孔虫软泥、放射虫软泥、硅藻软泥、珊瑚泥、火山泥和红粘土等组成，有的地区还有大量的锰结核和多金属软泥，偶尔还见有深海砂。地质时期的深海沉积物构成深海相。参见“远洋沉积物”。

【远洋沉积物】pelagic sediment，pelagic deposits　远离大陆的开阔大洋的沉积物。一般来说，远洋沉积物大体相当于深海沉积物，可分为红粘土和远洋软泥两类。此外还有锰结核、多金属软泥、深海砂、火山泥或砂等物质。远洋沉积物的来源，可能有陆源的、自生的、火山的以及宇宙成因的。远洋沉积物的沉积速率非常缓慢，只有几毫米/千年左右。已知的远洋沉积物中以侏罗纪的沉积为最老。因此有人认为大洋地壳是中生代以后的产物。

【陆源沉积物】kerrigene sediment，terrigenous deposits　陆源的各种碎屑物质经河流、冰川、浊流、风以及海流等作用搬运到海洋中沉积而成的沉积物。大陆架及大陆坡的沉积物主要是陆源沉积物。河流或浊流搬运的部分陆源碎屑物质，在大陆坡或大陆隆的海底谷谷口可以形成深海扇。陆源沉积物的主要成分是岩屑和矿物碎屑。地质时期的陆源沉积物主要构成浅海沉积相。

【青泥】blue mud 又称蓝泥，呈蓝灰色的半远洋泥质沉积物。含有 60% 以上的二氧化硅，其它化学成分不定，其成分主要取决于风化程度。青泥的颜色是由在富含有机质的还原环境中，硫酸还原菌的作用下形成的硫化铁所致。青泥主要分布在水的流动小而缺氧的水深大于 1000 米的大陆坡的下部。



深海现代沉积物分布格局
1.粘土；2.硅质软泥；3.钙质软泥；4.冰川-海洋沉积物；5.大陆边缘沉积物；6.泥

【绿泥】green mud　半深海沉积物的一种，为呈绿色的海底泥质沉积物，是青泥的一个变种。它的颜色因含有大量的海绿石和绿泥石所致。主要分布在海流交汇的大陆坡上。

【红泥】red mud　半深海沉积物的一种，为呈红色的海底泥质沉积物。主要由河流携带的陆源物质（有的是红土）组成，其中有的含有高达 25% 的碳酸盐。它的红色是由于沉积物在氧化环境下生成氧化铁所致。主要分布在我国黄海和巴西沿海等有大河注入的海域。

【深海沙】deep - sea sand　分布在深海中的陆源沙，有时夹有砾石，分选良好，常在海底表面形成波痕。其中除含有大量石英外，还含有长石、云母、海绿石、燧石等。深海沙，最初认为是由风力或浮冰搬运来的，后来发观其中有许多浅海有孔虫和陆地植物碎片，故有人认为是浊流搬运而来。

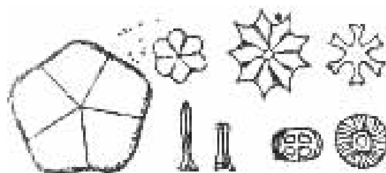
【浊积物】turbidite　又称混浊流沉积物，固结成岩石者称“浊积岩”，是在浊流作用下形成的沉积物或岩石。主要由砂和粉砂组成，并夹有各种岩屑和植物碎片。浊流沉积物地层的特征是：①硬砂岩型的砂为主体；②粒级层很发育；③波痕和斜层理不发育；④各种印模比较发育；⑤很少有砾，个别见有含砾泥岩和层内砾石；⑥地层厚度很大，分选性差等。陆上浊积岩往往形成复理式建造，硬砂岩建造，因此，有人认为浊流岩是地槽沉积物的特征。现代海洋中浊积物主要表现为形成海底扇、大陆隆、岛裙以及深海砂等沉积。它们都具有陆源碎屑沉积物的特征。

【远洋软泥】pelagic ooze　又称生物软泥，简称软泥，澡海沉积物的一种，为生物遗骸含量大于 30% 的深海泥质沉积物。按成分可分为钙质软泥和硅质软泥两大类。按其中所含的主要生物遗骸又可进一步分类命名，如钙质软泥可分为抱球虫软泥，颗石藻软泥，翼足虫软泥等；硅质软泥可分为硅藻软泥和放射虫软泥等。钙质软泥的分布面积占海洋总面积的 50%，主要分布在太平洋的南半部，大西洋中部和印度洋的西半部；硅质软泥主要分布在太平洋北部、赤道附近以及南极大陆周围，占海洋总面积的 15%。

【抱球虫软泥】globigerina ooze　又称球房虫软泥，也称有孔虫软泥。远洋沉积物的一种，主要由浮游性有孔虫，特别是抱球虫遗骸组成的钙质软泥。其中也含有大量颗石藻片、放射虫、硅藻以及翼足虫等。分布面积占海洋底总面积的 40% 以上。钙质成分在水深不到 1000 米的地带达 90%，在水深 4000—5000 米的地带为 30% 左右。抱球虫软泥主要分布在太平洋的南半部，大西洋和印度洋的热带和亚热带海域。抱球虫软泥将来可能作为石灰原料开采。


浮游有孔虫

【颗石藻软泥】 coccolith ooze　以微小的颗石藻遗骸为主组成的钙质软泥，属远洋沉积物。主要分布在赤道太平洋地区的深海海底。



颗石藻

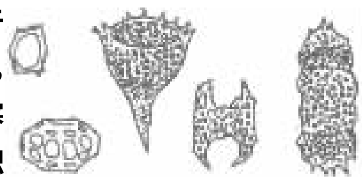
【翼足虫软泥】 pteropod coze　以文石质翼足虫介壳、变形虫介壳为主组成的钙质软泥，属远洋沉积物。颜色为白色到浅褐色，并夹有红色、粉红色或黄色。分布的水深范围限于1500—3000米，比抱球虫软泥分布的水深要浅得多，而且多出现于珊瑚岛附近和海底高地近岸附近。主要分布在热带和亚热带海底，大西洋赤道一带分布尤多，其分布面积约占整个大洋面积的1%。

【放射虫软泥】 radiolarian ooze　以放射虫遗骸为主组成的硅质软泥，通常放射虫壳的含量超过50%，属远洋沉积物。颜色为红色、褐色或草绿色。分布面积占海底总面积的3—4%。分布在宽200公里，水深4690米左右的赤道太平洋地区。放射电软泥分布区常有锰结核富集。



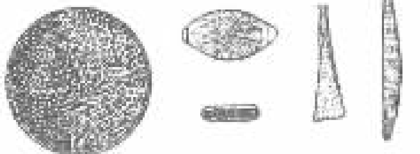
翼足虫

【硅藻软泥】 diatom ooze　以硅藻遗骸为主并含有放射虫和海棉骨针的硅质软泥，为远洋沉积物。其中硅藻含量大于50%，无机组分含量约20%，呈黄色、草绿色或乳色，干时为白色。主要分布在南极周围的海底和太平洋北部寒带水深1100—5700米的深海底，分布面积占海洋总面积的9%。



放射虫

【软泥水】 interstitial water，pore water，pore fluid，ooze water　又称底质水、间隙水、空隙水，是海底或湖底沉积物空隙中的自由水。它是沉积物中固体质点与液体之间反应和平衡的敏感的指示剂，反映液体迁移的途径和成因。而且它们往往是有价值的沉积物，如重金属软泥、磷灰石、铁锰结核等的重要反应组份的来源。因此软泥水的研究对探讨沉积物成岩过程和其他沉积矿产形成机制有一定的意义。有机质含量少的软泥水，一般分布在大洋，或开阔的海洋底部；富含有机质的软泥水多分布在大陆附近的海底；富含硫化氢的软泥水主要分布在封闭的内陆海。



硅藻

【间隙水】interstitial water 即“软泥水”。

【珊瑚沙】coral sand 以珊瑚碎屑为主并有石灰藻、有孔虫、棘皮动物碎片组成的钙质砂，钙质含量达 90%。主要分布在珊瑚岛或珊瑚礁周围。我国南沙、西沙等群岛的大部分海滩是由珊瑚砂组成。

【珊瑚泥】coral mud 细粒珊瑚碎片组成的钙质软泥。主要分布在大陆坡或深海底的珊瑚礁附近。

【多源沉积物】polygenetic sediment 由陆源物质、生物遗骸、火山物质、自生矿物及宇宙物质等混合构成的海底沉积物。一般认为深海红粘土是多源沉积物。

【红粘土】red clay，brown clay 又称褐粘土、远洋粘土、深海粘土，是远洋沉积物中生物遗骸含量小于 30% 的红褐色细粒泥质沉积物的总称。其特征是二氧化硅和碳酸盐含量较低，大部分物质来自风运尘土，其次是远洋生物和海水化学沉淀物以及少量宇宙尘和火山泥。红粘土中有磁铁矿、锆石、电气石、石英、长石及云母等矿物和火山玻璃及沸石等火山物质，并含有铜、镍、钴、铍及铝等元素及其他稀土元素，常伴有富含铜、镍、钴、锰的锰结核。红粘土在各类海洋沉积物中分布较广，约占海洋总面积的 36%。

【褐粘土】brown clay 即“红粘土”。

【深海粘土】abyssal clay，deep sea clay 即“红粘土”。

【火山泥】volcanic mud 以火山玻璃为主要成分的深灰到黑色的无粘性泥。主要分布在海底火山和火山岛周围的浅海和深海底。在钻孔岩心中常见到有层状结构，可以用来进行层位对比。

【泥线】mud line，mud belt，mud zone 又称泥带，大陆架地区粉砂及粘土和砾及砂级物质之间的界线。泥线的位置主要取决于海区的海流、潮流及波浪等海水运动状况，因此是判断海水动态的重要标志。泥线的水深，一般在湾内较浅，在外海较深。

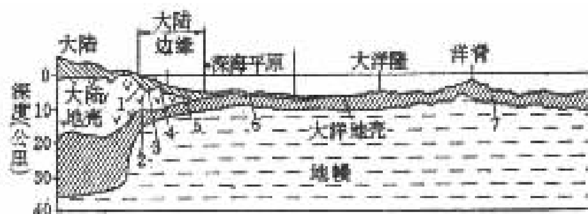
【碳酸盐补偿深度】carbonate compensation depth（CCD） 海底的富含碳酸盐的沉积和非碳酸盐沉积之间的岩相界面。深海底的大约一半是为钙质软泥所覆盖，另一半则为缺少碳酸盐的沉积物所覆盖。这两种沉积相之间的界线大体上随着等深线发生变化。这是因为碳酸盐的溶解速度随着海水深度的增加而增高的缘故。海水到达某一深度时，碳酸盐的补给速率和溶解速率大体上得到补偿，所以把这一深度叫做碳酸盐补偿深度。这种深度的连线便构成碳酸盐补偿线或碳酸盐补偿面。其中，方解石的补偿深度叫做“方解石补偿深度”，文石的补偿深度叫做“文石补偿深度”，有孔虫的补偿深度叫做“有孔虫补偿深度”。一般的讲，在此补偿面之上保留有大量碳酸盐沉积物，而此面以下则代之有大量非碳酸盐沉积物，主要为红粘土。碳酸盐补偿面的深度和形状受着海区碳酸盐补给量和溶解速率、地形、再沉积作用等的影响而变化。从全球规模来讲，碳酸

盐补偿面的深度变化幅度大约在2000米左右。各大洋的补偿面深度不尽相同，如太平洋为4300米，大西洋为4900米，印度洋则为4850米。由于碳酸盐补偿面受着各种地质和地理因素的影响而发生变化，所以对它的深度和形状的研究，有助于了解构造运动、海平面变化，海洋物理化学环境等的特点及其演变历史。

【碳酸盐线】carbonate line 深海沉积物中富含碳酸盐的沉积和贫碳酸盐沉积物之间的岩相界线，即碳酸盐补偿面与海底地形的交线。碳酸盐线大体上随着等深线发生上下变动。正如移动的树线和雪线表示陆上降水量和温度变化一样，变动的碳酸盐线也包含着其受控制的地球环境的信息，即它的变动在一定程度上反映着地壳运动、海平面变化及受其控制的海洋环境特征。

【溶解跃面】lysocline 又称快速溶解深度，是海洋中碳酸盐溶解速率突然增大的水平深度，根据所溶物质的成分又可分为有孔虫溶解跃面，颗石藻溶解跃面等。一般在此跃面深度之下，生物的钙质外壳明显的被溶解，仅保留难溶部分。世界海洋的溶解跃面深度各不相同，太平洋的溶解跃面比大西洋的较浅，如赤道太平洋的溶解跃面深度只有3600米。生物成因物质的缓慢沉积，高静水压力，高 CO_2 分压力等均有利于海洋生物体中方解石和文石的溶解，甚至硅质骨骼也部分地发生溶解。这些因素是溶解跃面深度发生变化的主要原因。溶解跃面，在许多地方与碳酸盐补偿面趋于一致，但也有例外，有时它和构成北大西洋深层水与南极深层水之间界面的温（度）跃层也相一致。因此，在地质学上，溶解跃面常与碳酸盐补偿面一起用来说明海洋水文特征和沉积环境及沉积机制。

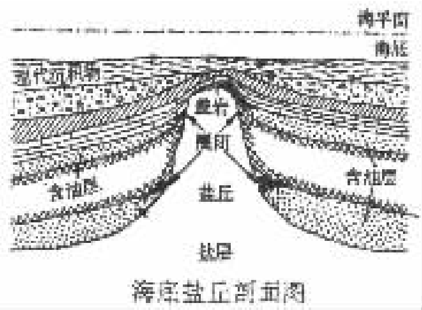
【海底矿产】submarine mineral rcsource，sea bed mineral resource 海底沉积物和海底岩层中矿产的统称。表层沉积矿产，在滨海的有各种金属砂矿和非金属材料；在陆架



大陆—洋中脊综合横切面与矿产示意图
1. 重矿物、金刚石、锡、金、贝壳、砂砾石；2. 铁、煤；3. 石油、天然气、硫；4. 磷灰石；5. 锰、铜、钴、镍；6. 金属矿；7. 热液多金属沉积物

区有海绿石、磷灰石、贝壳等矿产和建筑材料；在深海区有铁锰结核和多金属泥。基岩中的矿产主要有铁、煤、硫和石油、天然气等。主要分布在大陆架。目前，在浅海区发现和开采的矿种已达数十种。许多国家已在大陆架海域勘探和开采石油和天然气。

【海底石油】submarineoil，offshore oil　埋藏于海底的石油。据统计，世界约有65%的石油和天然气蕴藏在沿海盆地和大陆架地区的新老第三系中，少数在白垩纪地层中。全世界具有含油气远景的海洋沉积盆地面积共有7800万平方公里，约与陆上具有含油气远景的沉积盆地面积相当。估计其油气储量约为2400亿吨，约占世界总储量的百分之三十以上。1980年，全世界近海已发现500多个油气田，开发油田达191个，生产油井2万多口。有些国家正在深水区域，如大陆坡和大陆隆以及小洋盆内进行油气资源开发。目前国外在海上开采油气的主要地区有中东海湾地区，委内瑞拉马拉开波湖，美国墨西哥湾和加利福尼亚沿海，尼日利亚沿海，澳大利亚巴斯海峡，印度尼西亚沿海，西欧北海和苏联里海等。图示盐丘型海底石油圈闭。



海底盐丘剖面图

【海底煤田】submarine coal field　埋藏于海底的煤田。海底煤田多属陆地煤田延伸到海底的部分。世界上开采海底煤田的国家有中国、英国、加拿大、智利、日本等。我国台湾省基隆西北30公里万里至澳底之间的海底煤田已开采很久。此外河北唐山开滦煤田也有一部分煤层向海底延伸。

【海底砂矿】submarine placer　在波浪、潮汐、海流等水动力条件下富集于海底疏松沉积物中的矿产。它主要由比重较大的稳定矿物组成，如金、钛铁矿、金红石、锆石、独居石、电气石、金刚石等。海底砂矿通常平行海岸呈条带状分布，一般长数公里，大者可达数百公里。它的分布主要受物质来源，地形和水动力条件的控制。如砂堤（或称砂坝）顶部的砂矿；有些是古代河流的冲积砂矿被淹没而成的。目前世界上已有许多国家和地区从事勘探开采海底砂矿。



海底砂矿沉积剖面

【锰结核】manganese nodule，manganese concretion　又称锰矿球、铁锰结核、锰矿瘤和锰团块等，为沉淀于海洋、湖泊底的黑色团块状铁锰氢氧化物。因它含有铜、镍、钴等多种金属元素，故又称多金属结核。它呈结核状、板状、皮壳状构造，多以贝壳、鱼齿、珊瑚碎片、岩屑等为核心，多半构成同心圆状构造。按成长程度和形状，锰结核可以分为结核或团块（nodules），结皮或结壳（manganese crust）锰斑（stain）。锰结核

的主要金属矿物是 δMnO_2**、钠水锰矿（**7 Å**水锰矿）、钡镁锰矿（**10 Å**水锰矿）。此外还有碎屑矿物和有机物以及蛋白石、针铁矿、金红石、锐钛矿、重晶石、绿高岭石等矿物。平均化学成分是：**$MnO_2$32%**，**FeO22%**，**$SiO_2$19%**，**H_2O14%**，并含有钴、镍、铜、钛、铝、钼、锆、镭、钍等多种元素。其中主要元素世界平均含量（以干重计）：镍** 0.66%**，铜** 0.45%**，钴** 0.27%**，锰** 18.6%**。锰结核在太平洋、大西洋、印度洋内，尤其是在硅质软泥和红粘土沉积区内都有分布。据估计，太平洋的锰结核中锰为** 2000 **亿吨，铜为** 50 **亿吨，钴为** 30 **亿吨，镍为** 90 **亿吨。故被认为是有远景的海底资源。**

【海底多金属热液沉积物】 hydrothermal metalliferous deposits，beavy metal mud　**富含铁、铜、铅、锌等金属的热液成因的海底自生沉积物。它们主要分布在大洋中脊、岛弧和扩张海盆的裂谷带。最初发现于红海，继之在东太平洋洋隆，大西洋中脊，印度洋中脊顶部都有发现，呈泥状，浸染状和块状出现。泥状的叫做多金属泥；如红海的多金属泥，块状的则叫做块状硫化物，如东太平洋洋隆和加拉帕戈斯扩张中心的硫化物沉积。主要矿物成分是：黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿等硫化物类和钠水锰矿、钡镁锰矿、针铁矿及赤铁矿等铁锰氧化物和氢氧化物。红海多金属泥主要金属含量为：**Fe29%**，**Zn3.4%**，**Cu1.3%**，**Pb0.1%**，**Ag54ppm，Au0.5ppm**。据估计红海多金属泥中金属储量为** Fe**：**243×10^5 **吨，**Zn**：**29×10^5 **吨；**Cu**：**10.6×10^5 **吨；**Pb**：**0.8×10^5 **吨；**Ag**：**45×10^2 **吨；**Au**：**45 **吨。多金属沉积物的成因尚在探讨中，一般认为其重金属来源与裂谷中溢出的岩浆后期热液有关，所含金属如** Fe、Zn、Cu**，具有浅－中深热液型矿液的特征。热液多金属沉积物是目前最引入注目的深海矿产资源。**



大西洋海岸锰结核和磷灰石分布图

【多金属泥】 heavy metal mud，metalliferous mud　**又称重金属泥，为海底富集含有铁、锰、锌、铜、铅、银、金等金属元素的一种软泥。最初发现于红海地区，继之在东太平洋洋隆顶部也有发现。红海多金属软泥中主要金属含量为：**Fe29%**，**Zn3.4%**，**Cu1.3%**，**Pb0.1%**，**Ag54ppm，Au0.5ppm**。据估计红海内各种金属储量为：**Fe**：**243×10^5 **吨；**Zn**；**29×10^5 **吨；**Cu**：**10.6×10^5 **吨；**Pb**：**0.8×10^5 **吨，**Ag**：**45×10^2 **吨；**Au**：**45 **吨。多金属泥的成因尚在探讨中，一般认为其重金属来源与裂谷中溢出的岩浆后期热液有关，所含重金属如** Fe、Zn，Cu**，具有浅－中深热液型矿液的特征。**

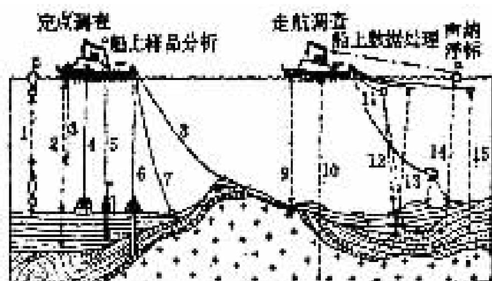
【重金属泥】heavy metal mud　**即“多金属泥”。**

【海水资源】sea water resource　**可供人类利用的海水及其中所含的元素和化合物。浩瀚的海洋是一个巨大的宝库，海水就是一项取用不尽的资源，它不仅有航运交通之利，而且经过淡化就能大量供给工业用水。海水总体积约有**137**亿立方公里，已知其中含有**80**多种元素，可供提取利用的有**50**多种，但限于经济和技术条件，目前从海水中主要提取食盐和溴、钾盐、镁及其他化合物、铀、重水及卤水等原料。**

【海底泉】submarine spring　**从海底岩石和沉积物中涌出的地下水。其中有热水或冷水，盐水或淡水。世界上已发现许多海底泉，大多分布在多孔状灰岩和熔岩流地区。如在我国南海、地中海、日本海、波斯湾等海底都有发现，有的可作饮用水和工业用水。**

海洋地质调查

【海洋地质调查】marine geological survey　**应用地质、地球物理和地球化学等各种手段探测海底地形、地质构造、海底岩石、沉积物以及海底矿产的工作统称海洋地质调查。目前调查内容和手段主要有：利用回声测深仪和旁侧声纳调查海底地形地貌；用拖网、抓斗以及柱状取样器和海洋钻探等获取沉积物和岩石样品；用地层剖面仪了解沉积地层分布、厚度及其构造特征；用地震、重力、磁力以及地热等地球物理方法，探测海底地质构造及矿产资源。在个别地区还通过潜水器，水下电视，照相等方法直接观测海底沉积物及其动态和地貌形态等。海洋地质调查可分为综合性和专业性两种、综合性海洋地质调查是在大范围内，采用小比例尺进行上述各项内容的综合调查，以获得较全面的地质、地球物理资料，为下一步工作提供依据；专业性调查是为某一具体目的而进行的调查，如寻找石油或工程地质，环境地质调查等。**



海洋地质调查作业示意图
1.无缆自返式取样器；2.测深和地层剖面测量；3.4.深海照相和海底电视；5.活塞取样、抓斗、箱式取样，地热测量；6.海底钻井；7.拖网取样；8.岩石拖网；9.测深地层剖面测量；10.重力测量；11.电火花、气枪；12.地震反射测量；13.旁侧声纳；14.地震折射测量；15.磁力测量

【海洋调查船】oceanographic ship 专门从事海洋调查的船舶。按使用目的，大体分为综合调查船和专业调查船两种。前者是进行地质、水文、化学及生物等多种综合调查使用的船只；后者主要用作专业性调查的船只，如地质调查船、地球物理勘探船、钻探船、气象观测船及航道测量船等。另外还有专门从事水下观测的潜水调查船。海洋调查船一般要求具备精密的导航仪器设备和相应的科学观测装置和充分的作业空间。

【海洋地质调查船】geological researth ship 专门从事海洋地质调查的船舶。船上除有雷达、罗兰以及卫星导航仪等定位导航设备外，还设有进行专业调查设备，如回声测深仪、旁侧声纳、采泥器、柱状采泥器、地层剖面仪和地震、重力、地磁以及地热等地球物理调查设备；并设有地质、化学实验室。多数海洋地质调查船还装有电子计算机及时处理现场观测数据。现在我国已有自己设计制造的海洋地质调查船，如海洋一号，海洋二号，奋斗一号，奋斗二号等。担负着海洋地质和矿产资源的调查任务。

【深海潜球】bathysphere，bathyscaphe 又称深潜器，是由母船沉放到海底进行观测的潜水装置、一般呈球形，它由推进操纵装置，油压装置、重量调整装置、倾斜调整装置、机械手、观察窗、空气清洁器和航海通讯设备等部分组成。球内可容纳 3—4 人。它主要用于海底观测和取样。

【深海拖曳系统】deep－tow system or vehicle 拖曳于船后的深海地质、地球物理综合观测仪器系统。它是在一个仪器架或者拖曳式航行器上组装精密导航定位系统，由旁侧声纳、窄射束（4°）精密回声测探仪、地层剖面仪、磁力仪、立体照相机、连续测温装置以及底质或生物取样器等地质、地球物理观测仪器构成。可进行地形、地磁、地震、地热测量和海底摄影和取样等综合性观测。它是由水面上的母船用铠装电缆沿着离海底 10—100 米的高度上缓慢的拖曳起来进行观测。这种仪器主要用于海底热液多金属沉积物或硫化物和多金属结核的调查。

【海上定位】positioning on the sea 利用仪器设备测定船舶在海洋上的位置并引导船舶航行的过程称为海上定位或导航。定位的方法主要有推算航法、光学仪器测定法、声纳法、无线电导航以及卫星导航等。海洋地质调查中主要使用无线电导航系统，用仪器测定的位置称实测位置；用航路和测程仪计算求得的位置称推测位置；对推测位置进行风压流、海流、潮流校正求得的位置称推定位置。测定的位置（定位）都要标定在海图或作业图上。

【地物定位】object positioning 亦称地文定位。利用六分仪、航海罗经、光学测距仪等仪器测量灯塔、山头、岬角及特殊的建筑物等陆上物标与船之间的水平夹角、方位角、高度角及距离来确定船位的方法。测量方法有前方交会法、后方交会法、侧方交会法、一方位、一距离法等。这些方法与陆地地形测量采用的定位方法相似。

【天文定位】celoposition　通过六分仪测量太阳、月亮、恒星等天体的高度角，从而求出船位的方法。这是一种古老且常用的定位方法。使用的工具是记时计、六分仪、天历、天文计算表等。此法受天气、昼夜等条件限制，精度较差，误差一般在1海里以上。

【天文航海】astronomical navigation，celestial navigation，celonavigation　通过六分仪测量太阳、月亮、恒星等天体的高度角来实现定位导航的方法。

【无线电导航】radio navigation（location），radio positicn　利用陆地已知无线电发射台站发射的无线电波进行船舰定位导航的方法。一组无线电发射台站的地理位置是经过准确测定的。由于无线电波的传播速度可以认为是常数，所以船舰上精确地测定出发射台发射到船舰上的无线电波传播的时间，就可以确定船舰对于发射台站的相对位置线，两条位置线的交点即船舰在海上的位置。根据位置线的形式，无线电导航系统大体可分为：测向系统，如康索尔；测距系统，如肖兰；测向测距系统，如雷达；双曲线系统，如劳兰、台卡、奥米伽等。海洋地质工作中广泛使用双曲线系统。

【几何位置线】position line　简称位置线。无线电导航中，通过测定无线电波传播的时间差，相位差等参数，测得方位、距离、距离差，距离和等，从而确定船舰与陆上导航电台的相对位置的轨迹线，称几何位置线。常用的几何位置线有直线、圆、双曲线、椭圆等。

【雷达导航】radar navigation　无线电导航的一种，是利用雷达装置进行导航定位。雷达（Radr）是英文Radio detection and ranging的缩写。是一种用无线电波探测和测距的装置。雷达从船上发射台向物标反射器发射脉冲电波，由接收装置接收电波的反射波，经过放大检波后，作为图像信号在阴极射线荧光屏上显示。利用无线电波的宜进性和等速性（电波传播速度等于3×10^8米/秒）可以从荧光屏测得物标的方位和距离，从而测定船舰在海上的位置。

【双曲线导航系统】hyperbolic navigation system　利用双曲线位置线来实现导航定位的无线电导航系统。根据解析几何可知：距两个固定点的距离差为常数的动点之轨迹，是以这两个点为焦点的一条双曲线。船舰（动点）在航行过程中利用无线电接收装置，接收陆地导航发射台（固定点）发射的无线电波，测定距两个固定点的距离差并画出双曲线，根据双曲线的交点求得船舰位置。按测定距离差所用的方法，双曲线导航系统分为：①测定两个脉冲信号之间的时间差求得距离差，称脉冲双曲线系统，如劳兰A；②测定两个连续电波信号之间的相位差求得距离差，称相位双曲线系统，如台卡、奥米伽；③同时测定两个脉冲信号的时间差及其相位差求得距离差，称脉冲相位双曲线，如劳兰C、劳兰D。双曲线导航系统不受气象影响，能在短时间内测定舱位，具有较高的精度，但夜间受天波干扰，精度降低。此系统必须有地理位置精确已知的陆地发射岸

台，同时其工作范围受功率的限制。双曲线巷格，既不均匀，又不正交，而设备又昂贵、复杂。

【劳兰】Loran 劳兰是音译名，英文 Loran 是 long range navigation（远程导航）的缩写。它是双曲线无线电导航系统的一种，有劳兰 A、劳兰 C、劳兰 D 等类型。劳兰 A 的原理，是由船舶接收一对（主台和副台）陆地导航台发射的脉冲信号，并测定其到达船位的时间差，然后利用劳兰海图或劳兰表查出此时间差给出的位置线，根据两条以上的位置线的交点确定船位。劳兰 A 发射台的最大有效范围，在中纬度地区，白天约为 750 海里（地波），夜间约为 1400 海里（天波），精度在 1—4 海里之间。劳兰 C 的原理与劳兰 A 相同，主要区别在于发射台的配置和脉冲发射方式，发射频率及作用范围等方面。劳兰 C 由 3—5 个发射台构成一组台链，使用 100 千赫频率，约为劳兰 A 的 $\frac{1}{20}$，其基线长（主台与副台之间距离）约 1000 海里，比劳兰 A 长得多，有效作用距离，白天约为 1000 海里，夜间约为 650 海里，精度约为 0.5—1.0 海里。

【台卡导航系统】Decca navigation system 双曲线无线电导航系统的一种。是根据测定岸台发射的连续电波到达船位的相位差求得距两个岸台的距离差。台卡的工作原理，从陆地的主发射台和各副发射台发射频率成简单比率的电波，船上接收装置接收后转换成相同频率的电波并比较其相位差，然后利用台卡海图或台卡表查出此相位差给出的位置线，两条以上的位置线的交点为船在海上的位置。台卡发射岸台由主台和三个副台构成台链，大致在等边三角形的各顶点设置副台，在三角形的中心设置主台。台卡的电波频率为 70—130 千赫，有效距离约 350 海里，精度 0.5 海里左右。

【奥米伽导航系统】Omega navigation system 双曲线无线电导航系统的一种，它与台卡导航系统一样，都是测定相位差，所不同的是岸台发射电波的方式和接收方式。它的工作原理，是由设在陆地的奥米伽岸台分别发射 10.2 千赫的电波，利用船上接收装置测定各岸台发射电波的相位差，然后利用奥米伽海图或奥米伽计算表求得奥米加位置线（奥米伽双曲线），在几族位置线的交点上确定船舶位置。由于采用甚低频（VLF），其传播特性和相位较稳定，所以可以增大岸台之间的距离，一般其线长为 5000—6000 海里，现正试图用 8 个岸台来覆盖整个地球表面。测定精度白天和夜间有些差异，一般为 1—2 海里。目前世界上有挪威、特立尼达、夏威夷、纽约、留尼旺、阿根廷、澳大利亚、日本等 8 个奥米伽岸台。它们的代号分别为 A、B、C、D、E、F、G、H。

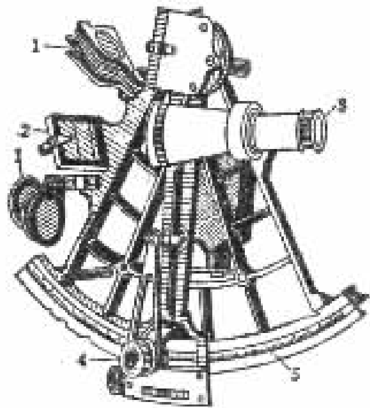
【卫星导航】staellite navigtion 利用人造地球卫星进行导航定位。此导航系统由子午导航卫星、地面站及定位设备三大部分组成。现有 6 个子午卫星在运转，其轨道为圆形，距地面高度约 1075 公里，大约每 108 分钟绕地球一周。六个子午卫星的轨道覆盖整个地球表面。船舰在海洋中航行时，根据纬度的不同，平均每 60—90 分钟有一颗卫

星经过上空，时间约10—18分钟。在此时间内利用锁相放大器捕获卫星发射的信号，用电子计算机测定船舰在海洋上的位置。卫星导航和无线电导航的原理基本相同，只是把地面上的导航发射台移到按一定规律运转的人造地球卫星上去。

【多普勒声纳导航系统】Doppler sonar navigation system　一种利用声波的导航系统。船在航行时向海底发射某个频率的水声信号，而船上位置固定的接收器接收此信号时，将有一个频率偏移存在。这种现象在物理学上叫做多普勒效应。测量频率偏移值，即可求出船行进的速度，再根据水声信号在发射与接收之间所经历的时间值，可确定船在某个瞬间的位置。

【肖兰导航系统】Shoran　无线电导航系统的一种。肖兰为译名，英文shoran是short range navigation（短程导航）的缩写。主要由船上的询问应答器和陆上参考台的发射机组成。根据船舰与参考台之间无线电波往返传播的时间求出船舰距参考台的距离，进而确定船在海洋中的位置。在50—70公里距离内，这种方法的精度可达距离的二万五千分之一。

【六分仪】sextant　通过测量水平角和垂直角测定船舰位置的手持航海仪器。因其水平刻度盘为全圆周的六分之一，所以称为六分仪。它借助于两平面镜的反射作用，可同时从望远镜中看见两个物标，并使其重合而测定其角度。一般用于航海定位，在天文定位中用来测定天体的高度角，在地物定位中则测量两物标之间的水平夹角。



六分仪
1.色镜；2.地平镜；3.望远镜；4.指标镜；5.刻度盘

【测深导航】sounding navigation　在航路上用回声测深仪不断地进行水深测量，将所得的测深数据同海图标定的水深值对照以求得船位的方法。这种方法只能给出船舶的大致位置。

【水深测量】sounding　简称测深，为测量海水深度的工作。测量方法一般分为直接测量和间接测量两种。前者是用测深杆、测锤和测深绞车等工具直接测量水深。后者

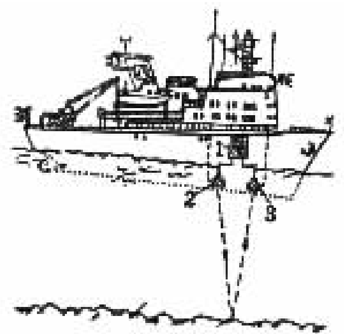
是利用水的压力、温度和声速等物理性质（如静水压法、温度测深、回声测深等）间接推算水深。由于潮汐涨落、海平面经常变化，因此精确的水深测量必需进行潮汐校正。

【等深线】bathyrnetric contour，isobath，subrnarine contour　水域深度相同的各点连成的平滑曲线。海水深度是指深度基准面与海底之间的垂直距离，通常采用平均低潮面为深度基准面。等深线主要用于图中表示海洋深度和地形。

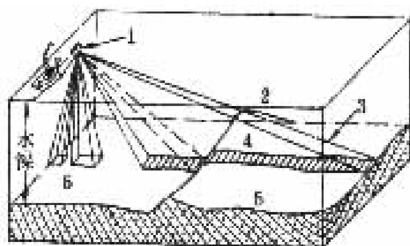
【等深线圈】bathymetric chart　又称海底地形图、水深图，是利用等深线表示水底深度和地形的图件，也是研究海底地形、地质构造以及沉积物分布规律的重要资料。过去一般利用测锤或测杆在不同的观测点上不连续地进行水深测量，因而在编绘等深线图时，假定海底地形坡度变化均匀，采用内插法确定未测等深线的位置。现在广泛应用回声测深技术，连续测量地形断面，因而能直接确定各等深的位置，精度较高。

【回声测深仪】echo soumder　利用声波测量水深的一种仪器。主要由声波发生器、收发射器、记录器或显示器构成。声波发生器向水底发射声波脉冲信号，信号从冰底反射回来后收发射器将它转换成电脉冲，经放大输送到记录器上记录或在显示器上显示出来。根据声波由水面到水底的往返传播时间换算出水深。由于声波在水中的传播速度受水温盐度、压力等因素的影响，因此精密的水深测量需进行必要的校正。精密的回声测深仪能自动进行以上各因素的校正并直接记录或显示出实际水深。回声测深仪主要用于航海、海底地形、航道测量以及鱼群和水下军事目的探测。

【旁侧声纳】side sonar，side scan sonar　又称海底扫描声纳、侧扫声纳，旁视声纳。它是利用声波在海底反射的原理，扫描海底的一种观测仪器。主要由换能器（装在鱼形容器上拖曳，简称拖鱼）、收发射器和记录装置等部分构成。工作时，换能器将电能转换成声能，由发射器按一定角度和方向，向船舶两侧的海底发射扇形声波束，从海底回返的声波又通过换能器转换为电信号，经放大后由记录器记录。记录方式有图式记录、磁带记录和数字计算机记录等三种形式。由于海底地形和底质类型的不同，声波反射强度亦有显著差异，在扫描记录上表现出不同深浅的色调。一般岩石海底反射强，色调深；而泥沙质海底反射弱，色调浅。因此这种声波扫描图，除能反映海底地貌形态外，还能反映底质类型。旁侧声纳除主要用于海底地形测量外，还用于其它水下目标的探测，如探寻沉船、坠落的飞机、海底电缆、水下管道等。目前旁侧声纳最大探测范围，单侧扫描距离可达22公里，探测水深达6000米以上。



回声测深仪
1.自动记录器，2.声波发生器，3.接收器



旁侧声纳的工作原理示意图
1.声纳鱼；2.盲区；3.波束；4.扫描范围；5.海底；6.海面

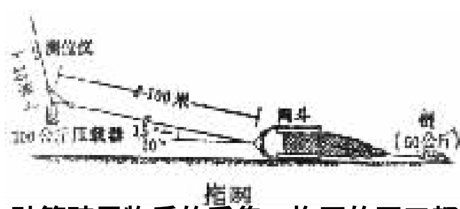
【浅地层剖面仪】 submarine profiler，shallow bottom profiler，seismic profiler　探测海底浅部疏松沉积的装置。其原理与回声测深仪相似，但声波频率较低。它主要由收发射器、换能器和记录器构成。换能器将电脉冲变换成声波脉冲发射进入海底，声波在不同沉积层面上反射回来，再由换能器接收并转换为电脉冲，经过放大，输送到记录上以扫描方式得到记录，即给出海底浅层沉积剖面图。这种剖面图能反映海底表面形态以及不同类型沉积物的剖面。浅层剖面仪可用于水下工程地质、海底沉积物以及滨海砂矿调查，其探测海底沉积层的深度根据底质情况而不同，一般在50—100米间。

【海底取样】 bottom sampling　又称海底采样，是用采样器具采集海底沉积物和岩石样品的工作。它是进行海洋研究工作的一种手段。目前用于海底采样的工具有拖网、抓斗、柱状取样器和海底浅钻等。取到样品后，在船上应对样品的物质成分、结构、构造以及颜色进行初步观测和描述，同时进行湿度、可塑性、抗压强度等的简易试验和测定，并进行孔隙水抽取；同时保留部分样品编号封存，最好保存在冷冻样品库，以免样品发生变化而供室内分析研究用。根据船上初步观察，也可绘制海洋底质草图，供室内研究参考。

【海洋底质图】 bottom chart　根据海上观测底质草图和室内实验分析结果，用不同的符号和颜色表示海底岩石和沉积物成分及其成因类型分布状况的图件。根据不同目的，可以绘制不同内容的底质图，如沉积物类型图、矿物分布图等。底质图是海洋地质工作的基本图件之一，也是海洋工程地质和矿产调查的基础资料。

【海洋采样器】 sampler，sampling device　采集海底沉积物样品的器具。有如下几种类型：①拖网或拖曳式采泥器，用于航行中采样；②抓斗，用于停船表层采样；③柱状采样器，主要用于采取柱状沉积物样品。

【拖网】 drag－net　又称拖斗、走航式采样器、拖曳式采样器，是船舶在航行过程中采集海底沉积物样品的装置。它主要由拖曳缆绳和采样铁框架和网蓝等构成。其中有底栖拖网、采样筒和采样盒等三种类型。底栖拖网主要用于砾和底栖生物的采集；采样

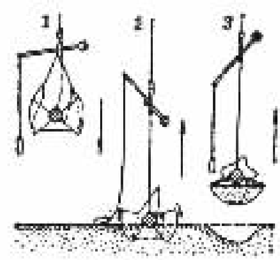


拖网

筒或采样盒主要用于砾、砂等碎屑物质的采集。拖网的网口都有锯齿状铁质刮铲，以便在采样时能将沉积物刮入采样器中。采样时，用绞车把采样器沉放到海底，并靠船舶的航行沿着海底拖曳采样。拖网采样器不能作定点采样，只能用于沉积物和底栖生物的概略调查。

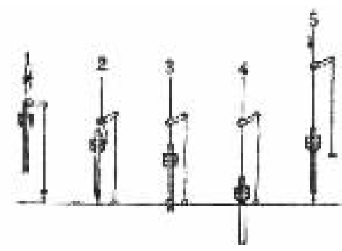
【抓斗】grab sampler，snapper　又称蚌壳式采泥器，是采取海底表层沉积物样品的装置。由中心结合轴、二个爪子、重锤等构成。采样时，用绞车将采泥器吊起，使其自由下降到海底。这时采泥器两个爪子的开口朝海底，当采泥器到达海底后绞车开始提起，这时靠钢索的拉力使两边的爪子合拢抓起沉积物进入采泥器中。抓斗一般用于定点采样。

【箱式取样器】box sampler，box corer　又称盒式取样器，是采样管或采样筒呈方形或长方形的沉积物采样装置，由管架、采样盒、重锤、闭合铲等组成。当取样器到达海底时，靠重锤重力使采样筒插入海底沉积物中，闭合铲转动起来切取采样筒底部沉积物入采样筒内。由于箱式取样器的采样筒断面较大（15 × 15，20 × 30，30 × 30 厘米），取样时沉积物扰动较小或者基本不扰动，所以适于采取原状样品。



蚌壳式采泥器
1.采泥器下放；2.采泥；3.拉起

【柱状取样器】corer　又称柱状取样管，是采集海底沉积物柱状样品的工具。主要由岩心管、钻头、重锤等推进装置等组成。取样管内套有衬管，以便抽样时样品不受扰动。根据所用动力，柱状取样器大体可分为重力取样管、喷水式取样管、浅钻、振动活塞取样器、爆发式取样管以及水压式取样管等。我国目前多用重力取样管或振动活塞取样器。

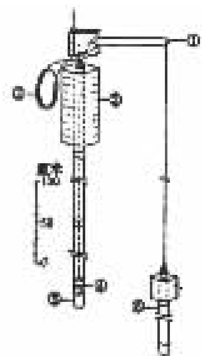


活塞式取样工作原理
1.活塞式结构；2.自由落下；3.活塞动作；4.采泥；5.提起

【重力取样管】gravity corer，gravity coring tube　是靠取样管上方重锤的自由落下冲力使取样管冲入沉积物中而进行采样的装置。它由重锤、取样管、衬管及起吊设备等部分组成。取样管内径为 3—6 厘米，可取 3—4 米长的样品，一般用于泥质沉积物的取样。

【重力活塞取样管】piston gravity corer　柱状取样器的一种，是靠重锤的自由落下

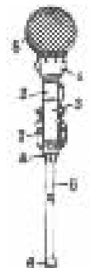
冲入沉积物中，通过管内的活塞作用将沉积物抽入管内的采样装置。它除能采取泥质沉积物外，还能采取砂质沉积物并保持沉积物的原始结构，因而在浅海和深海采样中广泛使用。深海采样中可以获取 10 多米长的柱状样品。



重力活塞取样管
1.启动杆；2.钢缆；3.重锤；4.活塞；5.岩心爪；6.岩心起动器

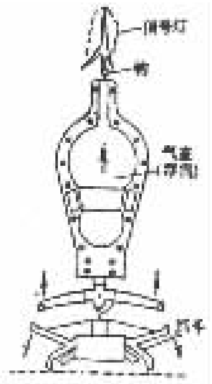
【振动活塞取样器】vibro piston corer 依靠活塞的冲力将采样管打入海底沉积物中进行采样的一种装置。它主要由管架、采样管、活塞以及起吊设备组成。采样器用管架支持并固定采样位置，用绞车升降。这种采样器一般用于海岸带或浅水地区的底质采样，采样长度为 2—4 米。

【自返式取样管】boomerang corev，free－fall corer，free－failing sampver 又称无缆取样器，具不用绳索，只靠自身的压载和起浮力进行自动降落和起浮的采样装置。它主要由管锥、导向重锤、采样筒、起浮玻璃球等组成。它靠自身的重力作用下沉到海底，自动点燃炸药产生向下的冲力，使得采样管插入沉积物中进行采样，然后再自动点燃炸药产生气体充满气球，利用气球的浮力使取样器浮到海面。



自返式采样管
1.气球室；2.气体发生室；3.炸药雷管室；4.开关盖；5.采泥管；6.钻头；7.弹射阻；8.气球

【自返式采样器】boomerang gtab，free－fall grab 又称无缆采样器，是不用绳索，而靠自身重量和气室空气浮力自动降落和起浮的采样装置。它由采样网、气室浮球和压载物组



自返式采样器

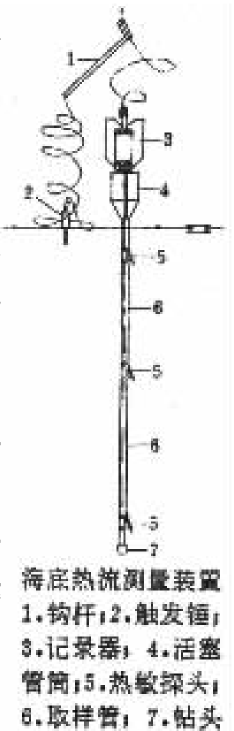
成，有时还装有小型自拍海底照相机。当它下沉到海底与沉积物接触时，压载物自动掉落并起动，使气室内药物爆炸而充满气体，从而产生强大的浮力，使取样器开始起浮，并使采样

网爪子合拢起来采取海底样品。这种采样器主要用于多金属结核的调查和采样。

【声波地震勘探】sonic prospecting　又称连续地震剖面测量，海洋地震勘探的一种。它利用非炸药震源在水中发出声波，达到并穿透海底后在疏松沉积与固结岩石间分界面上，或其他声阻抗不同的分界面上反射。测量这种返回的声波可探测海底地质情况。其原理与一般反射地震勘探相似，但往往采用单道接收系统，具有灵活，快速的特点。使用的震源有气枪、电火花、电磁脉冲、振动板等。目前声波地震勘探广泛应用于海底煤田、砂矿、沉积物、地质构造及工程地质调查，也在海底石油概查中应用。

【水声测位仪】pinger　是利用声波测定各种海洋观测仪器在水中位置的仪器，主要由水声发生器和船上记录器组成。它与回声测深仪不同，是将声波发生器连同观测仪器放在水中或水底，根据记录的直达波和经海底反射回来的反射波之间的时差，计算仪器在水中的离底高度位置。水声测位仪大多用于测量水下电视、水下照相机、采泥器、采水器、以及水下钻探器具的位置。

【海底地热仪】geothermometer　测定海底热流的装置。主要由热敏探针和记录器组成（图）。工作时，将热敏探针插入到海底沉积物中，测量各点的地热梯度，并由自动记录器记录，同时采取该点的沉积样品并测量其热导率，按公式 $Q=K\cdot\Delta T/\Delta h$ 计算出热流值。式中：Q. 热流值；K. 热导率（单位是卡/厘米^2·秒·度）；ΔT. 温度差（单位是度）；Δh. 热敏探针之间的距离（单位是厘米）。$\frac{\Delta T}{\Delta h}$称为地热梯度。目前海底地热仪大体有两种类型：一是将热敏探针安装在其它柱状取样管上进行测量的，如拉蒙特型地热仪；另一种是热敏元件和取样管本来就构成一套仪器，如东京大学型。

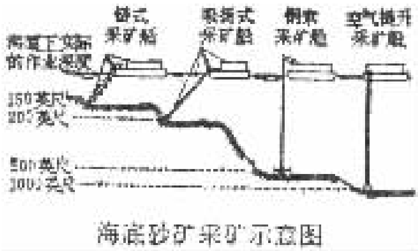


海底热流测量装置
1.钩杆；2.触发锤；3.记录器；4.活塞管筒；5.热敏探头；6.取样管；7.钻头

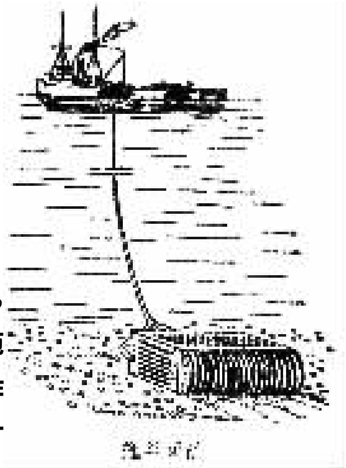
【海岸定位观测】coastal long－term observation　在海岸一定地点进行长期，连续的观测工作，以便了解和掌握海岸附近的自然条件变化规律和特征。按照不同目的，有不同的观测内容，一般包括海岸的地貌、水文、气象、泥沙等观测。海岸地貌动态定位观测，除进行波浪、潮汐、风和降水等水文气象要素的连续观测外，还着重进行海岸水准测量、海滩剖面测量、水下岸波测量及以上各地带的底质取样和观测。观测沿岸泥沙流时，常用具有特征的示踪砂测量其流向和强度。海岸定位观测将为港工建筑、海岸防护及其他海底工程提供必要的资料，对现代构造运动和沉积理论的研究也有一定的意义。

【海岸动力模拟实验】coastal dynamic simulation experiment　用人工方法模拟波浪运动和泥沙动态的实验，一般在人工水槽中进行。根据海岸实测的波浪参数（波长、波高、波速等以及地形坡度、水深），模拟波浪与在不同深度、不同坡度上不同粒级的泥沙运动及海岸剖面塑造过程的关系，以查明海岸带侵蚀、堆积过程及泥沙运动的规律，为海岸防护和港工建筑提供资料。

【海底采矿】submarine mining　对海底矿物资源进行开采的工作。这一工作还处于试采阶段。目前主要采集水深较浅部的海底表层的各种沉积物如砂矿、磷灰石、锰结核等。采用的方法有链斗式、吸物式钢索以及空气提升等，深海常用深海拖斗等。

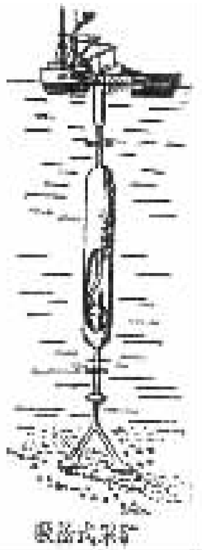


海底砂矿采矿示意图



【海底拖斗采矿】目前开采海底结核矿产简便方法之一，设备比较简单，附图表示拖斗采矿船操作的一般装置。这种拖斗采矿船作业时需要两艘浮船，一艘为采矿船，为从事开采作业及船员生活场所，并装备有与采矿船作业能力相适应的采矿拖斗及动力设备。一艘为适于远洋航行的平底驳船，用以堆放清洗后的矿石。

【水力提升采矿系统】hydraulic lift system，hydrolift system　又称吸扬式采矿系统，开采砂矿和锰结核的一种装置。是通过船上的水泵在采矿管道内抽吸海水，形成连续的水流的方


吸扬式采矿

式把海底矿石吸扬到船上来，该系统由电机、水泵、吸水管和扬水管等部分组成。这种采矿系统早在滨海砂矿采矿中应用。在浅海采矿技术的基础上，吸扬式采矿技术已应用到深海锰结核采矿试验上并已试验成功。

【空气吸举采矿系统】air－lift svstem（ALP）　开采海底砂矿和锰结核的一种装置，它是通过管道内空气抽吸功能从海底吸扬矿物和沉积物，由气压泵、水管和气管等组成。当采矿作业时，把管道下端下放到海底与沉积物接触，使水管中充满海水，一旦其中注入高压空气，就在管道内形成向上流动的液体和气体流，因而从海底吸扬矿石和沉积物。空气吸举法采矿技术已在南非金刚石采掘中应用，但深海采矿中的应用，还处于试验阶段。

空气吸举采矿系统

【钢索法采矿】wire mining　从船上用钢索悬挂拖斗或其他采掘工具，沉放到海底表面采取松散砂矿的一种方法。这种采矿法已有一百多年的历史，其采矿能力可达到每小时采取800—1500吨矿石，美国阿拉斯加湾砂金矿和东南亚砂锡矿即采用这种方法进行开采。

【连续戽斗链采矿】continuous line bucket system 简称（CLB），近海砂矿采矿中采用的戽斗链是把一连率戽斗套绕于桁架或梯架上，使其在梯架上拖动拖刮海底砂矿。这样可以进行连续的采矿，其采矿能力可达每日26，000吨，但这种方法只能用于60米以内浅海区。深海锰结核采矿用连续戽斗链系统，是在长度大于水深2倍以上的化学纤维绳缆上，按一定间隔系挂一连率戽斗，在采矿操作时使这种戽斗链通过船上的滑轮等设备在海中连续的循环绕转，拖挖锰结核，提升上船。这种深海采矿系统还处于试验阶段。

连续戽斗链采矿

【海图】nautical chart　表示海区状况的图件的总称。海图大体可分航海用图和专用海图两类。航海用图，如劳兰图、台卡图等；专用海图，如水深图、海底地形图、底质图、潮流图等。通常所说的海图，一般指航海用图，其中常标出陆上的山顶、尖塔、特征的树、特异的建筑物，以及海洋中的水深、底质、暗礁、浅滩、潮流、磁偏角等要素。海图是海洋地质凋查中必不可少的一种基础图件。

【海里】nautical mile 旧称□，是海上距离的计量单位。原指地球子午圈的 1/60 度。但由于在不同纬度地区 1/60 度的长度不同，故取其平均值 1，852 米为一海里。

【□】nauticnl mile 海里的旧称。

【节】knot（Kn） 国际通用的航海速度单位，以海里 1 小时表示。也用于测定海流流速或水中兵器（如鱼雷）的速度。例如船的航行速度为 4 节，即表示该船每小时的航行距离为四海里。

环境地质学

【环境地质学】environgeology，environrnental geology　地质学的一个分支学科，是研究人类活动和地质环境相互作用的科学。其研究内容包括自然因素和人为因素引起的环境地质问题。自然因素引起的环境地质问题，主要是指火山爆发、地震、山崩、泥石流等地质灾害问题。地球表面的化学元素的分布和迁移，对生态系统的物质循环和能量流动有密切关系、它们直接和间接地影响到动、植物和人类的生存和发展，也属于自然因素引起的环境问题。人为因素引起的环境问题，同人类的生产活动直接相关。如现代工业和农业的发展，会导致大量废弃物质的排放而形成环境的化学污染；大型工程和资源的开发会导致地貌的改观，水系的变化，岸线的浸没；城市化的结果是人口的高度集中，能源资源的大量消耗，水资源的大量开采，水质的恶化，地面的沉降等等。研究环境地质的方法一般是采取地质普查法和系统分析法。前者主要是通过对地球化学研究和矿物组成规律的研究，查明地球化学元素的迁移转化规律。后者则是综合分析地球内力，地表外力以及人类活动三种力量之间的相互作用，预测地质环境的演化趋势的所有研究的结果。可以根据各种目的编制出环境地质图件，供环境规划参考。

【城市地质学】urban geology　环境地质学的一个分支学科，是应用地质知识和地质资料对城市地区进行规划和管理的一门学科。其主要内容为建筑基地的调查与选定，供水条件的调查，地面沉降的预防和处理，建筑材料矿产的圈定以及废物排放、污染等问题的处置等。城市地质的研究与建设的经济效益关系密切。

【军事地质学】military geology　地质学与军事相结合发展起来的一门新的学科。军事地质学着重研究地质条件对军事工程的影响。如为军事目的所修建的道路、桥梁、军港、码头、水利设施以及寻找特需矿产等所涉及的地质问题。军事地质学也和其它地质研究一样，要编制各种所需图件，并对图件和照片进行判读等。

【环境地球化学】enviroumental geochemistry　研究化学元素和放射性现象在地表岩石、水、空气和生物圈中的分布及其相互关系的学科。这些化学元素和放射性现象在人类环境中既有天然的，也有人为释放的，它们的迁移和转化规律与环境质量和人体健康有密切的关系。目前，环境地球化学的研究内容，重点放在以下三个方面：①人类环境的化学性质，②污染物在环境中的迁移转化规律，③环境中的化学物质对生物体和人体的影响。环境地球化

学还可以在更广阔的地质背景上研究宇宙元素、地壳元素、海洋元素同生命元素之间的关系，研究生命过程的地球化学演化规律等。环境地球化学研究方法有现场调查、实验室模拟等。

【环境矿物学】environmental mineralogy 医学地质学的一个组成部分，是矿物学、生理学和医学相结合发展起来的一门边缘学科。其任务是研究矿物质对动物和人体健康的危害及预防办法。内容包括查明对于人类环境有害而尚未发现的矿物，阐明疾病类型与矿物类型的关系，研究矿物尘埃的分布和与有关发病率的区域分布特征，研制观察显微级矿物的新技术装备，制造和应用新人造矿物的工艺等。

【环境水文地质学】environmental hydrogeology 从环境科学角度研究地下水的质量以及对地下水的保护、控制和改造的边缘学科。研究原生环境下地下水的质量与人类健康状况关系问题，也称为第一环境水文地质问题。研究人类活动强烈改变的次生环境中地下水的质量及其保护，也称为第二环境水文地质问题。环境水文地质学研究的具体内容是：①由于自然因素引起地方性疾病的环境水文地质问题；②由于三废排放引起地下水污染的环境水文地质问题；③农业灌区的环境水文地质问题等。也有人把环境水文地质含义理解得更广泛，如把大量开采地下水引起地面沉降、矿山排水所引起的塌陷等也称为环境水文地质问题，但也有人称之为环境水文地质工程地质问题。

【环境工程地质学】environmental engineeiing geology 参见“工程地质部分”。

【环境海洋学】environmental oceanography 研究污染物进入海洋的途径及其在海洋中的分布、迁移、转化的规律和对海洋生物以及对人体的影响的学科。环境海洋学研究的范围是全球海洋，但重点是沿岸的海域、港湾、河口。研究的对象是海水、底质、生物以及在这三种介质中积蓄的污染物。环境海洋学的研究内容包括：①某一海域的污染物种类和数量，它们进入的方式和特点；②污染物入海后的扩散、沉积和迁移的物理和化学过程；③污染物被海洋生物吸收的方式；④污染对海洋生物和人类产生的效应，以及使环境发生的变化；⑤海域中污染物的最后归宿等。

【环境土壤学】environmental soil scionce 研究人类活动引起的土壤环境质量变化及其对人体健康、社会经济以及生态系统结构和功能的影响的学科。主要研究内容包括：土壤背景值，土壤污染现状，土壤及其边界环境中污染物的迁移、转化和分布规律，人为污染因素（物理的、化学的、生物的）对土壤特性的影响，土壤－植物系统污染的生态效应，土壤－植物生态系统对主要污染物的净化功能和作用机理，反应动力学及其环境条件等。在此基础上，建立土壤环境标准，计算土壤的环境容量，确定其数学模式，对厂矿、企业、城市和大工程对环境质量的影响提出防治途径和防护措施。

【环境生物学】　environmeutal biology　环境科学的一个分支。研究生物与受人类干预的环境之间相互作用的规律及其机理的学科。也有人认为环境生物学就是生态学。研究对象为受人类干预的生态系统，其中包括：①人类活动对生态系统造成的污染；②人类活动对生态系统的影响和破坏。主要是人类对自然资源的不合理利用，如森林的滥砍滥伐，草原的过度放牧和开垦，不合理的围湖造田和大型水利工程建设等。其研究的主要内容是环境遭受改变引起的生态效应，生物或生态系统对改变的环境进行恢复的功能，利用生物对环境进行监测、评价以及自然保护等。其目的在于为人类合理利用自然及其资源，保护和改善人类的生存环境提供理论基础，促进环境和生物朝着有利于人类的方向发展。

【环境生物地球化学】　environmental biogeochemistry　环境科学与生物地球化学之间的一门新兴边缘学科，是从化学角度研究生物活动与环境相互影响的科学。主要研究内容为非金属元素碳、氮、磷、硫和硒等的环境生物地球化学特征及其意义，也对多种金属元素的转换及其给生物系统带来的影响及生态系统物质平衡等进行探索和模拟试验。

【环境化学】　environmental chemistry　运用化学的理论和方法，鉴定和测量化学污染物在大气圈、水圈、土壤-岩石圈和生物圈中的含量，研究它们在环境中存在形态及其迁移、转化和归宿的规律。环境中的化学污染物有人工合成的和天然的。各种污染物在环境中可以发生化学反应或物理变化，即使是一种化学污染物，所含的元素也有不同的化合价和化合态的变化。环境化学的研究为人类保护、改善环境提供化学方面的依据。其研究课题有：大气平流层中臭氧层破坏的过程和速度，农药、硫酸烟雾在大气中的反应动力学及其变化过程，酸雨的形成和危害，大气中二氧化碳的积累及其温室效应，致畸、致突变和致癌物质的筛选，以及污染物的致畸、致突变、致癌性与其化学结构间的关系，有毒物质毒性产生的机理，拮抗和协同作用的机理，及其与化学结构的关系，新的污染物的发现和鉴定；分析方法的探讨和分析技术的改进；卫星监测系统和光学遥感系统的研制等。

【环境物理学】　environmental physics　研究声、光、热、加速度、振动、电磁场和射线对人类的影响及其评价，以及消除这些影响的技术途径和控制措施的学科。目的是为人类创造一个适宜的物理环境。此学科目前尚在发展中。

【环境医学】　environmental medicine　研究环境与人类健康的关系，特别是研究环境污染对人类腱康的有害影响及其预防的一门科学。当前环境医学的主要研究的内容有：严重危害人体健康的疾病如肿瘤、心血管疾病等的流行特点和规律；对低浓度和长期作用的毒物的毒性及其联合作用，及其致畸、致突变和致癌作用等。环境医学的研究目的是为健康预报和早期诊断提供依据。

【环境工程学】 environmental engineering 运用工程技术和有关学利，的原理和方法，保护和合理利用自然资源，防治环境污染，以改善环境质量的学科。主要研究内容包括大气污染防治工程、水污染防治工程、固体废物的处理和利用以及噪声控制等。环境工程学还研究环境污染综合防治的方法和措施，以及利用系统工程方法，从区域的整体上寻求解决环境问题的最佳方案。

【生态学】 ecology 研究生物及其环境相互关系的学科。生态学包括生命的形式和群落，自然循环，生物之间的关系，生物地理以及人口的变化等。

【环境】 environment 人类生存的周围世界。它是作用于人类这一客体的所有外界因素的总和。《中华人民共和国环境保护法》明确指出："所称环境是指：大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉疗养区、自然保护区、生活居住区等"。

【地质环境】 geological environment 由岩石圈、水圈和大气圈组成的体系。有人认为地质环境只由岩石圈及其风化产物—土壤两个组成部分。它是地球演化的产物。人类和其他生物依赖地质环境而生存和发展，同时人类和其他生物的活动又不断地改变着地质环境的化学成分和结构特征。亿万年来，岩石圈和水圈之间，岩石圈和大气圈之间，大气圈和水圈之间的物质交换和能量转换组成地球化学物质的相对平衡关系。人类所处的地质环境是在最新造山运动和第四纪最后一次冰期后形成的。

【宇宙环境】 cosmic envirournent 大气层外的环境。是人类活动进入大气层以外的空间和地球邻近的天体的过程中提出的新概念，也有人称为空间环境。

【全球环境】 global eavironment 又称地球环境。它包括大气圈中的对流层的全部和平流层的下部|水圈、土壤-岩石圈和生物圈。这个范围是人类活动和生物栖息繁衍的地方，是向人类提供各种资源的场所，也是不断受到人类改造和冲击的空间。

【地理环境】 geographical enrironment 自然地理环境和人文地理环境的统一体。自然地理环境是由岩石、土壤、水、大气、生物等自然要素有机结合而成的综合体。人文地理环境是人类的社会、文化和生产活动的地域组合，包括人口、民族、村落、社团、经济交通、军事等许多成分，它们在地球表面构成人文圈。自然地理环境是自然物质发展的产物，人文地理环境是人类在前者的基础上进行各种活动的结果。

【区域环境】 regional environment 占有一个特定地域空间的自然环境或社会环境。按其功能可分为自然区域环境、社会区域环境、农业区域环境、旅游区域环境等，它们各具有独特的结构和性质。

【海洋环境】 marine environment **地球上连成一片的海和洋的总水域，包括海水、地层、矿产及溶解和悬浮于水中的物质以及生活于海洋中的生物。海洋环境是一个非常复杂的系统。海洋是人类消费和生产不可缺少的物质和能量的源泉。随着科学和技术的发展，人类开发海洋资源的规模越来越大，对海洋的依赖程度越来越高，同时海洋对人类的影响也日益增大。目前，海洋环境研究工作的重要任务之一，是探索保护海洋生态系统的途径和方法。**

【自然环境】 natural environment **人类社会出现之前就已客观存在着的空间和物质环境。它包括物理的、化学的和生物的三个部分。例如自然界中的大气、水体、土壤、岩石、光、热及氧、氮、碳、氢等元素和植物、动物、微生物等生物群落的变化，**

【社会环境】 social environment**；人类社会为了不断提高自己的物质和文化生活而创造的环境。它包括经济的、政治的和文化的环境。例如工业、农业、城市、房屋、桥梁、交通、娱乐场所、名胜古迹及风景区等等。**

【原生环境】 primary environment **又称第一环境，为在自然因素影响下形成的地质环境。地球在漫长的地质年代发展过程中，在地壳表面形成了不同的地貌、构造、地层、岩性和矿物等，并引起地壳表面各元素分布的不均一性。这种不均一性控制和影响着各地区人类、动物和植物的发育和生物生态的差异。一些地区由于自然界原有地质环境不良，存在着大骨节病、克山病、地甲病等地方病以及发生泥石流、滑坡等自然地质灾害。**

【次生环境】 secondary environment **又称第二环境，为受人为因素影响而改变了的地质环境。随着人类的经济活动，对自然资源的大规模开发和利用，工业"三废"，使用大量农药、化肥等，改变了原有地壳表面的组成。这种改变了的原有地质环境，反过来又严重地影响了各种生物，特别是人类的正常生产、生活。如矿山开发、疏干地下水造成的地面塌陷；因城镇地下水超量开采造成的地面沉降、海水倒灌、水库诱发地震、地下水被污染等。**

【外环境】 exterual environment **在地方病研究中，把人体以外的环境如水、土、食物、地质、地貌等称为外环境。**

【内环境】 internal envlronment **在地方病研究中，把人体称为内环境。**

【地球化学环境】 geochemical environment **地球表面上地球化学条件一致的最小区域单位。地球化学环境具有同一自然地理条件、相同的岩石和一定的地形，处于相同的水热条件下，具有同一种土壤，分布着同一种生物群落。**

【环境系统】 environmental system　地球表面各种环境因素及其相互关系的总和。环境因素包括非生物的和生物的。非生物因素指温度、光、电离辐射、水、大气、土壤、岩石以及其他如重力、压力、声音和火等。生物因素指各种有机体。它们相互作用，并同非生物环境密切联系着。环境系统通常分为大气圈、水圈、岩石圈和生物圈。在环境系统中，各种物质之间由于成分不同和自由能的差异，在太阳能和地壳内部放射能的作用下，进行着永恒的能量迁移和物质交换。环境系统是一个开放系统，它在长期的演化过程中逐渐建立起自我调节系统，保持能量的收入和支出的相对平衡和稳定。但它也存在着自己的发生、发展和形成历史，其范围可以是全球性的，也可以是局部性的。

【环境要素】 evironmental elements　也称环境基质，是构成人类环境的各个独立的、基本物质组成部分。一般分为自然环境要素和社会环境要素。自然环境要素包括大气、地表水、地下水、岩石、土壤、生物、阳光等。也有人认为阳光不应列为自然环境要素。环境要素组成环境的结构单元，环境结构单元又构成环境系统。因此，环境要素是认识、评价和改造环境的基本依据。

【环境结构】 environmental structure　环境要素的配置关系。即总体环境（包括自然环境和社会环境）的各个独立组成部分在空间上的配置。它是描述总体环境的有序性和基本格局的宏观概念。环境结构及其相互作用直接制约着环境的物质交换和能量迁移的功能。自然环境结构是指大气、海洋和陆地的配置关系，如大气层的质量、温度、密度、化学组成及其随距地表高度的变化、大气流动对气候变化的关系，海陆面积的分配，大陆和岛屿的分布格局，陆地的山原、丘陵、湖泊、森林、草原、沙漠分布等；社会环境结构主要是指城市、工矿区、村落、道路桥梁、农田、牧场、林场、港口、名胜及其它人工建设的配置关系。

【环境演化】 environmental evolution　地球环境（大气圈、水圈、岩石圈和生物圈）在地球范围内，按看自己的发展规律及其相互关系和相互作用，逐渐地发生、发展和形成的历史过程。这个演化过程从地球的形成至今，已经历了四十六亿年。现今适宜于人类生存的环境，是地质史的最后阶段即新生代才逐渐形成的。

【环境化学演化】 chemical evolution of environment　环境演化的一部分。在环境发展历史的形成初期，生物的出现和发展，人类的诞生和发展等各个阶段中，环境的各个圈层的化学组成和含量各不相同，但有继承和渐变关系。生命的发生和生物的发展对环境化学演化有着重大的影响。在地球形成初期以核化学反应逐渐变为简单的氧化还原反应，形成较简单的化合物，如 CO_2、CO、H_2O 等，在太阳能的作用下形成简单的无机物和甲烷等，化合成氨基酸、核甙酸等。而生物出现后，一些简单的生物开始在太阳光的作用下进行化学反应，水中的生物和植物大量繁殖。同时，岩石的风化作用使一些元素进入水中或植物中，使一些元素富集，加强了化学演化的复杂性。人类出现后，特别是工业化以来，环境的化学演化更日

趋复杂，改变了原始环境，加剧了化学变化。产生了大量的无机污染和有机污染。

【环境效应】 environmental effect 自然过程或人类活动造成的环境污染和破坏，所引起环境系统结构和功能的变化。按其成因可分为自然环境效应和人为环境效应；按环境变化的性质可分为环境生物效应、环境化学效应和环境物理效应。自然环境效应是以地热能和太阳能为主要动力，引起环境中的物质相互作用所产生的环境效果。人为环境效应则是人为活动所引起的环境质量变化和生态变异的效果。如现代大型水利工程的建设，工业废水的大量排放，都使水体中生物受到影响，危及人类健康。一些化学烟雾可造成酸雨，腐蚀植被和建筑物。污水使地下水变质，以及噪音、机器的振动等效应都影响着人类环境及本身的健康发展。

【环境异常】 environmantal abhormality 自然环境的某个或多个环境要素发生常变化，破坏生态相对平衡的现象。在地球演化过程中，人类、生物同各环境要素之间形成并保持着一种动态平衡关系。其中某些环境要素的变化，可以借助自然界的能力自行调节，并在一段时期内形成新的相对平衡关系。但在环境要素的改变使生态系统产生不可逆转的变化，单凭自然能力不能使环境恢复原有状态或达到新的平衡时，就形成环境异常。自然环境异常现象有地震、火山喷发、山洪、海啸及太阳辐射等；人为环境异常有矿物燃料的燃烧，酸雨，核爆炸，工程建设，矿产开采所引起的山崩、塌陷等。

【环境破坏】 enviroumental disruption 一般指由于人类的种种活动，扰动了自然界的循环过程的现象。

【环境背景值】 environmental background value 环境要素在未受污染情况下其化学元素的正常含量。即基岩、第四纪沉积物、土壤、地表水、地下水、大气、植物和动物等环境要素中物质的自然含量。也称“环境本底值”，“自然本底值”，或简称“本底”。如一般土壤本底，汞为0.1PPm，砷为6PPm，镉为0.06PPm等。天然水中氟的本底为0.15—0.41毫克/升、铬为0.007—0.013毫克/升等等。因此查明每个地区的环境本底值，对于研究环境污染的程度和污染来源、污染物的运移转化规律等，均有重大意义。故调查环境本底值是环境调查和污染防治的基础工作。

【生态系统】 ecological system 自然界一定空间的生物与环境之间相互作用、相互制约、不断演变、达到动态平衡和相对稳定的统一整体。它是具有一定结构和功能的单位。

【生态平衡】 eoiogical balance（balance of nature） 又称自然平衡，指自然群落各个组分的相对数量比例大致保持不变所形成的稳定生态系统。它是生态系统发展到成熟阶段的结果。在气候和其它因素的影响下，自然生态系统将发生继承和变异现象，于是已经平衡的群落的成分，将相应地不断发生再调整。这种平衡，由于人类迁移或引进动、植物，污染环境，破坏生息场所以及迅速增长其本身的数量而受到破坏。

【水生生物群落结构】 community structure of aquatic organisms 一个水生生物群落中各种生物之间，生物与环境之间相互的复杂关系所决定的各种生物在时间上和空间上的配置状况。群落结构的特征主要表现在生物种类组成，群落外貌，垂直结构和水平结构上。生物种类是群落结构的基础，群落外貌是生物之间、生物与环境之间相互关系的标志。生态环境的变化会影响群落结构的变化，因此，水污染所改变的生态环境，必然引起水生生物的群落结构的改变。研究群落结构的变化，可以评价水的质量。

【食物链】 food chain 生态系统中，由许多有机体所组成的能量转换系列。食物链的基础（生产者、第一营养级）常为绿色植物，或其它自养植物，它们差不多都是从光获取能量，生产食物，以便为另外的营养级（消费者）所利用。第二营养级为食草动物（一级消费者），接着是较小的到较大的食肉动物（二级消费者），如单细胞藻—水蚤属—蜻蜓、蛹蝾螈—草蛇。在一个生态平衡的群落中，较低营养级的生物量常常大于继之而起的生物量，这是因为在每一个营养级的能量吸收的同时，大量的能量被消耗掉了（大约有90%的可利用的化学能量，在从一个营养级转换到下一个较高级营养级时消失了）。每一个消费级都有腐生植物出现。任何自然群落都有许多互相联系的食物链，形成一个食物网络或食物循环。

【可更新资源】 renewable resources 通过天然作用或人工经营可为人类反复利用的各种自然资源。它主要是土地资源、水资源、气候资源、生物资源等。土地资源包括农耕地、宜垦地、草场、宜林地、沙漠、裸露山地等；水资源包括地表水和地下水；气候资源包括光照、温度、降水等、生物资源包括各种农作物、林木、牧草等植物，鱼类、家畜、野生的兽和鸟类等动物以及微生物，也包括由它们组成的各种种群和生物群落。这些资源是人类生产和生活的物质墓础。可更新资源的合理保护、利用和管理的目标是：既要从各种可更新资源系统中取得人类生产和生活需要的各种物质，又要在保护和美化环境方面发挥这些系统各自的效用，并使人类的干预不至于超过它们的负载能力，以保证可更新资源能够不断更新。对可更新资源的管理，除要求考虑自然规律之外，还要求考虑经济条件以及人类社会因素的影响。

【不可更新资源】 non - renewable resources 人类开发利用后，在现阶段自然界不可能再生的自然资源。不可更新资源是经过漫长的地质年代形成的矿产资源，包括金属矿产和非金属矿产。有人认为需要漫长岁月才能形成的土壤也属于不可更新资源。矿产资源的储量一般是按目前的技术水平和经济条件能够开发利用的量进行统计的。随着开采、冶炼和提取技术的提高，一些低品位矿产和矿石中伴生矿物也将被利用起来。

【无污染能源】 pollution - free energy sources 对环境不产生污染的能源。如太阳能、风力，水力，氢燃料，生物能以及海洋波浪，汐潮，海流，海水温差等能源。

【大气循环作用】 atmospneria circulatlon 又称大气环流。空气在高压区和低压区之间的循环流动。低压区是地球表面的某一地区受日照变暖，暖空气膨胀变得较稀薄，并上升空中，在这一地区上空形成一个比周围气压低的气压区。冷空气较重，向下沉降，形成高压区。高压区与低压区有一定的压力差，空气就从较高的气压区流向低压区。低压区的暖空气在高空逐渐变冷，开始下降进入高压区。这种反复便形成大气的循环。由子不同的经纬度和温度的影响，在全球形成三种主要的纬向流行风带。大气的循环所形成的风是由陆地，水域，经纬度等许多因素决定的，因此，风的地质作用在不同的地区有很大的差异。

【逆温层】 inversion layer 气温随高度增加而升高的大气层，又称逆转层。逆温层中比重大的冷空气位于下层，妨碍空气对流，气层全部处于稳定状态，故大气污染物质多停滞在下层空气中，加重环境污染程度。

【污染物地质大循环】 geologicalcycle of pollukaut 环境中的污染物在地质循环电的运动过程。环境污染物的地质大循环遵循自然界循环规律。环境中的污染物有的来，自自然过程，如岩石凤化，火山喷发，大气降尘、水流冲刷等过程，把污染物输送入环境。有的来自人为释放。如自然资源的开发利用，工业的废水，废气、废渣的排放等，都会把污染物排入大气，河流，土壤之中。

【污染物生物地球化学循环】 （biogeochemical cycle of pollutants） 生物的合成作用和矿化作用所引起的污染物周而复始的运动过程。生物（主要是绿色植物）将所吸收的环境化学物质转变成为生物体本身的有机物质，这个过程称为生物合成作用，生物通过代谢作用（包括微生物的分解作用）将生物体的有机物质转化为无机物或简单的有机物，这个过程称为矿化作用，即生物分解作用。生物地球化学循环过程为：植物吸收空气，水，土壤中的无机养分后合成植物的有机质，植物的有机质被动物吸收后合成动物的有机质，动物、植物死后残体经微生物分解成为无机物回到空气、水，土壤中。这一地质环境与生物体之间物质的循环过程，范围很小。相对地质大循环而言，也称为生物小循环。在被污染的环境中，污染物也常被生物吸收，进入体内。在这个循环过程中同时伴随着污染物的迁移、转化、分散、富集的过程。污染物的形态、化学组成和性质也就发生变化，如酚类污染物可以被微生物分

解成为水和二氧化碳，供植物生长需要。多种氟的污染物可以被植物的根系和叶片吸收，并在植物体内积累。动物可以通过呼吸，饮水、摄食（主要是植物性食物），吸收环境中的氟。氟在动物体内代谢过程中一部分被排出体外，大部分留在动物体内。动物死亡后，残体经微生物分解矿化，氟又回到环境中。

【元素迁移】　elemsnt transfer　元素在自然环境中空间位置的移动和从一种存在形态转化为另一种存在形态，以及由此发生的元素的分散和富集现象。在多数情况下，这两者是同时进行的，尤其是存在形态的转化必然伴随着空间位置的移动。元素及化合物的性质是决定元素迁移的内因。环境的酸一碱条件、氧化一还原条件、胶体的种类与数量、腐植质的性质与数量等是影响元素迁移的重要外部条件。

【标型元素】　modal element　对环境的地球化学性质起决定作用，对其它元素的迁移有重要影响的元素。元素的标型程度取决于元素在地壳中的含量和迁移能力。如构成环境（岩石、土壤，天然水、生物等）主体的Si，Al，Fe，Ca，Mg，Na，K，C，P，Cl等，它们决定着其他元素的迁移条件（酸一碱条件与氧化一还原条件），被称为禄型元素。

【金属迁移形式】　form of metaltransport　地面水中微量金属的迁移形态约有五种：①溶解态：以简单离子或络离子形态进行迁移，②吸附态：被吸附于悬浮的胶体颗粒上随悬浮物以机械形式迁移；③金属胶膜态：以胶膜形态沉淀或共沉淀于悬浮颗粒表面，随悬浮物迁移；④固体有机物态：被吸存在固体生物物质中；⑤结晶矿物态：结合在破碎的矿物晶格中随沉积物一起迁移。

【地球化学屏障】　geochemical barrier　表生带在短距离内迁移条件明显交替，并导致化学元素浓集的地段，即地球化学环境的交界线。地球化学屏障也就是元素和化合物由活性状态转变为非活性状态，由迁移状态转变为非迁移状态，由液相转为固相的地段。地球化学屏障是多种多样的，有酸性屏障、碱性屏障、氧化屏障、还原屏障、吸附屏障等。

【氮循环】　nitrogen cycle　氮在自然界中的流动和交换。氮气占大气总体积的78%以上，主要以氮分子、氨（NH_3）、一氧化氮（NO）、二氧化氮（No_2）等形态存在于大气中。化合态的氮在云、气溶胶粒子、雨滴中转化为铵（NH_4^+）和硝酸根（NO_3^-）随降水降落地面。大气中的氮分子（N_2）和氧（O_2）可在雷电作用下反应生成NO_3^-。土壤水体中的某些细菌和微生物也能吸取大气中的氮，并使之与氢结合生成氨。铵和氨在土壤和水中，经过微生物的硝化作用，最后变成硝酸盐，被植物根系吸收。它们在植物体内又合成多种有机化合物如蛋白质等，然后通过食物链转化成为动物蛋白质。动植物死亡后，残体被微生物分解，氮又以氨的形式回入土壤和水体中。土壤中的硝酸盐在微生物的反硝化作用下又还原成氨和氧化亚氮（N_2O）而逸入大气中。氨也可以由于挥发而进入大气。大量施用氮肥和燃烧矿物燃料，都会增加大气中的氮。

【磷循环】 phosphorus cycle 磷在自然界的循环。它的基本过程是：岩石和土壤中的磷酸盐由于风化和淋滤作用进入河流，然后输入海洋并沉积于海底，直到地质作用使它们暴露于地壳表面，再次参加循环。在这一循环中，存在着两个局部的小循环，即陆地生态系统中和水生生态系统中的磷循环。人类开采磷矿石，制造和使用磷肥、农药和洗涤剂，以及排放含磷的工业废水和生活污水，都对自然界磷的循环发生影响。

【硫循环】 sulfur cycle 硫在自然界中的循环。其基本过程是：陆地和海洋中的硫通过生物分解，地球内部的硫通过火山爆发进入大气；大气中的硫通过降水和沉降；表面吸收等作用，回到陆地和海洋；地表径流又带着硫进入河流，输往海洋，并沉积于海底。在人类开采和利用含硫的矿物燃料和金属矿石的过程中，硫被氧化成为二氧化硫（SO_2）和还原成为硫化氢（H_2S）进入大气。硫还随着酸性矿坑水的排放而进入水体或土壤。

【碳循环】 carbon cycle ❶碳在生态系统中的循环。二氧化碳中的碳原子被绿色植物的光合作用所结合形成有机化合物。这些化合物最终又被制造它们的植物或被食草动物、食肉动物和细菌等的呼吸作用而氧化成二氧化碳，这些二氧化碳又一次加入光合作用。❷碳在自然界的大循环，大气中的二氧化碳被陆地或海洋中的植物吸收，然后通过生物或地质过程以及人类活动，又以二氧化碳形式返回大气。人类工业化的发展，燃烧的矿物燃料日益增加，使得地质时期被埋藏的碳以二氧化碳的形式回入大气的速度加快。大气中的二氧化碳浓度的提高，严重影响着环境质量。

【环境污染】 environmental pollution 人类的各种活动所引起的环境质量下降，因而有害于人类及其他生物的正常生存和发展的现象。这是由于人类活动使有害物进入生态系统的数量超过了生态系统本身的自净能力，破坏了生态平衡，使人类赖以生存的自然环境变坏或发生恶化，人体健康受到影响。自然过程所引起的同类现象称为自然灾变或异常，不叫环境污染。

【直接污染】 direct pollution 污染物通过某种途径直接造成的污染。例如，在地表水中所出现的污染物与污染源的污染物一致即属直接污染。地表水中污染物质的含量，一方面取决于排放物的排放量、次数与浓度；另一方面，由于在清洁的地表水中被稀释和发生扩散，所以在污染源的下游，距离愈远，污染物质的含量随之减少。

【间接污染】　indirect pollution　污染物通过其它中间介质间接造成的污染。例如污染物先污染了地表水，或其它含水层，导致地下水也受到污染，对地下水来说，即属间接污染。

【大气污染】　atmospheric pollution　大气中污染物或由它转化成的二次污染物的浓度达到了有害程度的现象。人类的生活和生产活动，向大气排放各种污染物（如烟尘、CO、CO_2、SO_2、NO_x、各类硫氢化合物等）。当污染物超过了环境所能允许的极限时，就会使大气的质量恶化，对人类的生活、工作、人体健康和精神状态、建筑物及设备财产等直接或间接地受到破坏或产生恶劣影响。

【土壤污染】　soil　pollution　人类活动产生的污染物质，通过各种途径输入土壤，其数量和速度超过了土壤净化作用速度的现象。土壤污染会导致土壤自然正常功能失调，土壤质量下降，影响到作物的生长发育，产量和质量下降。由于土壤污染物质的迁移转化，又会引起大气或水体的污染，并通过食物链，最终影响到人类的身体健康。

【放射性污染】　radioactive pollution　人工辐射源（有时也包括天然放射源）所释放的放射性物质的量高于自然界存在的“天然放射性本底值”所造成的环境污染。放射性物质可以通过空气、饮用水及食物链等多种途径进入人体，或者以照射方式危害人类健康。因此，控制和防止环境中放射性污染同样是环境保护工作中的重要课题之一。人工放射性污染来源有：铀矿开发排放的矿渣和矿坑水，核武器试验的沉降物，核燃料循环的三废排放，供工业医疗、军事、科研用的电离辐射源和放射性同位素等。

【重金属污染】　heavy metals pollution　重金属废水对环境的污染。比重在4或5以上的金属（金、银、铜、铁、铅、锌、锑、镍、钴、汞、镉等）的化学性质稳定。它们在随废水排出时，即使浓度很小，也可在底泥、水生植物或土壤、农作物中富集积累，造成污染。重金属废水是对环境污染最严重和对人类危害极大的工业废水。本世纪60年代震惊世界的日本公害——水俣病和痛痛病，就是由重金属汞和镉的污染所造成的。

【热污染】　thermal pollution　工业生产和能源开发利用过程中引起环境产生增温效应的污染。能够导致热污染的能源包括煤等固体燃料、石化燃料、核能燃料、地热能等。热污染多发生在城市区、人口稠密区、工厂区、以及火力发电站、原子能发电站、地热电站等能源消费量大的地区。直接向大气排放CO_2，水蒸汽、烟尘微粒和热量能影响大气温度变化。直接向水体排放废热，能影响水体温度变化。环境热污染对于人类的危害是间接的，但对于对温度敏感的生物冲击很大，可以破坏其生态平衡，于是造成食物短缺和疾病等形式影响人类生活。

【污染源】　pollution sources　污染物的发生源，也含有污染物的来源的意思。即能产

生物理的（如声、振动、光、热、电磁辐射、放射性等），化学的（如有机物、无机物），生物的（如霉素、病菌等）有害物质的场所、装置和设备等单元。由于共有害物质在空间分布和持续时间足以危害人和其它生物的生存与发展，故谓之污染源。

【污染源类型】　type of pollution source　按污染源性质所作的分类。通常划分为：①工业污染源，②农业污染源，③生活污染源，④文教、科研、卫生污染源，⑤交通运输污染源；按其对环境要素的影响分类：①大气污染源，②水污染源，③土壤污染源；按其形态特征分类：①点污染源，②线污染源，③面污染源；还可按其所在位置分为固定污染源和流动污染源，按其排放污染物的种类分为有机污染源、无机污染源、热污染源、噪声污染源、放射性污染源等。但事实上许多污染源都具有混合污染源的性质。

【天热污染源】　natural pollution source　有人指自然界自行向环境排放有害物质或造成有害影响的场所。如正在喷发中的火山等。根据“环境污染”的定义，天然污染源是一种自然过程，称为自然灾变或异常，不应列入污染源。

【人为污染源】　man－made poilution sources　人类生产和生活活动所形成的污染源。人为污染源包括工业污染源、农业污染源、交通运输污染源、生活污染源等，它们是环境保护工作所研究和控制的主要对象。

【污染物】　pollutants　能造成环境污染的物质。污染物大多系人们在生产、生活活动中排入大气、水、土壤中的，易于在环境中扩散，积累并对环境的正常组成和性质发生直接或间接有害于人类的变化的物质。污染物常为生产中的有用物质，有的甚至是人和其它生物所必需的营养元素。但由于没有充分利用而大量排放，或不加以回收和重复利用，就会形成环境中的污染物。例如铬是人体所必需的微量元素，氮和磷是植物的营养元素，如果在环境中长期保持高浓度，就会造成人体中毒、水体富营养化等有害后果。

【污染物类型】　pollutant type　按不同标准对污染物进行的分类。按污染物的特性分类有：①重金属，如铅、汞、镉、铬、铜、锌、镍、钴、砷等；②有机物，如酚类、石油类、苯类、醛类、醇类、乙醛及有机氯、有机硫、有机磷等；③颗粒物，如烟尘、粉尘和悬浮物等；④无机化合物，如硫氧化物、氮氧化物、碳氧化物、硫化物、氟化物、磷酸盐及钙、镁、铁、钼等可溶性化合物等；⑤放射性污染物，如^{223}镭，^{235}铀、^{232}钍、^{80}钴，^{90}锶和^{147}钷等；⑥噪声和振动；⑦热辐射和电磁波。按污染物的形态分类有：①气态污染物，②液态污染物，③固态污染物，按其来源分类有：①工业污染物，②农业污染物，③生活和医院污染物，④交通性污染物，⑤放射性污染物。此外还有按污染物的毒性及对环境的影响等分类方法。

【一次污染物】 primary pollutant 又称原生污染物，是由污染源直接排入环境的、其物理和化学性状未发生变化的污染物。例如：工厂排出的烟尘、废水和废渣，汽车排气，生活污水等。

【二次污染物】 secondary pollutant 排入环境中的一次污染物在物理、化学因素或生物的作用下发生变化，或与环境中的其它物质发生反应所形成的新污染物。例如：因降雨使大气中的污染物质随雨水流入江河水体之中，或者发酵性的有机物被微生物所分解，生成硫化氢和醛等。另外，由一次污染物污染环境后，使自然界中某些化学组分由稳定、无害状态变为某种有害状态，进入环境造成新的污染。这些造成新污染的化学组分也应属于二次污染物。例如：工业废水与生活污染水中的酸与盐类进入地下后，可使土中的钙、镁从难溶状态的碳酸钙、碳酸镁，变为易溶态的钙、镁离子、这些钙、镁离子进入地下水，就使地下水硬度升高。

【二次污染作用】 secondary poilution process 二次污染物所造成的污染作用。水俣病（甲基汞中毒）就是二次污染的一例。水俣病是由污染源排放的含汞废水与甲醛或乙醛污水反应，或海水中的汞被颗粒物吸着沉降在海底，经由甲烷菌产生的甲烷作用，生成可溶性的氯化甲基汞，被生物积累，经食物链转移到人体所引起的。甲基汞比无机汞的毒性强，侵入到人的脑组织，会造成不可恢复的损害。二次污染对环境的和人体的危害往往比一次污染更为严重。

【工业污染物】 industrial pollutaut 工业生产中排放的“三废”物质。它们包括：①废气中的污染物：碳氧化物（一氧化碳、二氧化碳），硫氧化物（二氧化硫、三氧化硫），尘（烟尘和粉尘），氮氧化物（一氧化氮、二氧化氮等），光化学烟雾，硫化氢，氯化氢，氰化氢，碳氢，氟，氯，氨，苯（甲苯、二甲苯）、乙烯，乙炔、甲醛、甲烷、甲硫醇、苯并（a）芘、恶臭物质及石棉尘等等；②废水中的污染物：酚（包括苯酚、甲酚、二甲酚等），氰（包括氰化钠、氰化钾，氰氢酸等）、油（包括石油类物质）、重金属（包括汞、镉、铅、铬、铜、锌、镍等），磷化物，氟化物，硫化物，砷化物，酸，碱，悬浮物及热等；③工业废渣：如煤矸石、尾矿渣、钢铁渣、粉煤灰、炉灰渣、电石渣、硫铁矿渣、盐泥、赤泥、化工废渣、含氰毒渣、重金属渣、放射性废弃物和工业垃圾等。

【农业污染物】 agricultural poilutant 各种肥料、杀虫剂、杀菌剂、除草剂及生物助长剂等化学物质，如有机氯、以及超量的有机磷、氮、钾等易溶性化合物。

【生活污染物】 domestic pollutant 人类生活过程中排放的污染物。如粪便、垃圾和含有多种有机物的污水（包括洗涤剂、油脂、悬浮物、细菌等）以及煤、油等燃料燃烧时排放的废气，如硫氧化物烟尘、碳氧化物、氮氧化物、苯并（a）芘及碳氢等。

【有毒污染物】 toxic pollutant **能直接或间接被生物摄入体内，从而导致生物体或其后代的发病、行为反常、遗传变异、生理机能（包括生殖机能）失常、机体变形、以至死亡的污染物。**

【水污染物】 water pollutant **污染水体的物质、生物或能量的总称。**

【放射性污染物】 radioactive contaminant **各种放射性核素。由核工业、核动力、核武器生产和试验以及医疗、机械、科研等单位在放射性同位素应用时排放的含放射性物质的粉尘、废水和废弃物。其中常见的放射性元素有^{226}镭、^{235}铀、^{50}钴、^{210}钋、^{3} 氚、^{42}氩、^{85}氪^{133}氙、^{131}碘、^{80}锶、^{47}钷、^{137}绝等。**

【交通性污染物】 traffic pollutant **各种交通工具在行驶过程中排放的污染物。主要有烟尘、氮氧化物、一氧化碳、二氧化硫+碳氢化物、苯并（a）芘、铅化合物、石油和石油制品以及有毒有害运输品。此外还伴有噪声和振动。它们对城市环境、河流、湖泊、海湾和海域环境造成污染。特别是在发生事故时危害更大。**

【铅污染】 lead pollution **铅对环境的污染。铅和铅的化合物用于许多工业生严。它可以在生物系统中聚集。对于人体，少量的铅能导致行为变异，更多的铅能使人麻痹、瘫痪、失明以致死亡。由于汽油加添剂中含烷基铅，所以铅污染散布面很广，特别是在公路于线两侧。在邻近重金属冶炼厂附近，它也造成一系列的污染，特别是孕妇易于受铅污染之害。**

【汞污染】 mercury pollutlon **汞和汞的化合物对环境的污染。汞的有机化合物甲基汞被人体吸收后，不易降解，排泄很慢，容易在脑中积累，对神经系统的破坏性很大。**

【镉污染】 cadmium polluthon **镉对环境的污染。镉对人体危害较大，它可以通过食物、空气和水以及吸烟进入人体，香烟含有大量的镉。镉可以引起人体严重的肝肾损伤。日本的痛痛病就是镉中毒引起骨质变坏而造成的。**

【铬污染】 chromium pollution **铬和铬酸根离子对环境的污染。铬是人体必需的元素，食物中铬含量不够，人体会因缺铬而影响糖类和脂类的代谢作用。但过量的铭对人体有害，铬污染对人体的危害被怀疑有致癌作用。一般认为六价铬更易被人体吸收，而且可在体内聚积。**

【铜污染】 copper pollutioa **铜对环境的污染。铜是生命所需的元素，但过量的铜对生物和人体都有危害。水中铜含量超过**3．0**毫克/升会产生异味，铜在土壤中累积会造成农作物、特别是水稻、大麦生长不良，并污染粮食籽粒。**

【锌污染】 zinc pollution **锌对环境的污染。锌在土壤中的富集对植物及食用这种植物的人和动物都有危害。过量的锌会使土壤酶失去活性，细菌数减少，土壤中的微生物作用减弱。**

【镍污染】 nickel pollution 镍对环境的污染。石油和煤的燃烧及镍矿石冶炼时所排放出的废气中含有镍粉尘。当遇到热的一氧化碳，可形成毒大且有致癌性的羰基镍（$Ni(CO)_4$）。

【钴污染】 cobalt pollution 钴对环境的污染。钴曾用作啤酒的起泡剂，对饮用大量啤酒的人曾造成钴中毒事件。人每日摄入钴超过500毫克，就会中毒。钴在土壤溶液中浓度为10毫克/升时，可使农作物死亡。

【砷污染】 arsenic pollution 砷对环境的污染。砷不是人体必需的元素，但是由于自然环境中含有砷，所以它成为生物和人体的构成元素。含神农药生产和砷的提炼会造成砷污染，砷的化合物毒性大，主要用于药物，以往广泛用于杀虫剂。砷和砷化物可以通过水、大气和食物等进入人体，造成危害。长期饮用含砷量高的水会引起慢性中毒。我国台湾省有的地方发生过“黑脚病”就是一例。

【硒污染】 selenium pollution 硒对环境的污染。硒是人和动物以及部分植物必需的微量元素，一般富集在有机质内。天然水体中硒的分布主要取决于被侵蚀的岩石类型和水的pH值。工业区和非工业区河流含硒量差别不大。pH值对河水含硒影响较大。目前工业中用硒不多，硒还不是大气中的重要污染物。水体的硒污染只是局部问题。硒可在土壤中富集，并被农作物吸收。饲料中含硒过多，会引起牲畜慢性硒中毒，克山病流行地区的人，口服小剂量亚硒酸钠，对克山病有较好的预防效果。

【铍污染】 beryllium pollutiau 镀对环境所造成的污染。铍对人和动物是一种剧毒元素，在冶炼和加工铍的工厂及其周围环境内曾多次发生铍中毒，事件。铍如果吸入人体，能导致肺肿瘤，所以使用时应予严格控制。铍元素可以在同温层经宇宙射线转变成镀同位素。

【钼污染】 molybdenum pollution 钼在环境中所造成的污染，钼是一种不可缺少的微量营养元素。自然环境中，钼分布的不均匀性，造成某些地区缺钼而出现“水土病”；又造成某些地区含钼偏高而出现痛风病“（如苏联的亚美尼亚）。人类活动中愈来愈广泛地应用钼以及燃烧含钼矿物燃料（如煤），因而加大了钼在环境中的循环量。用钼最多的是冶金、电子、导弹和航天、原子能、化学等工业以及农业。目前对钼污染的研究还很不够。

【钒污染】 vanadium pollution 钒在环境中所造成的污染。大气中的钒污染主要来自矿物燃料的燃烧。钒有很强的催化SO_2向SO_4^{2-}转化的能力，是酸雨形成的关键性物质之一。

【锰污染】 magnesium pollution 锰对环境的污染。锰是植物必需的微量营养元素。空气中超过500微克/米^{3}可造成职业性锰中毒。水中二价锰对人、畜和永生生物的毒性很小。地表水一般为8微克/升，土壤中平均值为1000ppm。对土壤含锰影响最大的是来自大气中的锰，酸性土壤易受锰污染。

【铁污染】 iron pollution 铁对环境的污染。铁对人和动物毒性很小，但水体中铁化合物浓度为0.1—0.3毫克/升时，会影响水的色、嗅、味等。一些特殊工业对水中含铁量要求较高，如纺织、造纸、酿造和食品工业等。土壤中铁主要是岩石风化而产生的，如玄武岩风化后使土壤中含铁量升高至10.3%。据估算，土壤中的铁输入大于输出，使之逐渐积累。

【锡污染】 tin pollution 锡在环境中造成的污染。锡主要用于制作马口铁、锡合金，另外还制造各种锡化物杀虫剂、杀菌剂和药品等。锡和锡的无机化合物毒性较小，锡的有机化合物毒性很大。常见的锡化合物有二价和四价的。二价锡是强还原剂，在天然水体中不多见。四价锡化合物在酸性和碱性水体中溶解度较大，但在pH值为6~9的天然水体中溶解度很小。甲基锡较易挥发，往往从水、土壤和生物体中逸人大气。在缺氧条件下，锡可在细菌作用下甲基化。土壤中锡含量差别很大，这与土壤的污染状况，母岩中锡含量等因素有关。自然风化过程和锡冶炼加工等都向大气输送锡，使大气特别是城市上空的大气受到锡污染。

【硫污染】 sulphur pollution 硫在环境中造成的污染。硫是构成蛋白质的基本元素，是植物必需的微量营养元素。由于人类活动，天然水体中的硫含量不断增多。SO^{2-}普遍存在于各种水体中，是经常测定的水质指标之一。天然水中的SO_4^{2-}主要来自矿物盐类的溶解和有机物的分解。某些工业废水如酸性矿水中含有大量SO_4^{2-}。生活污水中的SO_4^{2-}主要来自人类排泄物。土壤中的硫酸盐几乎是不降解的，通过淋洗作用进入地表水和地下水中。大气中的硫酸盐随雨水降落，是地面水和土壤中硫酸盐的重要来源。饮用水中硫酸盐含量过多可使人腹泻，一般规定不得超过250毫克/升。工业用水中的SO_4^{2-}是生成锅炉水垢的重要阴离子。SO_4^{2-}在硫酸盐还原菌的作用下可转化为H_2S。硫在大气中存在的形式主要有硫氧化物、硫酸盐、硫化氢和硫醇等。SO_2是重要的大气污染物，主要来自矿物燃料燃烧、含硫矿石冶炼和硫酸、磷肥生产等。英国伦敦曾多次发生由煤烟引起的大气污染的烟雾事件，这类烟雾被称为伦敦型烟雾。SO_2在大气中一般只存留几天，除被降水冲洗和地面物体吸收一部分外，都被氧化为硫酸雾和硫酸盐气溶胶。硫酸盐在大气中可存留一个星期以上，漂移至1000公里以外，造成远离污染源处的污染或广域污染。硫酸雾和酸性硫酸盐腐蚀金属、建筑材料和其他物品，并且造成酸雨。

【氟污染】 fluorine polluticn 氟对环境的污染。氟的污染物主要是氟化氢和四氟化硅，来自铝冶炼、磷矿石加工、磷肥生产及煤灰的燃烧过程等。陶瓷、玻璃、塑料、农药、铀分离等工业也排放含氟化合物。在自然条件下，有的地方土壤和水以及农作物氟含量较高，有时可达有害健康水平。氟化物主要以气体和含氟漂尘污染大气。人体内的氟直接来自饮水、食物和空气。高浓度的氟污染可刺激皮肤和粘膜，引起皮肤灼伤，皮炎，呼吸道炎症。低浓度的氟污染对人畜的危害为牙齿和骨骼的病变，牙齿发黄，牙质松脆、缺损和脱落，骨骼的

骨质密度增加，关节、韧带钙化等，表现为腰腿痛，骨关节固定、畸形等而导致麻痹，瘫痪。氟还可抑制内分泌作用，对生殖腺、肾上腺和胰腺产生不良影响。

【有机磷农药污染】pollution byorgancphosphorus pesticides 专门用做杀虫剂的有机磷化合物。它们是磷酸脂、焦磷酸脂或硫脂类化合物，具有很强的杀虫、杀菌力。但对人、畜的毒性也很大，能从口、鼻、皮肤、等任何部位进入体内而被吸收。主要品种为：对硫磷（1605 或 E605），内吸磷、乐果、敌百虫等。

【有机氯农药污染】pollution byocganochlorino pesticides 多氯有机合成的杀虫剂所造成的污染。有机氯农药主要品种有滴滴涕、六六六等。由于其化学性质稳定，难于分解，能造成对环境的严重污染。它直接污染作物，并大量残留在土壤中。这种农药通过食物进入人体，在肝、肾、心脏等组织中蓄积，而且在脂肪中蓄积最多。蓄积的农药还可通过母乳排出，或转入卵、蛋等组织，影响后代。各国对有机氯农药在食品中的残留控制甚严。我国从六十年代开始禁止在蔬菜、茶叶、烟草等作物上施用 DDT、六六六。

【多氯联苯污染】pollutionby polychlorinated biphoayl 多氯联苯，（PCB）又称氯化联苯，是一类人工合成有机物，是联苯中的氢被氯置换后的生成物的总称。它不溶于水，而溶于脂肪和有机溶剂，极难分解，可与塑料混合，不燃烧，绝缘性能良好，化学性质稳定，处于薄膜状态时也不干燥。因而多用做变压油，热载体与增塑剂等。但作为废弃物被排入环境后，很难为生物分解。而且一旦进入人体，就聚集在脂肪组织、肝、脑中引起皮肤与肝脏损害（黄色肝萎缩症）等中毒症状。1968 年日本曾发生因 PCB 污染米糠油而造成有名的公害病——米糠油症。1973 午后各国开始减少或停止生产多氯联苯。

【废物】waste 任何无用的或已被抛弃的物质。它以固体，液体或气体的形式出现，如废热，用过的化学制品、人或其它动物的排泄物，以及来自采掘工业的无用岩石，人工制造但已无法再用或不再需要的一些产品（如工业上的废金属制品，生活垃圾、废气和废水等）。通常指固体废弃物质。对于废物都必须设计一套完善处理方案，以免造成环境污染。

【采矿废弃物】mining wastes 采矿过程中所产生的非矿物或无工业价值的矿物。如矸石、围岩，尾矿等。随着采矿业的发展，矿山废弃物日益增多，造成严重的环境问题。如矸石、碎岩堆积如山，与废石共生的一些有害元素，都是破坏自然环境的因素。矿山的废石堆不但侵占良田，而且在长期的物理风化及雨水的淋滤下，会使周围的地下水质变坏，尤其是酸性水或含其他稀有重金属化合物的污水等。将污染附近环境，给居民带来危害。

【尾矿】tailings 矿业固体废物的一种，选矿厂对金属矿石选剔后留下的残余脉石。黑色金属矿石的尾矿一般占矿石总量的50－70%，有色金属矿石的尾矿量在90%以上。如一吨铜矿石，含铜有时不到7公斤。中国目前每年约排出尾矿4亿多吨。尾矿的主要化学成分是二氧化硅、三氧化二铁、氧化铁、三氧化二铝、氧化钙等，有的还含有色金属和稀有金属。尾矿一般以浆状从选矿厂排出。其中含有大量固体微粒和选矿时所用的有毒药剂，排入环境，会污染地表水或地下水。发展综合利用，是尾矿处理的最好措施。近年来，许多国家都在研究共生矿尾矿的回收利用，如从铜尾矿中回收铜和钼，从铀尾矿中提取钒和铀，从钒钛磁铁矿中提取钛和钒等。尾矿可制造各种建筑材料：

【废石】spoil 开矿、采石、疏浚、凿洞等工程所遗弃的废石。例如露天矿剥离的上覆岩层和废土，废石等。其中露天煤矿开采时剥离的围岩、无开采价值的薄层和劣质煤层和夹矸石等，占有重大比例。矸石的堆积对环境的影响已成突出问题许多国家都很重视矿区复原工程及矸石综合利用等措施，以改善矿区环境。

【放射性废弃物】radioactivewastes 无工业价值的或使用过的剩余的放射性物质。其来源，前者是与核电的核燃料有关的采矿剩余物和碎矿与其他燃料配制的过程中出现的废弃物，后者是因核反应堆中一些非燃料物质的各种设备的受辐射而造成的。所以废弃物包括建筑材料、冷却剂及其中的杂质。一些放射性同位素也是其中的一部分。这些废弃物可呈气体、液体和固体形式存在。它们通常被划分成低剂量、中剂量和高剂量三类。低剂量废弃物是其放射性含量低，稍加稀释或简单处理之后即可放入外界环境。中剂量范围是低剂量浓度的一千倍左右。大于这一剂量的为高剂量。

【污染物形态】form of pollutants 环境中污染物的外部形状，化学组成和内部结构的表现形式。污染物的形态随环境条件的变化而转化。按化学组成，污染物形态可以分为单质和化合态两类。单质是同种元素组成的物质，包括金属、非金属及其同素异构体，如汞（液态汞和气态汞）、铅、氯，以及具有多种同素异构体的硫（无定形硫、正交硫、单斜硫）、磷（白磷、红磷、紫磷、黑磷）等。化合态是由两种或两种以上的元素组成的物质形态，可以分为有机化合态和无机化合态两类。有机化合态的污染物的种类繁多，常见的有农药（如有机氯、有机磷）、苯、苯酚、苯胺、联苯胺，多氯联苯，多环芳烃、霉菌毒素（如黄曲霉毒素）、有机汞（如甲基汞、苯基汞）等。无机化合态常见的有强碱、强酸，盐类（如铬酸盐、硫酸镉）、硫化物，氮化物、氯化物、氟化物、氰化物和金属元素的氧化物等。按物理性状污染物形态可以分为固体、流体（气体和液体）、射线等。固体可分为晶体和无定形两种。晶体如氰酸盐、铬酸盐、氯化高汞。无定形固体物质如硫、二氧化铅、五氧化二钒。流体如汞和各种有机试剂。射线如放射性物质在衰变过程中产生的α、β、γ射线，X射线、紫

外线、热辐射、微波辐射、电磁辐射等。

【污染物转化】　transformation of pollutants　污染物在环境中通过物理的、化学的或生物的作用改变形态或转变成另一种物质的过程。环境污染物的迁移和转化往往是伴随进行的。各种污染物转化的过程取决于它们的物理化学性质和所处的环境条件。物理转化可通过蒸发、渗透、凝聚、吸附以及放射性元素的蜕变等一种或几种过程来实现。化学转化在环境中比物理转化更为普遍，以光化学氧化、氧化还原和络合水解等作用最为常见。生物转化是污染物通过生物的吸收和代谢作用而发生的。在大气中，转化以光化学氧化，催化氧化反应为主。在水体中，转化主要通过氧化还原，络合水解和生物降解等作用。在土壤中转化取决于污染物和土壤的物理化学性质。

【污染物迁移】　transpokt of pollutants　污染物在环境中所发生的空间位置的移动及其所引起的富集，分散和消失的过程。污染物在环境中迁移常伴随着形态的转化（见污染物转化）。如通过废气、废渣，废液的排放，农药的施用以及汞矿床的扩散等各种途径进入水环境的汞（Hg），会富集于沉积物中。污染物在环境中的迁移方式有机械迁移、物理化学迁移和生物迁移三种、污染物在环境中的迁移受到两方面因素的制约：一方面是污染物自身的物理化学性质，另一方面是外界环境的物理化学条件和区域自然地理条件。

【污染物释放】　release of pollutants　导致环境质量变劣的各种污染物扩散到环境中的过程，污染物的释放分为自然释放和人为释放两种。自然释放是在太阳能、地能、生物能、化学能的作用下，自然界发生的物质释放过程；人为释放是人类的生产和消费活动引起的物质释放过程。人为释放的规模与人类的生产能力、工艺水平和经济发展程度紧密相关。

【污染物综合效应】　compreheusive effect of pollutants　多种污染物对环境污染的综合效应。在含有有毒或有害物质的环境中，只含单独一种物质的情况是很少的，因此要考虑两种或两种以上有毒有害物质同时存在的情况，即污染物质的综合效应。在研究环境质量时，除了应用环境标准作为评定污染的尺度外，还需要考虑污染物之间的综合效应。当前各国对这个问题都日益重视。

【独立作用】　independent process　污染混合物的各种成分，在生物体的不同部位，产生的反应不同，并且互不相关。生物体只是由于混合物中的一种成分丽发生障碍，而不是因污染物的共同作用而受到障碍的称为独立作用。

【相加作用】 plus process 污染混合物中的各种成分，对生物体的同一器官，具有同一生理学作用过程称为相加作用。在这种情况下，可以预计混合物中各种成分的化学结构多半互相近似。两种以上物质共存时，首先应考虑各个物质的毒性，然后再考虑总的效果。可根据不同毒物的允许浓度，推导出混合物的允许浓度，如 NO_2 和 SO_2，具有相加的作用。

【相乘作用】 multiply process 较两种以上污染物成分混合在一起的相加作用还要强烈的作用过程。因此，不能从混合物中的各个成分来评价总合作用。一般来说，在高浓度时出现的相乘作用较低浓度时为多。据实验得知，在大气污染中，颗粒物与 SO_2 有相乘作用，SO_2 与 H_2SO_4 也有相乘作用。

【拮抗作用】 offset process，antagonism 两种或两种以上污染物质共同存在时，其毒性可以互相抵销一部分或大部分，这一作用过程，称为拮抗作用。例如金枪鱼中含有高浓度甲基汞、也含有硒。硒与甲基汞共存，可以抑制甲基汞的毒性。动物实验得出，当其食物中含甲基汞 30ppm 义同时含硒 12．5ppm，甲基汞的毒性可得到抑制。

【水体】 water body 存在于地面与地下特定范围内的全部水或部分水。如河流、湖泊、海洋和地下含水岩层中的水均称水体。

【原生环境水文地质】 hydrogeology of primary environment 自然环境中地下水含某些元素的数量过多或过少时，作为饮用水源时引起人体的病变方面的问题。例如，饮用地下水中含碘量过少可引起甲状腺方面的疾病，饮用地下水中含氟量过多时可引起高氟病等。研究这类地下水的分布和形成，寻找水质良好的地下水源，研究改良水质的措施等就是这个领域中水文地质工作的内容。

【次生环境水文地质】 hydrogeclogy of secondary environment 地下水受生活污水、工业废水，化肥农药等污染造成的水文地质问题。水文地质工作的任务是从地下水角度对环境质量进行评价，提出和论证改良环境和保护环境措施的建议。

【水污染】 wcter pollution 水体因某种物质的介入，导致其化学、物理、生物或者放射性等方面的改变，从而影响水的有效利用，危害人体健康或者破坏生态环境、造成水质恶化的现象。

【需氧污染物】 oxygen－demanding pcllutants 又称耗氧污染物。包括有机物与无机物两种。前者主要是可以进行生物分解的天然有机物（如：碳氢化合物，蛋白质、油脂、木质素等），后者主要是还原性物质（如，亚硫酸盐、亚硝酸盐、硫化物、亚铁盐和氨等）。由于它们在生物氧化或化学氧化过程中消耗氧气，故称需氧污染物。排入水体的需氧污染物过多、将造成水中溶解氧缺乏，危害鱼类及其它水生生物的生存。

【水中无机有毒物质】 poiscnous inorganic substance in water 地下水中的重金属和氰化物，氟化物等无机盐类。重金属是指比重4—5以上的金属，如汞、镉、铬、铅、铜、锌、锰、钒、镍、钼等；砷不是重金属，但其危害性质与重金属性质相同，故也列入此类。重金属污染具有化学性质稳定和能在生物体中累积两个特点。过量的重金属积累会损害人体的骨骼和器官，导致多种功能性疾病和器质性疾病。氰化物是一种极毒物质，且毒极快。由口腔粘膜吸进一滴氢氰酸（约50毫克），可瞬间致死。它的化学性质在地面水中不稳定，极易分解，但在渗入地下时则难以分解，危害较大。氟化物，在饮用水中浓度超过2毫克/升时，就会引起齿斑，并危害骨骼。

【水中有机有毒物质】 pcisonous crganio substance in water 目前引起人们普遍注意的主要是；滴滴涕：六六六、狄氏剂、艾氏剂等有；机氯农药；多氯联苯（PCB）；芳香族氨基化合物，如苯胺、联苯胺、氯硝基苯等。这些有机合成化合物，在自然界原来不存在，是人们用合成方法制造的。它的化学性质在一定条件下比较稳定不易分解，随时间的推移而在自然环境中不断累积起来，同时能在人体内富集，对人类和其他生物有毒害性。酚也是有机有毒物质，但它可为生物分解。河水中含酚可使鱼肉有酚味而不能食用，并能使藻类、贝类减产。饮用水内含微量酚（仅0. 002毫克/升）时，加氯消毒会产生酚恶臭。

【工业污水】 industrial sewage 又称工业废水。工矿企业在生产过程中排出的废水和污水，其成分和数量依生产性质和工艺过程而不同。有时生产废水和污水中所含有的毒物、病原体，有机物等，污染水源后，对饮用水、工农业用水和环境卫生产生严重的影响。目前要求各工矿企业对工业废水自行进行处理，达到一定标准后才允许排放。我国《水污染防治法》规定，禁止向水体排放：①油类、碱液或剧毒废液，②含有汞、镉、砷、铬、铅、氰化物、黄磷等可溶性剧毒废渣，③含放射性物质的废水，④不符合排放标准的含热废水。同时禁止在水体清洗装贮过油类或有毒污染物的车辆或容器。

【矿山废水】 mine waste wafer 矿井内的天然溶滤水、选矿废水、选矿废渣堤堰的溢流水以及矿渣堆积场的浸出水等的总称。

【城市污水】 urban sewage 又称城市废水，是城市工业废水与生活污水的总称。

【生活污水】 domestic sewage 城市居民和机关、学校在日常生活中产生的脏水。包括厕所粪尿、洗农、洗脸、沐浴和厨房污水，以及商业、医院和游览场所污水。污水中常含丰富的植物营养物（如：氮、磷）及较多的病原菌微生物等。

【水体生物污染】 biological poilufiom of water bodies 致病微生物、寄生虫和某些昆虫等生物进入水体，或某些藻类大量繁殖，使水质恶化的现象。生物污染能直接或间接危害人类健康或影响渔业生产。

【水体病源微生物】 pathogenetic microbes in water 生活污水、医院污水以及生物制品、制革，肉类加工等工业废水，常含有各种病菌、病毒、寄生虫等病原微生物，它们进入地表水或地下水中会传播各种疾病。

【植物营养物质污染】 pollution of planf nutritions 造纸、皮革、肉类加工、炼油等工业废水，生活污水，农田施化肥后回归水中含有的，能为水生植物吸收的氮、磷、钾、碳等营养物质所造成的污染。水体中营养物增多能使藻类大量繁殖，耗去水中溶解氧，从而影响鱼类生存并造成水体的富营养化。

【水体营养物富集】 nutrient enrichmeat of water body 又称水体富营养化。生活和工业污水常含大量生物营养元素，如磷、氮、硅、钾、维生素、微量金属元素等。它们进入缓慢流动的湖泊、水库、内海等水域，会促进藻类等浮游生物的繁殖，在水面形成密集的“水花”或“红潮”。藻类死亡和腐败引起水中氧的大量减少，使水质恶化，水生生物特别是贵重鱼类大量死亡。这一过程叫“富营养化、”，也称“富营养化污染”。

【水体油类污染】 oil pollution of water 目前海洋污染中最普遍、最严重的污染。油类主要来源于油船的意外事故、海底采油、油船压舱水及炼油厂、石油化工厂的废水。石油是一种很复杂的自然混合物，具有一定毒性。在极微量浓度下也可使鱼肉带有石油味。大量石油在海面形成油膜，会影响水中氧的补充和植物的光合作用。油污染会对自然环境产生多种复杂的影响。工业废水中的油类也可使地表水体遭受油类污染。

【水体热污染】 heat pollution of water 水体受人工排放热量的影响而造成的污染。大量热能排入水体，使水温增高、水中溶解氧减少，并促使水生植物繁殖，而鱼类的生存条件变坏。热污染主要来源于发电厂和其他工业的冷却水。如发电厂燃料中只有 1/3 热能转化为电能，其余 2/3 则流失于大气或冷却水中。水温高还会使氰化物、重金属离子等污染物的毒性增强。

【地下水污染途径】 channel of ground water pollution 污染物从污染源到达地下水中整个过程的路径。其途径有：通过渗井、渗坑的直接注入；通过地表水体（河流、湖泊、明渠、蓄水池、污水库、海水等）的入渗、降水、工业废水和生活污水通过饱气带的渗透；含水层中污染的地下水的运移或弥散；含水层间的越流补给；相邻含水层的补给；从废勘探孔和废损井管的流入等等。在考虑地下水污染途径时，要重视地下水可能的补给源是否受到污染，补给途径中有无污染物存在等情况。

【地下水污染】 groundwater poilution 人为原因造成地下水水质恶化的现象。污染的原因主要有：工业废水向地下直接排放；受污染的地表水侵入到地下含水层中；人畜粪便或因过量使用农药而受污染的水渗入地下等。污染的结果使地下水中的有害组分如酚、氰、铬、汞、砷、放射性物质、细菌、有机物等的含量增高。污染的地下水，对人体健康和工农业生产都有危害。必须采取措施，加强环境保护，作好废渣废水废气的处理工作，保护地下水资源。

【黑带】 black zone 在河流、湖泊等地表水体一侧，工厂企业或城市排污口附近，顺水流方向往往形成黑色的水体污染带，称为黑带。黑带的延伸长度与排污量、河流流速和稀释能力有关，有的延伸达十几公里。发电厂的冲灰水排放处附近更为明显。

【水花】 water folwer 在淡水湖泊、池沼等静水水域中，浮游生物异常繁殖的现象叫水花。与红潮的意义相似，只是出现的永体淡盐不同。参看“红潮”。

【红潮】 red tide 又称赤潮，是因浮游生物异常繁殖而使海水变色的现象。所变之色有红、褐、绿、黄等。红潮现象在古代文献中已有提及，如《旧约·出埃及记》记述道：“河里的水都变作血了，河里的鱼死了，河也腥臭了……”二十世纪以来红潮发生更为频繁。例如，日本的濑户内海1955年以前几十年，只出现5次红潮，1965年出现44次，1970年出现79次，1975年达300次。我国浙江省镇海至台州一带，近海区在1933年发生过红潮，天津附近海域近来也出现过较严重的红潮。

【海洋污染】 marine pollution 大量废物、废水等排放到海中而引起的污染。海洋污染在工业发达地区的海域更为严重。其特点是①污染源多而复杂；除了海上船只，海上油井外，还有沿海和内陆地区的城镇、工矿排放废弃物进入海洋。②污染的持续性强、危害性大；海洋是各种污染的最后归宿。不能溶解和不易分解的污染物（如重金属、有机氯农药等）在海洋中逐年增加，据估计目前已有100万吨以上的DDT进入海洋，被海洋生物所富集，对人类构成了潜在的威胁。③污染范围大，由海水的流动使得污染物散布到任何角落。

【酸雨】 acid rain 一种大气环境污染现象，为pH值小于5．6的雨、雪或其他形式的降水。最早引起注意的是酸性的降雨，故名。主要是由于矿物燃料燃烧后产生的二氧化硫和氧化氮等污染大气，使降雨pH值下降而形成的。一般在用矿物燃料比较多的城市，酸雨出现得比较多。酸雨古代没有记载，是工业化以后大气受污染后才出现的现象。酸雨可使湖泊、河流酸化，直接毒害鱼类，并使水生生物发生态变化：耐酸的藻类、真菌增多，有根植物，细菌和无脊椎动物减少，鱼类绝迹。酸雨还能使土壤中的有机物分解和氮的固定，钙镁钾等营养元素受淋滤，造成土壤贫瘠。它还直接伤害植物芽、叶，破坏植被。酸雨还会腐蚀、损坏建筑物，金属结构、油漆以及名胜古迹等。

【人体元素】 elements of humanbody 组成人体的元素。它与其生活所在地的自然环境本底相适应，大体包括三类：①大量元素一构成活质主要部分的常见元素，如氢、氧、碳、氮、钠、镁、磷、硫、氯、钾、钙、铁等。②微量元素一以百万分之一、二，偶以十亿分之几的浓度出现，占有机体（总重量或总体积）不到0. 01%的一些元素。它们主要与酶的活性有关，在其中通常起着调节器的作用。如钴、钼、铬、碘、铜、锌等。③年龄元素—随着细胞组织年龄的增加而累积的元素。包括铍、钛、镍、砷、铝、银、钡、金等。

【年龄元素】 age elements 随着组织年龄的增长而累积的元素。其中包括铍、钛、镍、砷、铝、钡、银和金。此种元素在生理学中的作用大部分还不清楚。

【常量元素】 bulk elemonts 构成生物主要部分的常见元素。如氢、氧、碳、氮、钠，镁、磷、硫、氯、钾、钙、及血红蛋白里的那些元素，如铁等。

【微量元素】 trace elements 以百万分之一、二，有时以十亿分之几的浓度出现，占有机体（总重量或总体积）内不足0. 01%的一些元素。这些元素看来主要是与酶的活性相关，它们在其中通常起到调节器的作用。如钴、钼、铬、碘、铜、和锌等。

【钼元素功能】 function of molybdenum 钼在人体中所起的作用。它在水中或大气中含量都非常小。它在硝酸脂还原酶中形成不可缺少的原子团，使硝基还原为在植物代谢作用过程中能够被利用的氨。钼还能使铁成为在植物生理上可以利用的元素，用于合成抗坏血酸。动物需要钼是使硝酸脂还原成酶，在味脘酶、黄嘌呤氧化酶中均含有钼。钼含量不足会引起植物收获量下降、蛋白质含量低；含量过高（20—100ppm）会使动物（尤其奶牛）腹泻、失重，牛奶产量减少及皮肤粗糙变色等。

【铬元素功能】 function of chromium 铬能增强胰岛素的刺激作用。在人体内起着促使葡萄糖与储存能量的脂肪相结合。铬供应不足可使人体发生脂肪酸代谢作用不正常和动脉粥样硬化症。铬在微量金属当中毒性最小，哺乳动物在没有副作用的条件下，耐药量是由口服铬总量的200倍。因它不会在组织内累集。

【氟元素功能】 function of fluotine 氟在骨骼组织和牙齿组织中作用较明显，可提高牙齿中的磷灰石晶体的“结晶度”，起防止龋齿的作用。一般的防龋标准在1. 0ppm左右。过多或过少都会引起牙齿锈斑。氟量过高（8—20ppm）可在骨膜（覆盖在所有骨骼上的纤维状物质）处形成过多的骨骼组织，并且使正常情况下不发生钙化的韧带钙化。可以使人腰腿痛，直不起腰，四肢僵硬。我国含氟量较高地区有东北半干旱平原，西北陕甘宁黄土地区等。

【高氟水】 water of high fluorinecontent 水中氟离子（F^-）含量超过允许限度的地下水。一般规定饮用水中 F^- 含量不得超过 2 毫克/升。长期饮用高氟水会引起慢性氟中毒。因为过量氟进入人体后与有机钙化合成不溶解的氟化钙，使脊椎骨疏松软化，而氟化钙沉淀于关节、韧带，会产生钙化和骨化。氟中毒结果是脊椎勾偻、关节僵硬、轻者影响劳动生产，重者瘫痪残废。高氟水的分布常具地区性，一般认为氟易富集于半干旱区水流不畅的弱碱性潜水中和少雨区挽近期海相沉积层的地下水中。有些地温异常区地下水中氟含量也较高。高氟水区防氟的根本措施是找到低氟饮用水，不得已时必须对高氟水进行处理后再使用。

【地方性氟中毒】 endemic fluorosis 饮食中氟含量超过人体正常需要（目前标准为小于 1 毫克/升）所引起的慢性中毒性疾病。这是由于某些地区的地质环境中，含氟量过多所致。地方性氟中毒主要特征是形成斑釉齿和氟骨症，严重者导致瘫痪。这种病在世界上流行很广，我国也有十几个省市发生过，它的分布特征与区域地质环境有关。因此，查明区域环境地质条件和氟的地球化学特征，因地制宜地寻找好水和改水防病是环境地质工作者的重要任务之一。降低饮用水中氟含量的方法很多，有活性氟化铝过滤法、砼式氟化铝吸附法、电渗析法等，适用于集中供水的居民区和厂矿企业。水中投入明矾，再经炉渣过滤的除氟方法，经济方便，最适用于散居的居民和农村地区。

【公害】 public nuisance 由于环境污染和破坏所引起的对公众安全、健康、生命、财产和生活舒适性等的危害。公害对人群的危害比职业性危害更为广泛、它不论年龄、性别以至对胎儿都有严重影响。“公害’一词最早出现于 1896 年的日本《河川法》，原义为与“公益”相对立的用语，指河流侵蚀，妨碍航行等危害。1967 年，在日本《公害对策基本法》中，将“公害”定义为:“由于事业活动和人类其它活动产生的相当范围内的大气污染、水质污染（包括水的状态以及江河湖海及其它水域的底质情况的恶化）、土壤污染、噪声、振动、地面沉降（采掘矿物所造成的下陷除外）以及恶臭对人体健康和生活环境带来的损害”。后来，日本其它法律又规定，妨碍日照、通风等也是公害。我国 1978 年公布的宪法中首次使用了“公害”一词。根据我国 1979 年颁布的环境保护法的规定，凡污染和破坏环境、对公众的健康、安全、生命及公私财产等造成的危害，均为公害。

【公害病】 public nuisance disease 一般认为是环境污染引起的地区性疾病。公害病不仅是一个医学概念，而且具有法律意义，须经严格鉴定和国家法律正式认可。公害病的特征是：①它是人为环境污染所造成的疾病，②环境污染因素复杂，污染源众多，污染物的联合作用，对人体危害程度不同，确凿因果关系不易证实，③一般有长时期击续发病的特征，也有短期大量发病的现象，还可以累及胎儿，④有些发病机制尚来弄清，因而缺乏特效疗法。日本已知的公害病有与大气污染有关的四日市哮喘，与水污染有关的水俣病、痛痛病，和与

食品污染有关的慢性砷中毒病等。

【公害事件】 public nuisauce evemts 因环境污染造成的在短期内人群大量发病和死亡的事件。公害事件按其发生原因分为：①大气污染公害事件，是由于煤和石油燃烧排放的大气污染物造成的。如英国伦敦烟雾事件、英国格拉斯哥烟雾事件、美国多诺拉镇烟雾事件；日本横滨哮喘病事件，日本四日市哮喘病事件，美国新奥尔良市哮喘病事件，美国、日本、德意志联邦共和国、加拿大、奥大利亚、荷兰等国发生的光化学烟雾事件等，②水污染公害事件，是由于工业生产把大量化学物质排入水体造成的。如日本的水俣病事件，③土壤污染公害事件，是由于工业废水、废渣排人土壤造成的。如含镉工业废水引起的日本富山县的痛痛病事件，④食物污染公害事件，是由于有毒化学物质（食品添加剂）和致病生物等进入食品造成的。如日本的米糠油事件等。

【对照区】 contrast area 在环境污染调查中所选定的与污染区进行对比分析的无污染地区。在地方病调查时，往往在附近寻找一个非病区与病区进行对比，来研究病区的环境及其病因，在地下水污染调查时，也往往在附近寻找一个水文地质条件类似的地下水未污染区与污染区进行对比，来研究地下水污染情况。

【地方病】 endemic disease 由原生环境引起的地方性疾病。它的病因与水、土有密切关系，因此又叫“水土病”。在我国分布广泛的地方病有克山病、大骨节病，地方性氟中毒，地方性甲状腺肿，克汀病等。

【水土病】 water – soil discase 泛指因水土原因引起的一类地方病。

【甲状腺肿地带】 goitre zone 在土壤和水中缺乏人类正常所需要的含碘量，至使当地居民产生甲状腺肿的地区。

【地方性甲状腺肿】 endemic goJire 人体内碘缺乏引起的一种地方病。地方性甲状腺肿患者颈部粗大，影响呼吸和心脏活动，少数会演变成甲状腺癌。这种疾病是威胁人口最多的一种常见的、多发性疾病，也是一种全球性疾病。此病在我国古代称之为瘿。我国的古代医药文献中就有用海藻和昆布治“瘿”之说。查明环境（包括地下水）中碘的分布规律与发病率的关系，是因地制宜，补充含碘食物防治地方性甲状腺肿的重要措施之一。

【介水传染病】 infections throughwater 人类饮用或接触了被病原微生物污染的水或食用被这种水污染的食物时引起的传染病称介水传染病。有以下几类，①细菌引起疾病有霍乱、伤寒、痢疾及其他肠道传染病；②病毒引起的疾病有肠道病毒（脊髓灰白质炎病毒、柯萨奇病毒等），腺病毒（可传染眼结膜炎），呼吸道一肠道病毒及传染性肝炎的病毒，③各种皮肤病及其他：如钩端螺旋体病等。介水传染病的流行特点是：①流行往往是暴发型；②患者饮用同一水源；③水源采取卫生措施后流行得到控制。

【水致地方病】 waterborne endemicdisease 由于饮水中微量元素含量过多或不足而引起非传染性的中毒或疾病。例如地方性甲状腺肿、地方性氟中毒、龋齿病、克山病、大骨节病、心血管疾病以及结石症、地方性癌症等。

【克山病】 Keshan disease 一种原因未明，以心肌病变为主的地方病。因一九三五年冬首次在黑龙江省克山县发现这种地方病，当时由于对病因本质认识不清，故因地命名为“克山病”。克山病在我国黑龙江、吉林、辽宁、陕西、内蒙、山西、山东、河北、河南、甘肃、四川、云南、湖北等省（区）都有分布。国外在朝鲜、日本等国也有此病。目前克山病病因有两种假说，一种是“水土因素说”，认为饮用水中的钡、镉、锶、铜、钒、钼、硒等元素过低与克山病有关；同时饮用水中镁、钙、钾等元素含量不足也是一个不利因素；也有人认为某些元素间的比例在外环境和人体中的变化，能引起心脏代谢障碍。一种是“生物因素说”，认为是某种病原微生物或其代谢产物（如真菌毒素等）所致，而土壤富含腐殖酸，偏酸性，在外环境和内环境（人体）中与无机元素络合或整合作用是致病的原因。近年来在许多病区采取了改善环境、改良水质的综合性预防措施，获得了较显著的防病效果。

【大骨节病】 Kaschin－Beck disease 一种世界性。地方病。以骺板软骨和关节破坏为主的慢性畸形骨关节疾病。我国黑龙江、吉林，辽宁、内蒙、陕西、甘肃等省（区）的某些地区都有分布。在苏联、瑞典、日本、朝鲜和越南等国、也有分布。有人认为大骨节病是一种“水土病”，病因比较复杂，有“生物地球化学说”、“食物性真菌中毒说”、“腐殖酸说”等等。大都归之于原生环境的影响。近年来，我国在许多病区推广了改善环境、改良水质的综合性预防措施，获得了较显著的防病效果。

【地方性克汀病】 endemic cretinism 在地方性甲状腺肿流行区出现的一种先天性地方病。患有甲状腺肿大的妇女，在怀孕期间，由于母体甲状腺激素合成作用差，致使胎儿中枢神经发育不全，婴幼儿在发育期缺碘，引起大脑、神经、骨骼和肌肉发育缓慢或停滞。克汀病的特征是婴儿呆小，聋哑、瘫痪，故又称呆小病。地方性克汀病是世界性地方病，一般用甲状腺素治疗，预防方法是防治地方性甲状腺肿。

【痛痛病】 ital－itai elisease 即痛痛病。又称骨痛病。发生在日本富山县神通川流域部分镉污染地区的一种公害病，以周身剧烈疼痛为主要症状而得名。发病地区局限于以神通川为中心，由东侧熊野川、西侧井田川两支流分别汇入神通川所形成的扇形地带。原因是锌铅冶炼厂等排放的含镉废水污染了神通川水体，两岸居民利用河水灌溉，使稻米含镉。居民饮用含镉河水，食用含镉稻米引起这种公害病。1963 年以前患者人数不明，1963 年至 1979 年共有患者 130 人，（90% 以上为 65 岁以上老人，男性仅 3 人），死亡 51 人。

【骨痛病】 bon eaching 即“痛痛病”

【水俣病】 Minaraata disease 一种公害病，是由于摄入富集于鱼、贝中的甲基汞而引起的中枢神经疾病。1953 年出现在日本熊本县水俣湾附近渔村中。主要症状为手足末端、口周围麻木，昏睡，叫喊，步态不稳，动作失调，进而肌肉强直，痉挛、麻痹、尿便失禁、意识障碍以致死亡。它主要是人们长期摄食了被含汞废水污染的鱼、贝类等水产食物而发生的氯化甲基汞中毒。原因是含甲基汞的工业废水污染水体，使水俣湾和不知火海的鱼、贝中毒，人食后受害。1972 年日本环境厅公布，水俣湾及新泻县阿贺野川下游、有汞中毒者 283 人，死亡 60 人。

【四日市哮喘病】 yokkachi asthmadisease 最早发生在日本四日市的一种以阻塞性呼吸道疾患为特征的公害病。包括支气管哮喘、慢性支气管炎，哮喘性支气管炎和肺气肿等。在 1955—1963 年间，在四日市相继兴建了三座石油化工联合企业，每天排出大量的有机、无机化合物粉尘及二氧化硫气体，造成严重的大气污染。研究表明哮喘病患者的发病和症状的加重都与大气中二氧化硫的浓度呈明显的正相关关系。四日市上空 500 米厚的烟雾中，漂浮着多种有毒气体和有毒金属粉尘。重金属微粒与二氧化硫形成硫酸烟雾。因此，可能是硫酸雾先损伤呼吸道粘膜，续发感染，继而产生自身免疫而造成的一种过敏反应。1967 年有一些患者不堪痛苦而自杀。1972 年全市确认哮喘病患者达 617 人，死亡 10 余人。

【地质灾害】 geolcgic hazard 自然发生的或人为的对生命财产造成危害或潜在危害的地质条件。一般分为自然地质灾害和人为地质灾害二类。自然发生的地质灾害又可按引起灾害的动力来源之不同，分为表生性的和内源性的两种。

【自然地质灾害】 natural geolcgichazard 又称灾害地质，由于自然地质作用所引起的灾害。常见的有地震灾害、火山灾害、热害以及海啸、飓风、滑坡、雪崩、泥石流、地面沉降、流水的侵蚀与沉积等。灾害是对人类环境而言，在没有人烟的地区，这些自然地质作用虽也经常发生，但不形成灾害。 +

【人为地质灾害】 man – made geologic hazard 人类在利用自然资源的过程中对自然资源和环境带来的破坏。主要包括过量抽汲地下水和采矿等原因引起的地面下沉；水库蓄水、油田注水等诱发的地震；滥伐森林、过量开荒、破坏植被引起的洪水泛滥和地表沙化现象，各类工程建筑所导致的滑坡、坍塌、泥石流；工业三废和化肥农药等对环境的严重污染和生态系统的破坏等。

【火山灾害】 volcanic hazard 火山喷发给人类和环境带来的严重危害。火山喷发时对周围环境有极大的破坏，常常造成生命财产的重大损失。有人统计全世界在过去的五百年里约有 20 多万人死于火山活动。当前世界上仍有数百万人住在火山活动的地区，故火山活动

仍为重大的地质灾害之一。中国活火山分布地区不多，故火山灾害不如其它地质灾害严重。

【地震灾害】 seismic hazard 地震给人类和环境带来的危害。人类目前对地震的发生尚难准确预报，故成为人类最可怕的地质灾害之一。在人类历史上估计约有一亿人死于地震。二十世纪以来，每年大约有一万多人因地震死亡。地震灾害是举世瞩目和公认的环境问题。

【海岸灾害】 coastal hazard 海啸、飓风和海岸侵蚀等地质作用给滨海地区人民和环境所造成的威胁和危害。海岸地带一般人口较为集中，海岸灾害造成的损失很大。历史上曾出现过一次飓风死亡数十万人的灾难。海岸灾害成为人们关心的环境问题。

【洪水灾害】 flooding，flocd catastroptle 河流、湖泊或海洋在短期内水位暴涨，超出自然的或人为的警戒水位，超越河床或堤坝、淹没大片陆地的异常现象。洪水是严重的自然灾害之一，在地球上几乎所有的居民区都曾发生过，在许多情况下，砍伐森林，开垦草原是洪水泛滥的根本原因。洪水不仅与降雨的数量、持续时间和强度（单位时间的雨量）有关，而且与区域地质、地貌条件有关。地面坡度不大、地表径流不畅的地区，可能出现洪水；而坡度太大也会造成洪水。在表土松散地区，颗粒粗，地表径流会很快渗入地下；而表土致密的细颗粒地区，在同样降雨的情况下，地面就容易积水。在城市地区，由于地面被建筑物、街道和停车场所覆盖，大大减少能够渗透雨水的地表面积，增加了城市地区发生洪水灾害的可能性。

【海水倒灌】 sea water encroachment 又称海水入浸。在沿海地区，由于开采地下水，特别是过量开采，使地下水位急剧下降形成大面积降落漏斗，使地下水面低于海平面，致使海水倒灌，侵入含水层的现象。海水倒灌是沿海地下淡水严重恶化的重要原因。

【地面塌陷】 surface collapse 岩溶地区和矿山开采区发生的地面塌陷现象。岩溶地区、地下溶洞十分发育，这些溶洞大部分被泥沙或水所充填，使地面能够保持稳定。大量汲取地下水将使溶洞内的泥沙被潜流带走，造成突发性的地面塌陷。溶蚀洞穴型岩溶充水矿床，在疏干排水作用下，也常发生地面塌陷。

【地面沉降】 land subsidence 地表的高程在一定时期内不断降低的环境地质现象。地面沉降有自然的和人为的两种原因。自然原因有因地质构造运动而导致的地层凹曲而形成的，也有因地表土壤自然压实而形成的。人为原因有开采松散地层的地下水、石油、天然气等以及高大建筑物的重荷载等。地面沉降大多发生于①软弱冲积层分布区；②含有丰富的深层地下水（或水溶性天然气）的洪积层或新第三纪地层的堆积盆地区；③工业、建筑、生活和农业用水迅速开发的地区，特别是大量抽取地下水的地区。

【土壤盐渍化】 scil salinizatlon 又称土壤盐碱化。盐分不断向土壤表层积聚形成盐渍土的过程称为土壤盐渍化。滨海地区土壤由于受海水浸渍影响而发生盐渍化。蒸发作用强烈、地下水位埋藏浅的干旱和半干旱地区，地下水通过毛细作用上升至地表附近而蒸发，使土壤母质和地下水中所含盐分随毛细管水上升而积聚于土壤表层，也形成土壤盐渍化。因地制宜地采用井灌井排、开挖排水沟降低地下水位，并采取人工改良土壤结构等综合措施是目前世界各国普遍采用的治理盐渍土的方法。

【土壤次生盐渍化】 secondary salinizaticn of soil 又称土壤次生盐碱化。主要发生在蒸发作用强烈的干旱和半干旱地区。因渠系渗透和不合理灌溉使地下水位过分升高时，地下水通过毛细作用上升至地表附近而蒸发，使土壤母质和地下水中所含盐分随毛细管水上升而积聚于土壤表层，形成次生盐渍化。它区别于土壤“ 盐渍化 ”在于次生盐渍土的形成是人类经济活动的结果，而不是原生的自然地质作用的结果。因地制宜地采用井灌井排、排灌结合、井渠结合、控制灌溉定额，降低地下水位是次生盐渍土改良的有效措施。

【咸水下移】 saline water descendmg 咸水分布区大量开采深层淡水时，咸淡水界面逐渐向下移动，导致深层淡水水质变化，这种现象叫做咸水下移。

【水土流失】 soil erosion 土壤及其母质受水力、风力、重力等作用以及人为因素的影响，结构发生. 破碎和松散，被水流大量搬动散失的现象。水土流失作为一种自然现象（如面状流失、沟状流失、塌失、泥石流等）在地质历史的各个时期都是经常发生的。但随着人口的增加，人类对耕地的需求日益加剧，地表植被受到严重破坏，水土流失现象也日趋严重。水土流失所造成的危害，如耕地的破坏，土壤肥力的降低，水旱灾害的频繁发生河道的淤塞、地下水位下降，道路和建筑物的破坏等，都引起环境质量变劣，生态平衡破坏，已引起了许多国家的严重关注。我国黄土高原地区、随着森林覆盖率的下降，长期以来，水土流失极为严重。

【沙漠化置】 desertification 又称“ 土壤沙化 ”。干旱、半干旱地带或荒漠与草原过渡地带，在脆弱的生态系统下，由于过分垦荒、滥伐森林、过度放牧、水资源利用不合理和土地经营方式的更替等人类不适当的经济活动，过分利用自然资源，使生态平衡遭到破坏而使绿色原野逐步变成类似沙漠景观的环境退化现象。在沙漠边缘或内部绿洲周围地区，由于风力作用或人类经济活动所造成的沙漠范围扩大也属沙漠化范畴。有人把城市化和工业化所侵占的耕地也叫沙漠化，美国每年要损失二千五百平方公里耕地和七百平方公里潜在的耕地。为了防治沙漠化，最重要的是制定一项合理使用土地的政策。

【沼泽化】 swampiness “ 土壤沼泽化 ”的简称。地形上比较低洼的地区地下水接近地表，土壤长期为水分所饱和，在湿生植物作用和嫌气条件下进行着有机质的生物积累与矿质

元素的还原过程。沼泽化过程形成表层具有腐泥或泥炭层，下为蓝灰色潜育层的沼泽土。

【热害】 thermal harm 地热释放造成的危害。一些矿山随着开采深度的增加或因地质条件的特殊，井下出现高于人体所能忍受的温度。因“热害”出现，严重地影响施工，并带来一系列问题，这也是矿山采掘中较为突出的环境地质问题。我国有些煤矿及金属矿存在这种危害。

【地下水源枯竭】 exhaustion of groundwater resoaroes 过量开采地下水导致含水层疏干现象。为防止水源枯竭，应采取压缩地下水开采量和人工引渗、人工回灌等措施来复苏含水层。

【污染源调查】 survey of pollution sources 根据控制污染、改善环境质量的要求，对某一地区（如一个城市戎一个流域）造成污染的原因进行的工作。污染源调查的任务因目的而异。如果是为了制订某一区域的综合防治规划或环境质量管理规划，调查的任务就是全面了解区域内的污染源情况，以便确定主要污染源和主要污染物；如果是为了治理某一个区域内某一类污染源，如电镀废水污染源，调查的任务就是弄清区域内电镀车间的分布情况，各个车间的生产状况、排污情况及其对环境的影响；如果是为了给日常的污染源管理提供资料，调查的任务就是查明各类污染源的情况及其对环境质量的影响等。上述各种调查可以结合进行。

【环境水文地质调查】 environmen tal hydrogeologic survey 用地质、水文地质科学和环境科学的理论及技术方法。对一定区域内的地质一水文地质环境（包括原生地质、水文地质环境和次生地质、水文地质环境）进行比较系统的调查和研究，评价、甄别各种地质一水文地质因素在人类环境质量中占有的地位和作用，掌握地质环境质量变化的规律，为治理和保护环境提供资料。环境水文地质调查的主要任务是：①查明主要含水层的特征，分布范围，埋藏条件，地下水类型和补给、径流、排泄条件、隔水层的分布及其特征、了解地下水污染物质的来源、污染途径、污染范围、污染程度、地下水环境背景值、元素迁移、富集规律，地下水中某些元素的过量或缺失与人体健康的关系。②通过地下水动态观测和水质监测，掌握地下水动态和水质变化规律，进行地下水污染趋势预测。③进行地下水环境质量评价，提出保护水源的防治措施或改水防病措施。

【环境监测】 environmental monitoring 采用人工和自动仪器等方法对环境污染物所进行的间断或连续的观察、分析、浓度测定的工作及其过程。环境监视的目的可分①研究性监测，②监视性监测，③事故性监测三种，我国从五十年代中期开始，已在一些城市进行大气、水和土壤污染的调查分析工作。七十年代以来开展了对大气、河流、水库、污染源的监测工作。

【环境遥感】 environmental remotesensing 利用光学的，电子学的和电子光学的遥感仪器从高空或远距离处接收被测物体反射或辐射的电磁波信息，加工处理成为能识别的图像或计算机用的记录磁带，以揭示环境如大气、陆地、海洋等的形状、种类、性质及其变化。

【大气污染遥感】 remote sensing for atmospheric pollution 采用遥感技术监测大气污染的方法。它可以在较短时间内获知大范围的大气污染状况。遥感技术可以对全球性大气污染状况和一个国家、一个城市的大气污染程度及其对生态的影响作出估价。从大气低层的航空遥感到几百公里高度的航天遥感都能对大气污染进行监测并取得观测资料。遥感监测大气污染能测定硫氧化物、氮氧化物、光化学氧化物、颗粒物、一氧化碳和碳氢化合物等，而且具有一定的精确度。在卫星上不能测定低层大气的颗粒物含量。

【水污染遥感】 remote seusing for water pollution 应用遥感飞机、航天实验室、地球卫星对地面水体和海洋进行遥感监测的技术。此项技术能连续，快速地测定河流、湖泊、水库和海洋的污染特征，以及水污染的总体分布相污染源的位置。使用的仪器有红外扫描仪、多光谱扫描仪、微波系统和激光雷达等。水污染遥感利用水中物质对光波和电磁波的反射特性，以及物质本身的热辐射特性来探测漂浮在水面和悬浮于水体中的物质以及某些溶解于水的化合物。对于化学污染物可利用其荧光特性来探测，对于水中悬浮物质则利用光吸收技术来探测。红外遥感可测量水温并作出大面积水体等温线图。紫外摄影可侦察水表面的油膜。卫星遥感技术可追踪海上大面积油膜移动的方向。

【环境地质制图】 environmental geologic mapping 按环境地质研究目的，将有关地质体和地质现象以一定的比例尺填绘成图的工作过程。环境地质制图是环境地质工作的基础，在进行环境制图时，要查明环境的基本要素及其相关作用。现代和古代地质相的分布，既要记录动力环境及作用情况，也要载明开发和人工改造地质环境的具体情况。通过定期环境地质制图可以反映出环境变化的方向和速度及其演化。环境地质图表示的方法要注意通俗，使一般群众都能阅读利用，除主要图件外，还应有一系列特殊用途的附图。

【环境水文地质图】 environmentalhydrogeologic map 反映一个地区地下水情况及其与自然地理、地质因素和人类活动相互关系的图件。它是根据环境水文地质调查和地下水监测的结果绘制的。通常用一张综合性图或一套相同比例尺的图。件（环境水文地质图系）来表示含水层的性质和分布、地下水的类型、埋藏条件、化学成分、水资源、环境背景值，污染源及其类型，污染物及其类型，地下水污染元素、成份或组分，污染程度和范围，污染途径，地下水环境质量，环境水文地质问题；地方病分布及其地球化学环境，地下水资源合理开发利用和防治污染对策等内容。常见的图件有综合环境水文地质图、污染源图、地下水污染现状图、地下水污染趋势预测图、环境水文地质条件图、地下水环境质量评价图、环境水

文地质问题图、地下水污染防治对策图、地方病分布图及环境水文地质区划图等等。

【水质监测】 water quality monitoring 为控制地表水体及地下水污染所进行的检定工作。水质监测要定期采取水样，对水中的污染物进行化验分析，以保护水资源和水产资源不受污染危害。

【水污染连续监测系统】 continuous and automatic monitoring system forwater pollution 对污染源排放的废水（经过处理的或未经过处理的），以及地表水和地下水被污染的情况进行连续自动采样、测定、传输和数据处理的定时监测网。水污染连续自动监测系统是由若干个设在河流两岸、湖泊和水库的出入口、工厂废水排出口、污水处理厂排水口等处的监测站、数据通信系统和一个监测中心三部分组成。监测站有连续采样装置、水污染连续监测仪器、水文气象参数测定仪器以及水样存贮装置等。各监测站连续测出的数据，经有线电或无线电通信系统定时地（例如每小时一次）传送至监测中心。监测中心设有电子计算机和各种外围设备，以收集数据、处理数据及存贮数据，并可向各监测站发出遥控指令。如某一固定监测站的污染度指标超过控制值时，立即指令其采样装置启动，采集并存贮此时的水样，以便进行试验室分析。

【水污染流动监测站】 mobile monitoring station for water pollution 对江、河、湖和水库等不同水域和断面的水质、底泥及水生生物进行流动性现场监测的设施，如水质监测船和水质监测车。水污染流动监测站的主要任务是调查水源污染状况，进行水质评价，为制订环境规划、进行污染治理和发展水生资源提供依据。

【水污染固定监测站】 stationary monitoring station for water poilution 固定位置的对废水、地表水和地下水的污染情况进行连续自动采样、测定和传输数据的监测设施。70 年代一些国家开始在主要河系建立了水污染固定监测站，最初由手工操作，以后逐步发展为自动运行。水污染固定监测站一般设于河流两岸的码头或桥头上。监测站的地理位置要慎重选择，使采集的水样有充分代表性。确定采水点时，应对河流的不同点（两岸附近和河心），不同深度（表层、中层和底泥），不同断面（清洁、污染和净化断面）等的水质变化情况和当地的地形、地质、气象、交通、供电以及建筑物造价等因素进行深入的调查。

【水污染生物测试】 bioassay for water pollution 又称生物检试，是利用水生生物的反应测定某种污染物（或因子）的毒性或危害的方法。其方法是将水生生物置于试验条件下，改变它原来的生活环境而引起机能失常或死亡。以此为指标，同正常状态相比较，可得到作用物质（或因子）的质和量。测试时间可长可短，测试方法有静水式和流水式。测试指标常用一定时间内半数致死浓度（LC_{s0}）表示。也可用生理，生化行为等指标来表示的。

【生物监测】 biological monitoring 利用生物的个体、群体或群落对环境污染或变化所产生的反应检定环境。这是对环境污染的一种监测方法。生物监测法可以应用于大气污染监测（利用某些敏感植物和指示植物），水体污染监测（利用某些指示生物或生物群落的变化）和土壤污染监测。

【环境质量系数】 environmental quality coeficfent 能够反映一地区环境全貌的及各处环境质量优劣的系数。它包括污染源、各种污染物的分布、地质、气候、地貌、植被、土壤等各种环境因素。各种因素可依据一定原则（如对人类健康或生产发展的原则）进行质量级别划分。各种环境质量级别可以相互叠加，以构成更高一级综合性的环境质量系数。

【环境质量参数】 environmental quality parameter 表示环境质量的优劣程度和变化趋势对环境中各种物质的测定值或评定值从完整的环境概念出发评价环境质量，所采用自然的、社会的和文化的环境三个方面的参数。从自然系统方面评价环境质量，常采用地质、土壤、水文、气候、植物、野生动物等方面的参数。在评价环境污染程度时，选取的参数可分为物理的，化学的，生物（或生态）的三类。在评价某一地区的环境质量时，选择环境质量参数的依据是：①环境评价的目的；②被评价地区的自然特点；③被评价地区的环境类型、结构和功能特点。选择的参数合理与否，关系到评价结论的可靠性。因此：选择环境质量参数是环境质量评价的主要步骤。

【环境质量标准】 enviromuental quality standards 国家为保护人群健康和生存环境，对污染物或有害因素容许量所作的规定。它体现国家的环境保护政策和要求，是衡量环境是否受到污染的尺度，是环境规划、环境管理和制订污染物排放标准的依据。环境质量标准有水质量标准，大气质量标准。土壤质量标准、生物质量标准以及噪声、辐射、振动、放射性物质和一些建筑材料，构筑物等方面的质量准标。世界各国所。规定的环境质量标准不完全相同。

【环境质量指数】 environmental quality index 又称环境质量评价指数。在研究环境质量时，依据某种环境质量标准，用某种计算方法求出的简明、概括地描述和评价环境质量的数值。它是环境质量参数和环境质量标准的复合数。英文缩字为 EQI。环境质量指数广泛应用于污染物排放评价、污染源控制或治理效果评价，环境污染程度评价以及某些环境影响评

价。

【水污染常规分析指标】 index of routine analysis for water pollution 反映水质污染状况的重要指标，是对水质监测、评价、利用以及污染治理的主要依据。其主要指标有：臭味、水温、浑浊度，pH 值，电导率、溶解性固体，悬浮性固体、总氮、总有机碳（TOC）溶解氧（DO），生物化学需氧量（BOD），化学需氧量（COD），细菌总数、大肠菌群等。

【总有机碳】 total organic carbon 又称全有机碳，简称 TOC。包括水体中所有有机物的总量（折合成碳计算）。总有机碳 TOC 是评价水体需氧有机物的一个快速检定的综合指标。但它不能反映水中有机物的种类和组成，也不能反映总量相同的总有机碳所造成的污染后果。某种工业废水如果组分相对稳定时，可根据其总有机碳含量同生化需氧量（BOD）和化学需氧量（COD）等指标之间的对比，以规定这种废水以总有机碳为指标的排放标准。这有利于提高监测工作的效率。

【总需氧量】 total oxygen demand 简称 TOP，又称全需氧量。有机物中除含有碳外，尚含有氢、氮、硫等元素、当有机物全部被氧化时，碳被氧化为二氧化碳，氢、氮及硫等则被氧化为水、一氧化氮和二氧化硫等，此时的需氧量称为总需氧量。测定结果以氧表示。目前很多国家正在进行各种水质的 TOD 与 BOD 相关关系的研究，以便实现自动快速测定。

【溶解氧】 solution oxygen 溶解于水（或液相）中的分子态氧（DO，以毫克/升为单位）。水中溶解氧的来源有：①水面自空气中吸收氧气；②水中藻类通过光合作用，吸收二氧化碳，放出氧气。溶解氧含量，随水温升高而减少，与大气中氧分压成比例地增加，并受其它溶质（盐分）的影响。在水温急剧升高，水藻繁殖旺盛等情况下，溶解氧气形成过饱和状态。在 20℃和一个大气压之下，纯水中饱和溶解氧的含量约为 9 毫克/升。在河流上游，一般都含有近于饱和的溶解氧，但当受到污水或工业废水等污染时，由于有机腐败物质以及其它还原性物质的存在，溶解氧就被消耗。因此，溶解氧含量可作为水的污染指标之一。

【化学需氧量】 chemica loxygen 简称 COD。也称化学耗氧量。是指在一定条件下，以一定的氧化剂氧化水中的还原性物质所消耗的氧化剂量，以氧的毫克/升表示。还原性物质包括各种有机物、亚硝酸盐、亚铁盐和硫化物等。天然水体受有机物污染是极为普遍的。因此，化学需氧量可作为有机物相对含量的指标。洁净水质化学需氧量为 1 毫克/升左右。

【生化需氧量】 biochemical oxygen demand 又称生物需氧量（简称 BOD），表示水中有机污染物经微生物分解所消耗的水中溶解的氧量（以毫克/升为单位），是测定某一数量有机废物对水体潜在污染能力的一个常用参数。生化需氧量越高，表示水中需氧有机污染物越多。有机污染物经微生物氧化分解过程中，其分解作用的速度和程度，同温度和时间有关。一般可分为两个阶段。第一阶段是有机物被转化成二氧化碳、水和氨，第二阶段是氨被转化

为亚硝酸盐和硝酸盐。当温度为20℃时，一般生活污水中的有机物需20天左右时间才能基本完成第一阶段的氧化分解过程。为了维持水中一定溶解氧，保持水体自净作用，限制有机物向水体的排放，在实际工作中常以五日生化需氧量（BOD）作指标。以江河为例，清洁的江河水的BOD_5一般不超过2毫克/升；如其高于10毫克/升，就会散发出恶臭，出现死龟现象。工业、农业、水产和循环用水等，则要求五日生化需氧量在5毫克/升以内；如作为生活饮用水则五日生化需氧量应低于1毫克/升。

【环境质量评价】 environmental quality assessment 按照一定的评价标准和评价方法对一定区域范围内环境质量所进行的说明、评定和预测。环境质量的高低，应该以它刘人类生活和工作，特别是对人类健康的适宜程度做为判别的标准。只有在环境质量评价的基础上，才能进一步搞好环境区划和环境管理工作。环境贸量评价是环境污染综合防治的基础。环境质量评价有以下几种类型：按时间分类：①回顾评价；②现状评价；③预测评价。按环境要素分类：①大气环境质量评价；②水环境质量评价（包括地表水环境质量评价、地下水环境质量评价）；③土壤环境质量评价等。对一个地区的各环境要素进行联合评价称为区域环境质量综合评价。按区域范围分类：①城市环境质量评价；②流域环境质量评价；③海域环境质量评价；④风景游览区环境量质评价。

【环境现状评价】 assessment for ambient envlronment 着眼当前情况对一个区域内人类活动造成的环境质量变化进行评定，为区域环境污染综合防治提供科学依据。评价的区域范围可以按环境功能划分，如一个城市，一个工业区，一个旅游区；可以按自然条件划分，如一个流域，一个平原；可以按行政区划分，如一个县，一个区。评价某一区域的环境质量，一般以国家颁布的环境质量标准或环境背景值作为依据。

【环境质量回顾评价】 environmental quality review assessment 通过调查和总结的方法，根据一个地区历年积累的环境监测资料进行对这个地区环境质量的评价，据以回顾环境质量的发展演变过程。

【环境质量影响评价】 environmental quality impact assessment 又称环境质量预断评价，简称环境影响评价。根据一个地区的经济发展规划或一个拟建的工程项目在选址、定点阶段要进行环境调查、试验和对质量影响的评价，目的是为了预测这个地区将来可能的环境质量变化。

【单要素评价】 environmental agsessillellt of single element 为了某种目的对构成环境的某个要素的质量进行的评价。目前进行的单要素评价主要有大气质量评价、水质评价、土壤质量评价等。环境保护和污染治理工作都是从各个环境要素着手进行的。因此，单要素评价是最基本，也是最有实用价值的。这种评价可以定量地、较直观地了解环境要素的质量。

【水质评价】 water quality assegsrnemt 水环境质量评价的简称，是环境质量评价体系中的一项单要素评价。即根据水的用途、确定一定的评价参数，质量标准和评价方法，对环境水域中的水质或水域的综合体的质量所进行的定性或定量的评价。水质评价按用水目的有饮用水质量评价、渔业用水质量评价，工业用水质量评价、农业用水质量评价，风景游览水域质量评价等，按水体性状有河水质量评价、湖泊（水库）质量评价，海洋质量评价，地下水质量评价等。

【环境质量综合评价】 environmental quality comprehensire assessmerit 按照一定的目的，对一个区域的环境质量进行总体的定性和定量的评定。这种评价通常是在各种单要素评价的基础上综合归纳的，故称环境质量综合评价。环境质量综合评价的目的是多样的，有的是为了研究环境质量在时间上的变化趋势，有的是综合反映某些环境单元的污染程度，有的是了解所评价区域总的环境质量水平。由于评价目的不同，以及所评价区域环境条件的差异，因而环境质量综合评价在方法上也是多种多样。环境质量综合评价必须从评价目的出发，选用一定数量的能表征各种环境要素质量的评价参数。根据国内外实际工作的资料，环境质量评价参数可以概括为三类：①评价环境污染的参数，包括大气污染参数，如二氧化硫、颗粒物、二氧化氮、一氧化碳、臭氧等的测定值、水污染参数、如有毒物质、重金属、氧平衡状况等的测定值。②表征生活环境质量的评价参数，包括人口密度、绿化程度、噪声强度、恶臭强度等。③反映自然环境和自然资源演变和保护状况的评价参数，如森林面积的增减状况、土壤侵蚀和水土保持状况、土地破坏状况、矿产资源开采量和储备量、野生动物增减情况等。

【环境质量报告书】 reports of environmental quality 环境质量调查、监测和评价的最终成果。报告书分为全国环境质量报告书和地区性的环境质量报告书，每隔若干年编写出版一次。报告书包括文字部分和图件。文字部分的主要内容应包括基本数据汇总和环境质量的综合分析，并通过综合分析提出技术对策。一份环境质量报告书应具有如下内容：①要准确反映当地自然环境和资源、人口、经济、文化的现状和变化情况，要着眼于环境的整体和与环境有关的各方面的因素，来分析环境质量状况；②要反映环境质量变化的趋势，综合分析监测数据，运用图表、曲线和文字等，说明环境质量的变化规律；③要指出当地主要环境问题，既要从战略上指出改善环境质量的方向，又实事求是确定具体对策，指导当前的环保工作。

【人与生物圈计划】 man and biosphere program **国际性的政府间合作研究生态学的综合性计划，简称 MAB。它是根据 1970 年联合国教科文组织第十六届大会 2. 313 号决议设立的。其宗旨是通过自然科学和社会科学的结合，基础理论和应用技术研究的结合，科学技术人员、生产管理人员和决策者的结合，对生物圈及其不同区域的结构和功能进行系统研究，预测人类活动引起的生物圈及其资源的变化，以及这种变化对人类本身的影响，为合理利用和保护生物圈的资源，保存遗传基因的多样性，改善人类同环境的关系提供科学依据。人与生物圈计划共有 14 个研究项目：①日益增长的人类活动对热带亚热带森林生态系统的影响；②不同的土地利用和管理实践对温带和地中海森林景观的生态影响；③人类活动和土地利用实践对放牧场、稀树干草原和草地（从温带到干旱地区）的影响；④人类活动对干旱和半干旱地带生态系统动态的影响，特别注意灌溉的效果；⑤人类活动对湖泊、沼泽、河流、三角9K、河口海湾和海岸地带的价值和贤源的生态影响；⑥人类活动对山地相冻原生态系统的影响；⑦岛屿生态糸统的牛态和合理利用；⑧自然区域及其所包含的遗传材料的保护；⑨病虫害管理和肥料使用对陆生和水生生态系统的生态评价；⑩主要工程建设对人及其环境的影响；⑪以能源利用为重点的城市系统的生态问题；⑫环境变化和人口数量的适应性，人口学和遗传结构之间相互作用；⑬环境质量的认识；⑭环境污染及其对生物圈影响。中国于 1972 年参加这一计划，一直是“人与生物圈国际协调理事会”的理事国，并成立了中华人民共和国人与生物圈国家委员会。**

【环境系统工程】 environmental systems engineering **又称环境系统分析、环境系统方法、环境系统处理、环境系统科学。研究环境系统规划、设计、管理方法和手段的技术科学。它以环境质量的变化规律、污染物对人体和生态的影响、环境工程技术原理和环境经济学等为依据，并综合运用系统论、控制论和信息论的理论，采用现代管理的数学方法和电子计算技术，对环境问题和防治工程进行系统分析，谋求整体优化解决。环境系统工程的工作步骤一般是：①系统地提出问题，明确其目标和范围；②选择评价系统功能的指标或目标函数；③明确系统的组成因素或提出各种可选用的方案；④建立数学模式或进行数学模拟；⑤分析模式的特点，确定选优的方法，以便使系统最优化；⑥按选定的最优方案建立环境污染控制系统。环境系统工程的主要内容包括环境系统模式化和环境系统最优化两个方面。环境系统的模式化是研究描述环境系统主要功能的逻辑模式（定性的）和数学模式（定量的）环境系统的最优化是研究利用数学模式进行最优化分析。它是在一定约束条件下，当评价函数（或目标函数）达到最优时，一系列可调因素变量所得出的最优解，或者是通过明确环境系统各种因素与目标之间的关系，提供出尽可能完整的资料；分析对比各种可选用的方案，以便选择最优的污染控制方案，最经济、最有效地改进污染控制系统的功能。**

【环境规划】　environmental program　国民经济和社会发展规划的组成部分。环境规划是对一定时期同环境保护目标和措施所作出的规定，目的是为了在发展的同时保护环境，维护生态平衡。环境规划主要有污染控制规划、国民经济整体规划和国土规划三种。其中污染控制规划又分为工业污染控制规划，城市污染控制规划，水域污染控制规划、农业污染控制规划等，国土规划又分为区域规划、流域规划和专题规划等。把环境规划列入国民经济和社会发展规划是 60 年代末和 70 年代初才开始的，从那时以来，人们逐步认识到控制环境污染和破坏，不是孤立的事情，必须从全局采取综合性的预防措施才能奏效，而污染的治理措施则是第二位的工作。

【国土】　territory　一个包含有政治学、经济学、自然科学和技术科学意义的概括性的综合概念。它是一个主权国家管辖下的领土（包括地面和地下）、领空、领海的总称，是主权国家人民赖以生存的物质基础。

【国土规划】　programs of land resources　对国土资源开发、利用和治理、保护的规划。它为国民经济和社会发展的长远计划的建设布局提供科学依据。国土规划确定资源合理开发利用的战略布局，确定生产力配置和人口配置的原则。国土规划的内容主要有区域规划、流域规划、和专题规划等。国土规划在国际上呼声很高，但全面实行者很少。我国已在开始进行这种规划，如京津唐地区规划。以山西为中心的能源、化工基地经济区规划等。

【国土区域规划】　regional programs of land resources　按照地理位置，自然资源和社会发展情况制定的区域性环境规划。其主要内容是；进行区域内各种资源和环境条件的综合评价，确定开发、利用、治理和保护方针；确定工业发展规模和布点的结构布局，确定农业生产布局，促使农林、牧、副、渔业合理发展，确定城乡居民点的布局，重点是城市和集镇的布局，使人口合理分布、规划动力、交通、水利等公用基础设施、确定保护和改善环境的目标、重点和措施。

【国土专题规划】　special programs of land resources　按一定目的制定的全国的或区域的环境规划。如沙漠治理规划，植树造林规划，珍贵稀有生物资源保护利用规划等。

【人口爆炸】　population exptosion　近二十年来，国际学者们对于人口急剧增长的一个形象描述。认为人口的增长如不予以控制，则其对于文明和人类本身的威胁，不次于核弹的爆炸。据统计，世界人口总数，在公元 650 年约为 2．5 亿，到 1850 年约为 5 亿，到 1850 年为 10 亿，到 1930 年为 20 亿，到 1970 年为 36 亿。这样，世界人口增加一倍的时间是按几何级数递减的，即从需要 1000 年，到只需 200 年，到只需 80 年，到目前约只需 35 年。发达国家同发展中国家不平衡，前者所需时间，长者可达 200 年，后者有的只 20 年）。人口的这种增长速度，对于其所生产的物质的需求量造成很大压力。如据美国数字，近 30 年中电力的

增长，按当时人口计数。每人应增 90%，而由于人口的增长，实际消耗的增长只有 10%。对于发展中国家，问题更为严重。如不控制人口增长，则其消耗水平和服务水平都很难得到改善。

【环境管理】 envirenmental management 运用行政、法律、经济、教育和科学技术手段，协调社会经济发展同环境保护之间的关系，处理国民经济各部门、各社会集团和个人有关环境问题的相互关系，使社会经济发展在满足人们的物质和文化生活需要的同时，防治环境污染和维护生态平衡。环境管理可分为三方面：①环境计划的管理：环境计划包括工业交通污染防治计划。城市污染控制计划，流域污染控制规划、自然环境保护计划、以及环境科学技术发展计划、宣传教育计划等，还包括在调查、评价特定区域的环境状况的基础上综合制定的区域环境规划。②环境质量的管理：主要有组织制订各种环境质量标准，各类污染物排放标准和监督检查工作，组织调查、监测和评价环境质量状况以及预测环境质量变化的趋势。③环境技术的管理：主要包括确定环境污染和破坏的防治技术路线和技术政策、确定环境科学技术发展方向、组织环境保护的技术咨询和情报服务、组织国内和国际的环境科学技术合作交流等。

【环境容量】 environmental capacity 环境对污染物的最大允许容纳量，也就是环境在生态和人体健康界限值以下所能容纳的污染物的总量。它包括基本环境容量及变动环境容量两个部分，前者可通过规定的环境目标及环境本底值解决，后者即指环境的自净能力而言。如果不考虑环境容量，尽管对污染物的浓度标准控制严格。污染源排放物虽低于浓度标准，但在排放置大大超过环境容量时，仍会给环境造成严重污染。

【水环境容量】 hydro－environmental capacity 在不影响水的正常用途的情况下水体承纳污染物的量或能力，详见“环境容量”。

【环境标准】 envircnmental standards 国家规定的环境中污染物的容许含量和污染源排放污染物的数量和浓度等的技术规范。环境标准是在综合分析自然环境特征、控制环境污染的技术水平、经济条件和社会要求的基础上，根据国家环境政策和有关法令制定的。环境标准是评价环境质量和环境保护工作的法定依据。

【水环境标准】 water ervlronmental standards 为达到水环境目标对不同等级水体中污染物规定的最高允许值，参看环境标准。

【专业用水水质标准】 qualify standards of special use water 按各种专业用途制定的水质标准。例如：生活饮用水卫生标准、农田灌溉水质标准、渔业水质标准。

【污染物排放标准】 standard for discharge of pollutants 国家为实现环境质量标准或环境目标，对人为污染源排入环境的污染物的浓度或数量所作出的限量规定。制定这种标准的目的是控制污染源的排放量。制定污染物排放标准的基本原则是：①满足环境质量标准的要求；②规定的容许排放量在控制技术上的可行性和经济上的合理性；③污染源所在地区的环境条件（如环境的自净能力）和区域范围内污染源的分布和特点等。

【水污染物排放标准】 standard for discharge of water pollutant 为满足水环境标准的要求，对排污浓度、数量所规定的最高允许值。水污染物排放标准实行浓度控制与总量控制相结合的原则。我国《水污染防治法》规定，国家污染物排放标准由国务院环境保护部门根据国家水环境质量标准和国家经济、技术条件制定，各省（区）对执行国家水环境标准不能保证达到质量标准的水体，可以制定严于国家污染物排放标准的地方污染物排放标准，并报国务院环境保护部门备案。

【污染物降解现象】 degradation of pollutants 污染物在包气带中产生物理、化学和生物化学过程（污染物降解机理有微生物的分解，吸附、淀析以及机械过滤等等），改变原污染物的成分，减轻污染程度的现象。如去垢剂经过生物降解成为无机硫酸盐，这种无机硫酸盐将随渗透水或流动的地下水迁移。微生物中细菌的运动象其它的微粒物质一样，也可被沉淀作用、吸收作用等过程所除掉，如污水中细菌可在0. 9—2. 1米厚的颗粒相当粗的土壤中被除去。

【自然净化】 natural purlfieation 水域、土壤、大气等环境介质受污染后，在其自身的物理、化学，生物作用下，使进入其中的污染物质过滤、吸附、沉淀、氧化、分解而脱除污染、恢复其原来性状的自然作用。

【环境自净】 environmental selfpurification 环境受到污染后，在物理，化学和生物的作用下，逐步消除污染物达到自然净化的过程，又称污染自净现象。环境自净按发生机理可分为物理净化，化学净化和生物净化三类。

【物理净化】 physical purification 环境自净的发生机理之一。物理净化的作用有稀释，扩散，淋滤，挥发、沉降等。如大气中的烟尘可由气流的扩散，降水的淋滤，重力的沉降等得到净化，污染的水体通过物理吸附、沉淀和水流的稀释扩散等作用得到净化，土壤中的污染物如酚、氰、汞等能通过挥发作用逐渐降低其含量。物理净化能力取决于环境的物理

条件和污染物的物理性质。物理条件如温度、风速、雨量等，物理性质指其比重，形态、粒度等。污染环境的地形，地貌，水文条件以及水体中所含粘土的矿物多少，也有重要的影响。

【化学净化】 chemical puriflcatjon 环境自净的发生机理之一。环境自净的化学反应有氧化，还原、化合、分解，吸附，凝聚、交换，络合等作用。例如，某些有机污染物经过氧化还原作用生成水与二氧化碳等，铜、铅、锌，镉，汞等重金属离子与硫离子化合生成难溶解的硫化物沉淀，铁，锰，铝的水合物、粘土矿物、腐殖酸等对重金属离子有化学吸附作用和凝聚作用，土壤和沉积物中的代换作用也可以起到化学净化的作用。影响化学净化的环境因素有酸碱度、氧化还原电势，温度和化学组分，以及污染物本身的形态和化学性质等。

【生物净化】 biologlcal purification 环境自净的发生机理之一。生物类群通过代谢作用（异化作用和阔化作用）使环境中的污染物数量减少、浓度下降，毒性减轻以至消失的现象。植物能吸收土壤中的酚，氰，在体内转化为酚糖甙和氰糖甙，球衣菌可以把氰、酚分解为二氧化碳和水，绿色植物可以吸收二氧化碳、放出氧气、风眼莲可以吸收水中的镉，汞，砷等。有机污染物的净化主要依靠微生物的降解作用。在适宜的温度，空气，养分等条件下，需氧微生物大量繁殖，能将水中各种有机物迅速分解，氧化，转化成为二氧化碳、水、氨和硫酸根，磷酸盐等。厌氧微生物、硫磺细菌等也有重要的生物净化能力。

【稀释作用】 dilution 环境自净中物理净化的作用之一。流入河流，湖泊、海洋的污水，或流入地下的污水，由于未被污染的地表水流或地下水流的加入，可以大大降低水中污染物的浓度，逐渐达到水体净化的目的。稀释作用的好坏程度，取决于掺入水的水质、水量及其物理化学性质。

【机械过滤】 mechanical filtration 地下水的自然净化方式之一。被污染的地下水通过多孔介质含水层的机械过滤，可以除去其中悬浮的污染和细菌等。

【淀析作用】 illuvlation 地下水的自然净化方式之一。污染物被微生物分解后所形成的各化学分带内，若干种无机物质在地下水 pH 值为 6—8 的情况下被沉淀出来。具有 Eh 值为负值的还原带大部重金属离子发生沉淀，只有重金属的硫化物存在，如硫化铁就存在于还原带。在过渡带与氧化带，二价铁与锰的氢氧化物沉淀出来，其不易溶解的元素与化合物如铜、铅、锌、砷、钨、钒、氟化物，磷酸盐则从地下水中共同沉淀出来。

【吸附作用】 adsorption 地下水自然净化作用之一，由砂，砾石，有机物质及氢氧化

物、微生物粘泥等组成的含水层所具有的吸附作用。其中砂与砾石及腐植物质的吸附容量经过一段时间后就将竭尽，氢氧化物与细菌粘泥却不断从有机物的分解中产生，继续为吸附作用提供新的活性表面，因此，含水层砂砾通过吸附作用与离子交换而产生的自净效果较显著。

【吸附容量】adsorption capacity　被胶体所吸附的离子总量。通常以每 100 克胶体中所含的离子的毫克当量数表示，各类胶体的吸附容量如下表：

胶体种类	每克胶体所含交换性阳离子的毫克当量数	
	一般范围	平　均
蒙脱石类	60～100	80
伊利石类	20～40	30
高岭石类	3～5	10
含水氧化铁铝	极　微	—
有机胶体	150～700	约 300—400

【胶体吸附作用】clloid adsorption　自然环境的各个组成部分如风化壳、土壤、底泥及部分天然水中都含有丰富的胶体，由于胶体具有巨大的比表面、表面能和带有大量电荷，因而它能有力地吸持各种分子、离子。这种作用称为胶体吸附用。

【离子交换吸附】ion exchange ansorption　胶体吸附的离子与别种胶体或溶液中离子之间的交换的理象。由于环境中的大部分胶体带负电荷，所以在自然界中易被吸附的主要是各种阳离了，在吸附过程中，胶体每吸附一部分阳离子，同时也放出等当量的其他阳离子，所以这种吸附叫做离子交换吸附。离子交换吸附是可逆的。

【极性吸附】　polarity adsorption　又称离子吸附。即物理化学吸附，为胶体对介质中各种离子的吸附。这种现象的发生与胶体微粒带有电荷有关。它服从于质量作用定律。水中离子浓度愈大，受带异电的胶体的吸附作用愈强，而离子的化合价越高，吸持的能力越强。在同价的离子中，被吸持的能力随原子量和原子半径的增加而加大。

【非极性吸附】　nanpolarity adsorption　又称物理吸附，是一种物理作用。这种作用的发生与胶体具有巨大的比表面和表面能有关。比表面指物体的裸露表面积与物体的重量之比值。比表面愈大，表面能就大，物理吸附作用也愈强。非极性吸附是从溶液中吸持物质的整个分子。

【浓集系数】　concentration coefficient　被吸附在固体物质上的元素的浓度 Cs（毫克/升），与经吸附后尚存在于溶液中的元素浓度 Ce（毫克/升）的比值：$K=\frac{Cs}{Ce}$。浓集系数可以反映吸附程度。在地表水体中，浓集系数的大小决定于悬浮物与底泥的类别，分散程度，溶液中元素的浓度，接触时间和络合物的浓度等。

【含水层自净能力】　self purificaticn capacity of aquifer　污染物在含水层中的自然

净化能力。参见“ 地下水自净现象 ”。

【地下水自净现象】　groundwaterself－purlfication　污染物进入含水层后，在双重介质（地下水及其围岩）中发生一系列的物理、物理化学、化学和生物化学变化而被净化，使地下水部分地或完全地又恢复到原来状况的现象。被污染地下水的自净能力决定于污染物的性质、背景地下水的化学成分及其围岩的特征，特别是污染物在不同条件（pH 值、温度、Eh 值）下的稳定性。

【微生物分解作用】　microbial decomposltion　有机污染物被微生物分解的现象。在这一过程中将消耗有机化合物本身所具有的化学能量。生活在需氧或厌氧环境中的特殊微生物，几乎都能将有机物分解成为水与二氧化碳。这些作用在最后降解完成之前也可能产生较简单的有机化合物的附产物。微生物分解后一般在污染源的下游形成化学分带：还原带，过渡带，氧化带（参见“ 生物净化 ”）

【气体交换】　gas excbange　在包气带渗透性良好的情况下，地下水中污染物的分解作用受氧气的影响，产生的挥发性物质如甲烷，二氧化碳，硫化氢与氮元素，逸人土壤空气与大气中，从而使污染的地下水除去大量的污染物质。

【填埋法】　bury method　将垃圾填埋入地下的处理污染方法。填埋法是国外最古老的处理垃圾方法。公元前 3000—1000 年希腊克里特岛的首府康洪索斯即将垃圾分层覆土，埋入大坑中。世界各国从古至今广泛沿用这一方法，因其最省投资。填埋时首先选用废弃的粘土坑，采石场，矿坑等，将垃圾填埋在这些废坑中，有利于恢复地貌，维持生态平衡。如果在大面积的洼地，港湾、山谷等回填，则须考虑对生态平衡的影响。填埋技术已从无控制的填埋，发展到卫生填埋、沥滤循环填埋、压缩垃圾填埋和破碎垃圾填埋等新方法，目的在于保证避免二次污染，回填场地安全以及节省投资等等。

【复原工程】　reclamation　把因人类工程活动（如露天开采）而破坏的地表和生态环境，尽可能的恢复到原来状态的工程。其中包括平整开挖过的矿坑，煤矸堆、废石堆，重建土壤层，栽种植被作物，利用减小的陡坡，以植被覆盖地面等方法防止侵蚀，使有害矿物质的淋滤减少到最低限度。复原工程应在露天开采之前，进行规划。如首先将要露采地区的表土层剥离，并妥善存积起来。开采过后，先回填碎石，矸石等，矿坑基本填平后，再将表土覆盖上去，在其上先种植几茬叶苜蓿，或类似的作物以后，土壤的矿物质和有机质经过充分恢复，便可以种其它作物了。采石场或砾石采掘坑，由于其岩石不含硫化物或其它有害物质，采坑可以充水作为人工湖，养鱼池或游泳池。复原工程费用较高，一般不易做到。但有些国家已在矿山法律中规定必须进行，实行的结果证明这笔费用要比破坏环境的代价便宜。

【深井灌注】　deep－well injection　一种排放废液方法。即在一定的压力下，将液态废弃物通过深井注入可渗透的地下岩层。这些深井常为数千米深的上部具有较厚隔水层酌油气采空井。这样，原来的含油气岩层便可以作为储集废水的场所。隔水层则可以

使废水同上部淡水分隔，而不污染水源。深井灌注从本世纪30年代以来在石油工业中即已用它来处理与石油生产有关的卤水。目前美国大约有40000口这种注卤水井。50年代以来，深井灌注已被用于工业排废。深井排废一般应考虑：①必须有容纳废水的岩层，②必须位于淡水含水层之下，而且其间有隔水层。除以上地质条件之外，还应考虑注液层的水动力条件，以免地下弥散面积过大。

【选矿废水处理】 treatment of oredressing astewater 又称尾矿水处理。使用物理的或化学的方法，对选矿废水进行处理，使之达到排放标准。选矿废水不经处理地排放或流失，会严重污染水源和土壤，淤塞河流和湖泊，危害水产和植物。处理尾矿废水的方法有：①用石灰中和法和焙烧白云石吸附法去除重金属，②用矿石或活性炭吸附法去除浮选剂，③用化学氧化法去除氰，或用回收氰化钠的方法处理含氰浓度高的废水。

【地下排废】 underground dispcsal 放射性废弃物排放方式之一。即将放射性废弃物排放到深部地层中，使之与人类环境长期隔离而无需对它们进行远距离监视。地下排废一般是利用天然的岩洞、废弃的矿井和专门开凿的岩洞。其中利用层状盐岩中排废，陂认为比较理想。因为盐岩在低压下具有流动性能，它能够自行封闭被地震所震裂的上部地层，使放射性废弃物不致沿地震破碎的断层带逸出地表，污染周围环境。（放射性元素的半衰期从数百年到五十万年不等，如^{239}Pu半衰期为24000年，按10倍于半衰期才能对生物圈不再有害，就需24万年，难保在此期间排废场所不发生地震破坏）

【海洋倾废】 ocean dumping 向海洋倾泻废物的处理方法。许多国家都用此法处理废物。1970年已知美国的海岸外排废场所246处。还有100多处用废汽车车身和轮胎构成的人造礁，分布在大西洋、太平洋和墨西哥湾沿岸。倾泻的废弃物包括疏浚工程的泥沙，工业废物，污水软泥，旧建筑物破坏碎屑、炸药，放射性废物及其他固体废物等。由于有些被处理的废物在短期内常会漂流□返海岸，所以有些毒性较高的废物至少要运出300英里才能倾泻入海。有的国家还采取了管道法倾泻废水。海洋倾废是导致海洋污染的直接因素之一，已引起人们广泛关注。

【生物降解】 bio – degradation 固体废物中的有机物质在微生物的作用下，发生生物化学反应而降解形成一种类似腐殖质土壤的物质。这种物质可以用作肥料来改良土壤。生物降解一般是采取固体废物堆肥的方法进行。这种技术在中国古老的农事活动中早已进行，但用以处理固体废物，是1920年以来才开始的。

【生物处理法】 bio – treatment 利用生物（即细菌、霉以及原生动物）的代谢作用处理各种废水、污水和粪尿的方法。生物处理法可大致分为利用需氧微生物的需氧处理法与利用厌氧微生物的厌氧处理法两类。

【生物滤池法】 bio – filter bed treatment 污水的需氧处理法之一。其主要方法是：以碎石、焦炭、矿渣或人工滤材等作为充填层，然后将污水以点滴状喷洒在上面，并充分供给氧气和营养。此时将在滤材表面生成一层凝胶状生物膜（细菌类原生动物、藻类、菌类等）。当污水沿生物膜下渗时，污水中的可溶性、胶性和悬浮性物质便吸附在生物膜上，被微生物氧化分解。

【需氧处理法】 aerobic treablent 属生物处理法，是利用细菌、霉和原生动物中的需氧微生物的代谢作用处理各种废水、污水和粪尿的方法。此法是在水中有充分的溶解氧存在的情况下，利用活动的需氧微生物将水中有机物分解成为二氧化碳、氨和水。这一方法包括活性污泥法、生物滤池法、氧化塘法、灌溉法等。

【厌氧处理法】 anaerobic treatment 属生物处理法，是利用细菌、霉和原生动物中的厌氧微生物的代谢作用处理各种废水、污水和粪尿的方法。厌氧处理法主要是在水中缺乏溶解氧的情况下，利用厌氧微生物将污水中的有机物分解为甲烷、氧化碳、硫化氢、氨和水。其中甲烷发酵法（消化法）已被广泛利用。

【污水三级处理】 three – step treatmeant of sewage 污水处理的三个等级。以去除污水中的粗固体物和细菌为目的的沉淀处理，称为一级处理。以去除溶解有机物为目的的生物处理，称为二级处理，其主要方法有活性污泥法、生物滤池法等。从环境保护和利用污水出发，进一步去除污水中的其他污染成分（如：氮、磷、微细悬浮物、微量有机物和无机盐等）为目的处理称三级处理。主要方法有生物脱氮法、凝集沉淀法、砂滤法、硅藻土过滤、活性炭过滤、蒸发法、冷冻法、反渗透法、离子交换法和电渗析法等。

【三废治理】 treatment of three wastes（waste gas，waste water and industrial residue） 对工业生产排放的废气、废水、废渣采取一些措施，进行处理和合理利用。工业生产中排出的废气有一氧化碳、二氧化碳、苯并（a）芘，硫化氢，氮氧化物，氟化氢，氯化氢，甲醛，氨等有害气体、废水有含有原油和石油制品的废水，含碱和硫化物的废水，含重金属（铬、镉、镍、铜等）离子的废水，含酸、碱、氰化物的废水以及热水等、固体废物为被丢弃的固体和泥状物质，其中有些是从废水和废气中分离出来的固体颗粒等。“三废”并非在一切过程和一切方面都是废物，如果不单从治理的角度，而从回收和综合利用的角度进行处理，它们又可变成一个新的生产过程的原料。所以废物又有“放在错误地点的原料”之称。

【废水回收】 wastewater reclamation 把工业、农业和生活废水，引到预定的净化系统中，使用物理的、化学的方法进行处理，使其达到可以重新利用的标准的整个过程。这种方法是提高水资源利用率的一项重要措施。

【污水灌溉】 sewage irrigation 使用经过一定处理的生活污水、工业废水或工业和生活混合污水进行灌溉。适合于进行灌溉的污水，能通过土壤净化、达到增加土壤肥力和改良土壤，增产作物的目的。我国《水污染防治法》规定：利用工业废水和城市污水进行灌溉，应当防止污染土壤、地下水和农产品。

【环境保护】 environmental prokectlon 运用现代环境科学的理论和方法，在更好地利用自然资源的同时，深入认识和掌握污染和破坏环境的根源和危害，有计划地保护环境，预防环境质量的恶化，控制环境污染，促进人类与环境协调发展，不断提高人类的环境质量和生活质量。环境保护要采取行政的、法律的、经济的多方面的措施与科学技术措施同时进行，方能达到合理利用自然资源，防止环境污染和破坏，保持生态平衡的目的。环境保护起始于五十年代的反污染运动，但当时认识比较狭隘，只限于对付局部地区的大气、水体污染以及三废处理等问题。六十年代人们开始认识到污染所造成的生态危机。污染毒化环境对人类的危害，不是局部性的，而是全球性的问题。七十年代以来，工业发达国家都采取了一些重大措施，例如：开展研究，建立环境保护机构，制定法律和规章制度等，取得了一些成就。

【自然保护区】 nature reserve 国家为了保护自然和自然资源，对具有代表性的不同自然地带的环境和生态系统，珍贵稀有动物自然栖息地及其他自然历史遗迹和重要水源地等划出界限加以特殊保护的自然地域，以及某些特定的保护区。目前我国在黑龙江、吉林、云南、四川、贵州等省市先后划定了自然保护区 85 个，总面积为 220 万公顷。其中与地质科学有关的自然保护区有黑龙江五大连池火山景观，甘肃玛雅雪山古冰川遗迹和恐龙化石产地，以及一些特殊的地质削面、瀑布、温泉等。

【水资源保护】 pratection of watorresources 保护水资源不受污染。水体污染是造成水资源短缺的重要原因。水质污染对水资源的破坏和对人类健康的损害已十分严重。据 1980 年估计，全世界有 13．2 亿人口缺乏清洁饮用水，世界上每四个病人就有一个是因水污染引起的。

【水土保持】 water and soil cnservatlon 防止水土流失，即固土保水工作。日益严重的水土流失观象大多是因人类活动破坏地表植被而导致的后果，它使大片肥沃土壤变成贫瘠的沟壑和沙丘，水资源缺乏，严重影响人类生存环境。我国《水土保持工作条例》（1982）规定，25 度以上陡坡地禁止开荒种植，在黄土高原的丘陵沟壑、风沙危害严重地区，滑坡危险区，铁道、公路、河流两侧山坡、自然保护区，风景名胜区等禁止开荒，严禁毁林开荒和牧坡牧场开荒。对水土流失地区，按当地自然条件，以小流域为单元采取植物措施和工程措施进行治理，植物措施有防风林、连片种草、防风固沙、恢复植被；工程措施有沟头防护、闸山沟、淤地坝等。

【沟头防护】 ravine hoad proteetion 在黄土高原沟壑地区，为了防止水土流失，使原面农田不受破坏，维护村庄道路及沿原渠道不受破坏，采取封沟埂、打土墙、筑胡同坝等防止沟头向上延伸的措施。

【闸山沟】 dam up ravin 在土石山区为防止水土流失、实现沟道川台化，扩大耕地面积，在支、毛沟内修筑石坝，栏泥淤地或人工铺土造田，叫做闸山沟，又叫做封沟打卡或改沟合槽。

【淤地坝】 silt attester 在荒沟里打坝，滞洪拦泥，变荒沟为良田的拦沟。

【封山育林】 close hillsides to facilitate afforestation 为改善环境，保持水土，加速荒山荒坡绿化，扩大森林资源而进行的封禁荒山、培育森林的工作。

【农田防护林】 farmland shelterforest 在风沙地区的农田，为降低风速、削弱风力、固定流沙、阻积飞雪、调节气候，保证农业生产正常进行而种植的树林。

【沟壑造林】 ravine afforestation 在我国黄土高原的沟壑地区，为控制水土流失，保原固沟，对沟壑的沟坡，沟底和原边进行的植树造林。

【固沙植物】 sand – fixation plant 在沙漠或风沙地区种植的能抗风沙、耐寒耐热、耐瘠薄、生长快、萌发力强、耐湿抗盐碱、能适应沙漠气候，起固定流沙作用的树和草，如沙拐枣、胡杨等统称固沙植物。

【防风固沙林】 windbreak and sand – iixation forest 沙漠地区，为改造沙漠环境，要降低风速、削弱风力、固定流沙、变沙漠为绿洲而种植的树林。

【围湖造田】 （build dykes to） reclaim land from lake 围垦湖内淤地。有些内陆湖泊，具有调节江河流量的作用，有利于生态平衡。但是，适当地围垦某些对调节流量影响不大的弃置荒洲，对于扩大农田面积，发展农业生产也是有益的。围湖造田必须进行充分调查研究，进行整体规划，考虑邻区的环境以及对江河流量的调节作用，考虑长远后果避免因围垦危害生态平衡，导致对环境的不良影响。

【围海造田】 （build dykesto） reclaimland from sea 为了扩大耕地面积在海湾、河口湾、三角洲的垦地或滩涂进行围海，逐步改造成农田和草场。如荷兰西部广大地区原是北海的一部分，位于海平面以下，经过筑堤围海，挖渠排水，改造成了可以居住、开垦的陆地。围海造田的不利影响是被围垦地区的海生动植物群落大规模遭受破坏。对渔业也带来不利影响，危害生态平衡。

【河滩造田】 reclaim floodland and plant it to crops 河谷川道地区，在沟道，河流两岸的沙石荒滩，盐碱洼地等荒废的土地上，采取修堤、筑坝、引洪落淤、以水冲土、人畜运土等造田方式，扩大耕地面积，称河滩造田。

【人工回灌】 artifiaial groundwafer recharge 用人工方法通过水井、砂石坑、古河道等将地表水注入地下含水层。人工回灌可以保护地下水资源，防止地面沉降。在海岸带还可用以防止海水侵入含水层。人工回灌还可以重新利用已经使用过的冷却水等。回灌时必须注意回灌水的水质，防止地下水污染。

【海水淡化】 desalination 用人为的物理（或化学）方法使海水的含盐量降低，使之形成工业、农业和生活所需用的淡水。海水淡化一般适用于淡水缺乏的海岸带，岛屿等地。其方法主要有蒸馏法，如多次闪蒸法，长管垂直蒸馏法和太阳光蒸馏法。还有薄膜法，如电渗析法，逆渗析法和冻结法。

【改水】 water improvement 改良饮用水的水质。地方病高发区，普遍认为病因与水、土因素有关，因此采用多种方法对居民用水的水质进行分析，根据水质的物理化学性质，有目的地增加某些物质成分，使饮用水等得到改良的方法。

【环境法】 environmental law 又称环境保护法。它是由国家制定、强制执行的关于保护环境和自然资源、防治污染和其他公害的法律规范。环境法的保护对象是一个国家管辖范围内的人的生存环境，主要是自然环境，包括土地、大气、水、森林、草原、矿藏、野生动植物、自然保护区、自然历史遗迹、风景游览区和各种自然景观（地貌景观、典型的地层剖面、测量基准点等）等，也包括人们用劳动创造的生存环境，即人为的环境、如运河、长城、水库、人造林木、名胜古迹、城市及其他居民点等。环境法的作用，是通过调整人们（包括组织）在生产、生活及其他活动中所产生的同保护和改善环境有关的各种社会关系，协调社会经济发展与环境保护的关系，把人类活动对环境的污染与破坏限制在最小限度内，维护生态平衡，达到人类社会同自然的协调发展。环境法所调整的社会关系可分为两类：一类是同保护、合理开发和利用自然资源有关的各种社会关系；一类是同防治工业废气、废水、固体废物、放射性物质、恶臭物质、有毒化学物质、生活垃圾等有害物质和废弃物对环境的污染，以及同防治噪声、振动、电磁辐射、地面沉降等公害有关的各种社会关系。

【环境保护法】 law of environmental protection 即“环境法”。

汉语拼音词目索引

说　明

1. 词目索引按汉语拼音排列；
2. 根据词目首字的拼音可在音序表中查到词目在索引中的页码；
3. 根据索引中的页码即可查到词目的释文。

一、词目首字汉语拼音音序表

A

B

C

D

E

F

G

H

J

K

L

M

N

P

Q

R

S

T

W

X

Y

Z

其它

二、词目汉语拼音索引

A

a

ai

an

ao

B

ba

bai

ban

bang

bao

C

E

H

M

T

编　后　记

《地质辞典》到本分册的出版，已经全部出齐。辞典是按不同学科分科编写的，由于各学科编写和定稿的进度不一致，故难以按分册次序依次出版。所以，本分册虽为本辞典的第四分册，却是最后出版的一本，敬希读者鉴谅。但是，分册的出齐，总是为编纂总册奠定了基础。由于我们的经验和水平有限，难免存在问题，因此，我们诚恳地希望广大读者，在使用本典辞的过程中，将发现的问题和错误及时通知我室，同时，也欢迎提供对本辞典还应增加和删除那些内容的建议，以利修订时参考。在此，我们特向为本辞典供稿、编写、审查的单位和个人致以深切的谢意，对为本辞典的出版作出贡献的同志致以深切的感谢。

由于本辞典各分册编纂和出版时间长达十余年，其定稿时间都在国务院颁布的《中华人民共和国法定计量单位》之前，且大部分都已出版，故使用的计量单位大都未能换算，希读者注意。待本辞典修订、再版和编纂总册时，我们将全部改用法定计量单位，特此致歉。

《地质辞典》办公室

1984、12

本分册编写单位

矿　床　学	南京大学地质系
	武汉地质学院北京研究生部
	地质矿产部区域地质矿产地质司
	中国地质科学院矿床研究所
	中国科学院长沙大地构造研究所
煤田地质学	武汉地质学院北京研究生部
石油地质学	长春地质学院
	武汉地质学院北京研究生部
	地质矿产部石油地质综合大队
地热地质学	北京大学地质系
	中国地质科学院地质力学研究所
水文地质学	长春地质学院
	地质矿产部水文地质工程地质司
工程地质学	长春地质学院
	中国地质科学院地质力学研究所
海洋地质学	地质矿产部海洋地质研究所
环境地质学	中国地质科学院地质方学研究所
	成都地质学院
	地质矿产部水文地质工程地质司
	《地质辞典》办公室

地 质 大 辞 典

DIZHI DA CIDIAN

（五）

地质普查勘探技术方法分册 上册

地 质 出 版 社

《地质大辞典》分册目录

地　质　大　辞　典

（五）

地质普查勘探技术方法分册　上册

*

地质部地质辞典办公室编辑
责任编辑　程永长　刘海阔　张义勋
地质出版社 出版

*

开本：787×1092　16K　**印张**：25　**字数**：548 **千字**
2005 **年** 6 **月北京第一版**·2005 **年** 6 **月北京第一 次印刷**
ISBN 7－116－05867/H·65
定价：1280．00 **元（全五册）**

出版说明

地质科学是一门基础理论科学，也是一门应用科学。人们要研究地球的形成和发展，探索地壳运动的规律，开发矿产资源，规划工农业建设，都离不开地质科学的理论与方法。我国人民在认识地质现象，开发与利用矿产资源方面，有着悠久的历史和卓越的创造。解放以来，我国的地质工作和地质科学研究都得到了蓬勃的发展，随着我国四个现代化建设事业的发展，广大的地质工作人员，都迫切希望提高科学理论和技术水平，而广大群众也希望对地质科学和有关科学有更多的了解。这样就需要有一部综合性工具书，比较全面地介绍地质科学及有关学科的基本概念和内容。

为此原国家地质总局责成书刊编辑室和中国地质科学研究院组织力量编纂本辞典，成立了由许杰等同志组成的领导小组。几年来，经过三十多个教学、科研和生产单位数以百计的科学技术人员的共同努力，经过全国四百多个单位的认真审查与修改，现已编纂完毕。

这本辞典是我国建国以来的第一部综合性地质辞典，全书共包括四十多个学科的名词、术语一万一千多条，三百余万字，插图一千余幅。为了进一步征求广大读者的意见，按各学科的内部联系，暂分为五个分册出版。俟分册出齐之后，再修订编成总册发行。这五个分册是：第一分册：关于地球的形成与发展方面的学科，包括宇宙地质学，地球物理学，古地磁学，火山地质学，地震地质学，外动力地质学，地貌学，冰川地质学，地质力学，大地构造学，构造地质学等；

第二分册：关于地球的物质组成方面的学科，包括结晶学，矿物学，玉石和宝石，火成岩岩石学，沉积岩岩石学，变质岩岩石学，地球化学，同位素地质学，岩矿鉴定和岩矿分析等；

第三分册：关于地球的历史方面的学科，包括古生物学，古人类学，地层学，地史学，第四纪地质学和古地理学等：

第四分册：关于地球的矿产资源和某些应用地质方面的学科，包括金属

矿床和非金属矿床学，煤田地质学，石油及天然气地质学，海洋地质学，水文地质学，工程地质学，地热地质学，环境地质学等；

第 1 分册：关于地质普查勘探技术方法方面的学科，包括测绘，遥感地质，数学地质，区域地质调查，地球物理勘探及地球化学探矿，钻探工程和坑探工程，矿山地质工作，固体矿产工业要求及矿产普查勘探方法，矿产加工利用等等。

本辞典本着密切结合地质工作的实际需要，选择各学科中常用常见的名词术语，解释力求简明扼要，通俗易懂。

对于地质科学中的不同学派和观点，根据党的“百家争鸣”的方针，都作了介绍。例如，在构造地质学方面，介绍了地质力学，多旋回说，块断说，地洼说，镶嵌说，以及板块构造说等等；在矿床成因方面，也尽量收集了不同的学说和观点。

为了便于读者对外来术语的理解，避免因译名不同而引起的歧义，各学科名词一般均附有英文或俄文，或同时附英、俄两种文字；古生物学名词均附了拉丁文学名，以供参考。

参加本辞典编写工作的主要单位为：武汉地质学院，长春地质学院，成都地质学院，河北地质学院，北京大学地质系、地理系、地球物理系，南京大学地质系，西北大学地质系，中南矿冶学院地质系，昆明地质学校，中国科学院地质研究所、贵阳地球化学研究所、北京天文台，地质部海洋地质局、第二海洋地质调查大队、航空物探大队、计算技术应用研究所、江陵石油综合研究队、水文地质工程地质局、水文地质工程地质研究所，中国地质科学研究院地质矿产研究所、地质力学研究所、地球物理和地球化学探矿研究所、峨嵋矿产综合利用研究所、地质博物馆，内蒙古自治区地质局地质研究队、宁夏回族自治区地质局，陕西地质局区测队、测绘队，云南地质局第十地质队等共三十多个单位，最后由地质辞典办公室负责编辑定稿。

本辞典的内容和附图不少来自国内外有关著作和文献，限于体例，未予注明出处，在编写和审查、定稿过程中得到了许多单位和个人的热情协助与大力支持，在此一□表示诚挚的谢意。

由于我们缺乏编纂这样一部综合性的工具书的经验，辞典中难免存在着

一些缺点和问题，其中有些是与目前地质工作的研究程度有关的，如地层方面，我国东、西部研究精度差别很大，因此选词也就不可能平衡；某些新兴边缘学科的名词术语稳定程度较差，所选词目及其解释都可能不够恰当等。我们诚恳地希望广大读者提出批评和建议，以利我们进一步改正和修订。

地质辞典办公室

2005 年 6 月

凡　　例

一、《地质大辞典》第五分册，是有关地质普查勘探技术方法及矿产工业利用一般知识方面的名词解释，由于这方面涉及的学科繁多，内容广泛，故分为上、下册。上册包括区域地质调查、固体矿产普查勘探方法及工业要求、遥感地质、数学地质、测绘、钻探工程及坑探工程、矿山地质工作以及选矿与冶金等方面的学科，共收录词目二千一百余条，插图一百多幅。下册为地球物理勘探与地球化学探矿。

二、第五分册上册收录的词目范围，为以上各学科中常见常用的名词和术语，它们包括地质勘探工作中的主要技术方法及其原理、公式、设备、工具、操作过程以及矿产利用的一般知识和要求等。其中测绘、选矿、冶金和遥感技术等学科包括的内容很广，本分册只选收了在地质勘探工作中经常涉及的有关词目。鉴于石油、煤田、地下水、地热以及地球物理勘探和地球化学探矿方法均另立学科或有专门的分册，因此与以上学科有关的普查勘探技术方法方面的词目，本册一般未收录，请查阅其它分册中的有关学科。各词目以习用常见者为正条编写释文，某些名词的同义词、俗称、旧称或简称作参见条，不另写释文，只注明参见“×××”条或即“×××”条。

三、对两个以上学科都需收录的名词，根据具体情况作如下处理：释文内容完全相同的名词，为了避免重复，只收录在与此名词关系最密切的学科中；释文内容不同或各有侧重的名词，则同时收录在有关的学科中，并在汉语拼音词目索引中标出同一名词所在的不同页码。为保持学科的完整性，少数内容相同的名词，除以一个学科为主附以释文外，其他学科只列词目名称，注明参见“×××”条。

四、为了避免由于一词多译引起的误解，便于读者对外来术语的理解，各词目一般都附有英文或俄文或同时附有英、俄两种文字的名词对照。英文排前，俄文排后，其间用分号（;）隔开，同语种的同义词用逗号（,）隔开。

五、一词多义的词目，其释文根据涵义不同，用阴码①、②……分别叙述。

六、为了便于读者按学科内容或按汉语拼音查找名词，前面附有学科分类词目目录，后面附有汉语拼音词目索引。

学科分类词目目录

区域地质调查

固体矿产普查勘探方法

普查勘探

取　样

储量计算

地质编录

固体矿产工业要求

固体可燃矿产

遥感地质

遥感技术

数学地质

测绘学

航空摄影测量

制图

钻探工程

钻探

坑探工程

矿山地质工作

选矿与冶金

选矿

冶金

区域地质调查

【地质勘探】 exploration，prospec ting 地质勘探工作的简称。广义地说，一般可理解为地质工作的同义词，是根据经济建设、国防建设和科学技术发展的需要，对一定地区内的岩石、地层、构造、矿产、地下水、地貌等地质情况进行重点有所不同的调查研究工作。按不同的目的，有不同的地质勘探工作。例如，以寻找和评价矿产为主要目的的矿产地质勘探，以寻找和开发地下水为主要目的的水文地质勘探，为查明铁路、桥梁、水库、坝址等工程地区地质条件的工程地质勘探等等。地质勘探还包括各种比例尺的区域地质调查、海洋地质调查、地热调查与地热田勘探、地震地质调查和环境地质调查等。地质勘探必须以地质观察研究为基础，根据任务要求，本着以较短的时间和较少的工作量，获得较多、较好地质成果的原则，选用必要的技术手段或方法，如测绘、地球物理勘探、地球化学探矿、钻探、坑探、采样测试，地质遥感等等。这些方法或手段的使用或施工过程，也属于地质勘探的范围。狭义地说，在我国实际地质工作中，还把地质勘探作为矿产地质工作四个阶段（即区域地质调查、矿产普查、矿床勘探或地质勘探、开发勘探）中的一个工作阶段，是对矿产普查发现的有工业意义矿床，为查明矿产的质和量，以及开采利用的技术条件，提供矿山建设设计所需要的矿产储量和地质资料而进行的工作总和。它相当于矿床勘探中的初步勘探和详细勘探。在苏联，地质勘探也有广义的和狭义的两种含义，但狭义的地质勘探，除指矿床勘探中的初步勘探和详细勘探外，还包括开发勘探。在欧美，与勘探对应的名词为 explora tion，但 exploration 有时还包括为寻找矿床而进行的各种工作。

【区域地质】 regional geology ①矿产普查及勘探工作中指的区域地质，是相对矿区而言，指包括矿区在内的，某一较大地区范围内的岩石、地层、构造、矿产等基本地质情况。它与矿区地质的关系，是全局与局部的关系。在此情况下，研究区域地质的目的，是为了解矿产形成的地质条件和分布规律，寻找新的矿床，扩大矿区远景，以及为正确评价矿床等，提供资料依据。②区域地质调查所指的区域地质，是指某一范围较大地区（例如某一地质单元、构造带或图幅内的岩石、地层、构造、地貌、水文地质、矿产及地壳运动和发展历史等。

【地质调查】 geologicalreconnais sance 指对某一地区内的岩石、地层、构 造、矿产、水文地质、地貌等地质情况进行的调查研究工作。按目的和研究的内容，可分为综合性地质调查和专门性或专题性地质调查。前者如区域地质调查，后者有构造地质调查、第四纪地质调查、水文地质调查等等。地质观察和地质填图是地质调查的主要方法，要按工作的任务和地质情况的复杂程度填制一定比例尺的地质图或专门地质图。为了反映点与面的关系，有时对同一地区需填制若干种不同比例尺的地质图。

【区域地质调查】 regionalgeologi cal reconnaissance 指在选定地区的范围内，在充分研究和运用已有资料的基础上，采用必要的手段，进行全面系统的综合性的地质调查研究工作。区域地质调查是地质工作的先行步骤，又是地质工作的基础工作，具有重要的战略意义。其主要任务是通过地质填图、找矿和综合研究，阐明区域内的岩石、地层、构造、地貌、水文地质等基本地质特征及其相互关系，研究矿产的形成条件和分布规律，为经济建设、国防建设、科学研究和进一步的地质找矿工作，提供基础地质资料。区域地质调查工作的范围，一般按经纬度进行分幅，或按工作任务要求划分。按工作的详细程度可分为小比例尺（1∶ 100 万，1∶ 50 万）区域地质调查、中比例尺（1∶ 20 万，1∶ 10 万）区域地质调查和大比例尺（1∶ 5 万，1∶ 2. 5 万）区域地质调查。同一地区一般先进行小比例尺地质调查，然后进行较大比例尺或大比例尺的地质调查。在特殊情况下，也可按实际需要在选定地区内直接进行中比例尺或大比例尺的地质调查。

【区域地质测量】 regionalgeologi cal survey 过去，我国曾把区域地质调查一词译作区域地质测量。为确切起见，自七十年代起已逐步停止使用，而统一称作区域地质调查。

【基础地质】 “ 地质工作的基础工作 ” 的简称。为了提高矿产普查勘探等工作的成效，或保证工程建设的质量和安全，都必须有正确反映工作地区地质条件的资料为依据。这种对某一地区内的矿物、岩石、地层、构造及其发展历史等基本地质条件的研究工作，称地质工作的基础工作。例如各种比例尺的区域地质调查，就是为各有关部门或进一步的地质工作提供基本地质资料的综合性基础地质工作。

【地质调查比例尺】 scale of geo logical resonnaissance 反映地质调查工作详细程度的尺度，通常以地质调查填绘地质图时采用的比例尺大小（指地质图上两点之间的距离与实地相应两点之间距离之比）来体现对工作地区的地质研究程度。比例尺愈大，工作愈深入，愈详细。

【小比例尺区域地质调查】 small scale regional geological reconnais sancel 又称“ 概略地质调查 ”。是指在大面积的地区内，采用 1∶100 万或 1∶50 万比例尺所进行的综合性地质调查研究工作。其主要任务是通过地质填图、矿产调查和综合研究，初步阐明区内的地层、岩石、构造、水文地质、地貌等地质特征，预测矿产远景，为较大比例尺的地质调查或矿产普查以及其他工作提供资料依据。在地质调查工作的“ 空白区 ”，常从此类比例尺或更小比例尺的地质调查着手，逐步提高其地质研究程度。

【中比例尺区域地质调查】　mediumscale regional geological reconnais sance　是指采用 1：20 万或 1：10 万比例尺所进行的综合性地质调查研究工作。主要任务是通过地质填图、矿产调查和综合研究，阐明调查区内的地层、岩石、构造、水文地质，地貌等基本地质特征，初步查明各种矿产的分布规律，指出找矿远景地区，为工农业建设、国防建设和科学研究等部门提供基本的综合性地质资料。

【大比例尺区域地质调查】　large scale regional geological reconnais－ sance；　又称“详细区域地质调查”。一般是在中比例尺区域地质调查的基础上，根据国民经济建设布局，选择有利地区，采用 1：50，000 或 1：25，000 比例尺所进行的综合性地质调查研究工作。其主要任务是通过地质填图、矿产调查和综合研究，系统地查明工作地区的地质特征，寻找矿产，研究成矿规律，圈定进一步详细普查的地段或提供矿床勘探基地，同时为工农业建设、国防建设、科学研究等有关部门捉供详细的地质资料。

【地质调查精度】　accuracy of geo logical reconnaissance；　指对地质调查工作的质量要求，即对工作地区的地质研究所达到的详细和准确程度。地质调查的性质、比例尺以及工作地区的自然地理和地质条件不同，其精度要求也不同。

【地质填图】　geological mapping　简称填图。在实地观察和分析研究的墓础上，或在航空像片地质解译、并结合地面调查的基础上，按一定的比例尺，将各种地质体及有关地质现象填绘于地理底图之上而构成地质图的工作过程。它是地质调查的一项基本工作，也是研究工作地区的地质和矿产情况的一种重要方法。地质工作的各个阶段和不同项目（如区域地质调查、矿产普查、矿区勘探、水文地质和工程地质调查等）都需要按工作的性质及任务要求测制内容不同的各种地质图，如区域地质图、矿区地质图、水文地质图、地貌图等。地质填图时，常配合采用钻探、坑探、物化探等手段。

【地质测量】　geological survey　我国过去对地质调查一词的译称，现已逐步停止使用。参见“地质调查”。

【地形底图】　base map of topog－ raphy　地理底图的一种。是经过综合、取舍，并以较淡的色调衬托出地理背景的地形图。地质工作中，常用这种图件作为标绘和准确控制各种地质内容相对位置的底图，故称地形底图。在进行各种比例尺区域地质调查的野外工作阶段，其使用的地形底图比例尺应大于调查任务所要求的比例尺，以保证成图的质量和精度要求。例如，1∶ 20 万区域地质调查的野外工作中，需用 1∶ 5 万或 1∶ 10 万的地形底图。

【水系图】 drainage map 不用地形等高线表示地貌形态，而着重表示水系分布的一种地理底图，常根据航空象片绘制。在任务急需和缺乏地形图的情况下，可作为填绘或编制各种地质图件的底图。

【磁偏角校正】 correction of declination 磁偏角是指地面一点的磁子午线与真子午线之间的夹角，是由地球磁极与地球南北极不重合所造成，并且随时间和地点而变化。磁偏角校正则是将地面某点由罗盘测量的磁方位角，通过消除磁偏角而变为真方位角的过程。为了免去每次磁偏角校正的换算手续，可根据当地的磁偏角数值，拨动罗盘的度盘，使拨动后的方位角度盘读数与真方位角一致。如某地为东磁偏角，则度盘沿逆时针方向拨动；西磁偏角则顺时针方向拨动。

【地质图幅】 geological map；简称图幅。是指与地形图分幅一致的地质图的范围。例如 1：100 万北京幅地质图的范围是东经 114°—120°，北纬 36°——40°，编 号为 J—50。1：20 万北京幅地质图的范围是东经 116°—117°，北纬 39°20′—40°00′，编号为 J—50—Ⅲ。按地形图统一分幅进行区域地质调查或地质填图工作的图幅，称为国际 图幅，也称规整图幅，按经纬度布置调查区所作的图件也属规整图幅。不按统一分幅进行工作的图幅，称不规整图幅。在已有资料的基础上，因原有成果达不到编图要求，需补充一定 的野外检查工作而完成的地质图幅，称编测图幅。由于中、小比例尺区域地质调查使用的地 形图一般采用高斯—克吕格投影法，因此，一幅相同比例尺的图幅面积，由赤道附近向两极 逐渐减小。

【国际分幅】 按国际统一地形图分幅原则划分的地质图幅。目前各国基本比例尺地图，都以经差 6°纬差 4°的百万分之一地图的图幅作为编号基础，按一定经差 和纬差来划分图幅范围，不同比例尺图幅之间，所含的经差、纬差范围具有一定的倍数关系 。

【规整图幅】 规整地质图幅的简称。各种比例尺的地质调查及地质填图工作范围，如果是按统一的地形图分幅原则进行划分，或按经纬度布置调查区所测制的各个地质图幅即称为规整图幅。参见“ 地质图幅 ”

【不规整图幅】 不规整地质图幅的简称。不按统一的地形图分幅范围，是据实际需要和地质构造来划分或确定地质调查及地质填图的工作范围，由此构成的地质图幅称不规整图幅。

【编测图幅】 编测地质图幅的简称。原有的地质调查或地质填图的成果，达不到预定比例尺地质图的精度要求，在此基础上正经过野外检查及补充工作并满足质量要求的地质图幅，称编测图幅。

【地质调查空白区】 the vacancy of geological survey 指尚未进行过系统地质调查（一般指中、小比例尺地质调查）或地质工作进行碍极少而缺乏完整地质资料的地区，如远离工矿城镇或交通极为困难的高寒山区，原始森林、沙漠、沼泽等。

【地质研究程度】 degree of geolo - gical studiedness； 指对某一地区或矿床的地质、矿产特征了解和研究的详细程度，主要包括已经进行过的地质工作项目、范 围、内容、阶段（或比例尺）以及资料成果的质量等。有时常以地质调查或地质填图的比例尺 表示地质研究程度。

【地质研究程度图】 map showin the degree of geological studied - ness ； 用一定的符号，概略表示一个地区历来地质工作的项目、范围及研究程度的图件，称地质研究程度图。例如某一地区，有的地段作过 1∶20 万的地质调查，有的地段作过 1∶100 万的地质调查，在同一图纸上用不同符号分别标出不同比例尺地质调查的范围，即成为大体上反映该地区地质调查研究情况的地质研究程度图。分析以往地质工作的研究程度，是 进一步设计、部署地质工作的必要步骤和依据之一。

【地质复杂程度】 degree of geolo - gical compl exity 主要指某一地 区的地层、岩性、岩相、构造、矿产等各种地质现象的变化程度。相对说，变化大的复杂，变化小的简单，介于二者之间的为中等。它是影响地质工作方法选择、工作量的大小和效率 等的重要因素，也是制订地质工作计划的依据之一。

【地质体】 geological body； 地质工作中经常使用的没有确切含义的一个术语。一般指地壳内具有一定的空间和成分并与周围相区别的地质作用产物，大到各种大 型的岩体地层单位、矿体、蚀变带，小到如岩体中的包体等。

【真厚度】 truelthickness； 岩层真厚度或矿体真厚度的简称。指层状 或似层状地质体上，下界面之间的垂直距离。平时所讲的岩层厚度或矿体厚度都是指真厚度 。

【假厚度】 apparent thickness 有时又称视厚度。岩层或旷体假厚度的简称。相对真厚度而言，是指层状或似层状地质体上、下界面之间的斜距。地质调查或 矿产普查勘探中，需结合其他观测数据（如倾角等）将假厚度换算成真厚度。

【基岩】 bed rock；有时又称视厚度。岩层或矿体假厚度的简称。相对真厚 度而言，是指层状或似层状地质体上、下界面之间的斜距。地质调查或矿产普查勘探中，南非结合其他观测数据（如倾角等）将假厚度换算成真厚度。

【基岩区】 the region of bedrock 基岩大面积裸露于地表的地区，称基岩区。

【覆盖区】 covered reglon； 又称掩盖区。一般指第四纪以前的基岩被终年冰雪、水体、沼泽、植被以及冲积、洪积，冰积、风积等松散沉积物广泛掩盖的地区。基岩出露情况介于基岩区与覆盖区之间的，称半覆盖区。在覆盖区，需要采用物探、钻探、坑探等手段，以了解基岩的地质情况。

【地质界线】 geological boundsry； 是指不同地质体和地质现象之间的界限，即地层、岩体、矿体等的分界面和断层面向地表或某一剖面的交线。经实地观察威有充分依据的，称实测地质界线，地质图上用实线表示；根据一定资料推测的，称推测地质界线，地质图上用虚线表示。划分和确定地质界线，是地质填图或有关地质工作的重要内容之一。通过地质图上所填绘的地质界线，可以反映出一个地区的地质构造轮廓。

【填图单位】 the unit ofgeological mappirig 又称填图单元。在地质填图时，根据任务要求和比例尺大小，结合工作地区的具体情况和实际可能，按野外标志，将地层、岩体等划分成详略各不相同的岩性组合或岩性段、相带等，以便作为野外地质图上反映地质特征的基本组成部分，称为填图单位。在沉积和变质地层地区，一个填图单位有时可相当于统或阶，有时则为其一部分。按地质填图的比例尺，对那些在图上宽度小于 1 毫米，或直径小于 2 毫米，具有特殊意义的标志层、矿层（体）、岩体等地质现象，常可酌情放大表示，并予以注明。

【地质踏勘】 geological explora－ tion 简称踏勘。为了使某项地质工作的设计和部署切合于实际，需要事先对工作现场的地质和施工条件等，进行实地的概略调查和了解工作，这种工作称踏勘。各项地质工作的最初阶段都有踏勘，例如区域地质调查中的选区踏勘、矿点踏勘、剖面踏勘等。

【地质观察点】 point of geological observation 简称地质点或观察点，是野外进行观察、研究地质现象的地点。其位置应着重选择在地质界线或矿体、蚀变岩石 露头等显示矿化的地方，以及断层、褶皱、水文地质、地貌等重要地质现象的地点。地质观察点的布置和密度，以能控制各种地质界线和地质体，满足地质调查的目的和要求为原则，一般决定于地质调查的比例尺、地质复杂程度和覆盖程度等。按地质观察点的主要观察和研 究内容，还有水文地质观察点、地貌观察点等之分。

【水文地质观察点】 lpoint ofhydrogeological observation 简称水文点。地质观察点的一类，指观察、研究水文地质现象的地点。区域地质调查中的水文地质 观察点，应选择在泉、并等地下水出露的地方，观察研究的内容有含水层的岩性、厚度、顶 底板岩层、构造、水质、水量等等。参见“ 地质观察点 ”。

【地貌观察点】 point of geomor－ phologieal observation 地质观察点的一类，指地质调查中观察、研究地貌现象的地点，一般选择在地貌单元分界、微地貌及地 形变化明显、有良好第四系出露的地点。参见“ 地质观察点 ”。

【定点】 locating point 原义指在实地选择、标定地质观察点位置的工 作。在实际工作中，则指在野外进行选择、标定各类地质观察点以及对观察点的地质现象进 行观察、描述和记录的工作过程。标定地质观察点的方法有：①目测法：当地形地物标志明 显，可根据地形、地物、微地貌特征，用目测直接将观察点位置标定在底图上。也可借助航 片寻找地物地貌特征进行定点，然后再转绘到地形图上。②“ 半仪器 ”法：是当地形、地物 特征不明显，用目测定点困难时采用的方法，用简单仪器（如罗盘等）交绘已知控制点（如高 地、山路、村庄等）的方位，交点即为测点在地形图上的位置。③仪器法：在进行大比例尺 地质填图或测定重要构造以及矿体、钻孔、坑探工程等的位置时，则用比较精密的仪器测量 来标定位置。

【地质观察路线】 traverse of geo logical observation； 简称地质路线或观察线。是进行地质填图及各种地质调查肘所布置的工作路线。沿地质观察路线进行系统、连续的观察和研究，是地质调查的基本工作方法。观察线的密度及布置，以能控制各种地质界线和地质体，满足地质调查的目的和要求为准，一般决定于地质调查的比例尺、地质复杂程度、航空像片解译程度、地质研究程度、基岩出露程度、物化探资料的解译成果及通行条件等因素。根据地质研究的需要，观察线的基本布置形式有两种，即大体垂直于构造线方向的穿越路线和沿地质体界线布置的追索路线。在实际工作中，则根据具体条件形成多种地质观察路线的布置形式。例如，在岩层走向稳定的地区，一系列观察线垂直岩层走向布置，构成平行状路线；在地质界线不呈线状延伸或近似等轴状的地质体分布的地区，观察线互相交叉而构成的交叉状或十字状路线；在构造复杂地区或进行大比例尺填图时，布置放射状或梅花状路线；在黄土等大面积掩盖地区，沿水系河谷等基岩出露处布置的树枝状路线；等等。

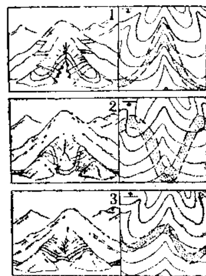
【穿越法】 traverse method 有时也称横切岩层走向法。在进行地质调查时，经常采用的一种地质观察路线的布置方法，即路线近似垂直或斜交地质体（如岩层、岩体、蚀变带等）或构造线的走向布置并横穿各地质体，使之在相对较短的距离内，能够观察到较多的地质现象。当岩层走向稳定时，穿越的路线网构成似乎行状；对近似等轴状的小型岩体等，路线网则常呈十字状。这种方法的优点是在一条路线上可观察到较多的地质体，可填绘较多的地质界线，也容易查明较大的地质构造。在中、小比例尺地质填图中，主要应用穿越法布置路线，大比例尺地质填图时可作为辅助方法。

【追索法】 traciagmethod 沿岩层、矿体等地质体的界线或构造的延伸方向，布置地质观察路线的一种方法。它填绘的地质界线比较准确。通常用以追索某些重要地质现象（例如标志层、矿层、地质界线、断层等）的延展变化情况和地质体的轮廓，一般适用于大比例尺或专业地质调查。对于一些中，小型的地质体，采用追索法还可起到全面圈定其分布范围的作用；在这种情况下、也可将追索法称为圈定法。在航空像片解译程度良好的地区，可直接据以圈定某些地质体的范围，以减少地面的追索。

【圈定法】　contouring　地质填图时，为追索及确定地质体的分布界线而采用的一种地质观察路线的布置方法，详见“追索法”。

【填图钻】　driling for mappmg　指在填绘地质图时，为了解覆盖层下及一定深度内的基岩地质情况而进行的钻探工作。

【V字形法则】　在山谷地区，倾斜产出的地质体和地质现象的界面（如岩层层面、断层面等）在地表的出露界线，在平面上近似V字形。地质填图时，根据地质界面的产状及其与地形之间的组合关系，在地形底图上正确勾绘地质界线的方法，称V字形法则。具体情况有：①当地质体界面倾向与沟谷流水方向相同，但界面倾角小于谷底坡度时，则勾绘出的地质界线V字形尖端应指向沟谷上方，且与地形等高线相近；②当地质体界面倾向与沟谷流水方向相同，但界面倾角大于谷底坡度时，则勾绘出的地质界线V字形尖端应指向沟谷的下方，且与地形等高线弯曲相反；③当地质体界面倾向与沟谷流水方向相反时，无论界面倾角大小，其地质界线的V字形尖端总是指向沟谷的上方。



V字形法则示意图
1. 岩层倾向与流水方向一致，岩层倾角小于沟谷坡度；2. 岩层倾向与流水方向一致，岩层倾角大于沟谷坡度；3. 岩层倾向与流水方向相反，岩层倾角大于或小于沟谷坡度

【原始资料】　primitive data　指区域地质调查的第一手材料（第一性资料），是进行各项综合整理、分析研究的基础。原始资料包括：地质观察路线、实测剖面、矿点检查、物化探等的原始记录和图件，各类岩石、矿物、古生物标本，金属量测量（包括水系沉积物测定）、重砂分析、薄片等的分析鉴定成果，还有各种数据、登记卡片、登记簿……等。上述资料的齐全、详细和可靠程度，将直接影响地质图件的质量和地质矿产的研究程度。

【地质剖面】　geological section　又称地质断面。指沿某一方向，显示一定深度内地质构造情况的实际（或推断）切面。地质剖面同地表或某一平面的交线，称地质剖面线。表示地质剖面的图件，称地质剖面图。地质剖面是研究地层、岩体和构造的基础资料。根据剖面资料划分填图单位，是地质填图工作的前提。研究与测制地质剖面，是地质调查工作的重要方法之一。

【地质断面】　geological section　即“地质剖面”。

【地质剖面线】　geological profile　地质剖面同地表或某一平面的交线，称地质剖面线。参见“地质剖面”。

【地质剖面图】　geologicals ection　按一定比例尺，表示地质剖面上的地质现象及其互相关系的图件。地质剖面图与地质图相配合，可以获得地质构造的立体概念。垂直岩层走向的地质剖面图称地质横剖面图；平行岩层走向的剖面图，习惯称地质纵断面图；呈水平方向的剖面图，习惯称水平地质断面图。按地质剖面所表示的内容，可分为

地层剖面图、第四纪地质剖面图、构造剖面图等等；按资料来源和精确程度，又分为实测、随手、图切剖面图等。

【地质横剖面图】 cross section 垂直岩层（或构造线）走向的剖面图，是地质剖面图中最常见，也是最主要的一类地质剖面图。详见“ 地质剖面图 ”。

【地质纵断面图】 longitudinal sec tion 也称地质纵剖面图。指与岩层（或构造线）总体走向相平行的地质剖面图，一般用来配合地质图和地质横剖面图，以便进一步表示某一地区的地质构造。参见“ 地质剖面图 ’。

【水平地质断面图】 geological plan，geological map； 也称水平地质剖面图。指沿水平方向的地质剖面图，一般是根据有关工程（探矿或采矿工程）的资料或垂向剖面图编制而成，用以表示地质体在不同深度的地质构造轮廓，在矿床勘探及采矿工作中应用较广。参见“ 地质剖面图 ”。

【实测地质剖面图】 surveyed geo logical profile； 简称实测剖面。用仪器（经纬仪、平板仪）或精密度较低的仪器和工具（罗盘、测斜仪、视距望远镜、气压计、测绳、皮尺等）通过实地测绘而制成的地质剖面图。对于精度要求较高的各种地质剖面图，如布置钻孔和坑探工程的勘探剖面图，用于储量计算的剖面图等等，均需通过实地准确测绘。

【实测剖面】 即“ 实测地质剖面图 ”。

【典型剖面】 type section 系指在某一等级地层或构造岩相带区域内，具有代表性的地质剖面。它必须具备岩石露头连续、产状清楚、构造简单（或清楚）、层序 完整、分层标志明显易于识别；并有较丰富的古生物及其他确定时代（或年龄）的资料和划分 岩相带的充分依据；与上、下地层、接触关系清楚；在一定范围内具有较好的稳定性，并与 邻区可以进行可靠的对比。

【随手地质剖面图】 free hand pro file 又称信手剖面图或顺手剖面 图。指以目测的方法勾绘出的地质剖面图。其特点是作图快，精度低，仅能粗略表示剖面的 地质现象。在地质观察路线工作过程中，常采用此种图件作为地质记录的补充和辅助材料。

【图切地质剖面图】 transverse cutting profiled； 在地质图上，选择某一方向，根据各种地质、地理要素，按一定的比例尺，用投影方法编绘而成的地质剖面图 ，借以同地质图配合，反映地质构造在空间上的相互关系及历史的发展情况。

【素描地质剖面图】 sketched pro file 运用绘画素描的方法，用较大的 比例尺，表现局部地段或露头的地质剖面现象的地质素描图，称素描地质剖面图。

【地质素描】 geological sketch 借助于素描的艺术形式，有时还配合一定的花纹或符号，形象地把有意义的地质现象描绘和记录下来。这种工作，称地质素描。与摄影相比，它可以将错综复杂的地质现象，通过必要的取舍和艺术加工，突出表现某些重要的研究内容。地质素描的种类有远景素描、近物素描、象片素描与工程素描等。通过地 质素描所得的成果图，称地质素描图。

【标本】 specimen 地质工作中的标本，是指在野外采集（有的经过室内加工）的地质体的一部分。它是地质工作中的实物资料。能代表地质体的主要特征或某些特点，供地质观察研究或展示陈列之用。标本有用于直接观察研究的，如岩石、矿石、矿物、矿 床、化石、构造等地质现象标本；也有需室内加工后再进行观察研究的，如岩石薄片、矿石 光片、重砂等标本。有些标本是为某种特殊目的而采集的、如岩组研究和古地磁研究所用的 定向标本等。在地质工作中采集标本时必须明确目的性、注意代表性和真实性，一般要选择 在合适地点的新鲜露头上采集，定向标本还应标注产状方位。标本规格以不小于9x6x3 立方 厘米为宜；供鉴定用的标本要能反映实际情况、满足肉眼观察和切制光、薄片的需要，一般 不小于6x4x3 立方厘米，对于矿物晶体、化石、构造等标本规格不限，以说明问题满足采集 目的为原则。

【样品】 sample 地质工作中，为了研究及其他目的，从地层、岩体、矿体、水体等等地质体中采取一部分具有代表性的实物，称样品。通过对样品的分析、试验 、鉴定、借以了解地质体的物质成分、结构构造或有关的技术和物理性质。按研究的对象，有岩石薄片、矿石光片、矿样、重砂样、土样、水样、单矿物样、孢子花粉样等等。按研究 的方法，则有光谱分析样、化学分析样、物性试验样、岩组分析样、同位素年龄分析样、加 工技术试验样等等。

【露头】 outcrop 指地层、岩体、矿体、地下水、天然气等出露于地表的部分。自然出露地表的称天然露头、经各种工程揭露的，称人工露头。氧化不深，仍保持 原有成分、结构构造等特点的，称原生露头、遭受明显氧化，其物质成分及结构构造均发生 显著变化的，称氧化露头。它们是地质观察和研究的重要对象、矿产露头则是重要的找矿标 志之一。

【天然露头】 natural outcrop 露头的一种，指地层、岩体、矿体、地下水等自然出露于地表的部分。参见“ 露头 ”。

【人工露头】 artificial outcrop 露头的一种。是指被探矿工程，采矿工程或其他目的工程（如道路、水利设施等）揭露出来的那部分岩层、矿体等。参见“ 露头 ”。

【原生露头】 primary outcrop 露头的一种。指未遭受明显氧化，基本上仍保持原有的物质成分、结构构造等特点的，出露于地表的那部分岩层、矿体等。参见“ 露头 ”。

【氧化露头】 oxidized outcrop 露头的一种。指直接出露地表，遭受较强烈的氧化，其物质成分、结构构造等均已发生显著变化的那部分岩层、矿体等。参见“露头”。

【矿苗】 矿产露头的俗称，即各种矿产自然出露于地表的部分，如油苗、气苗、铁帽以及其他直接显示矿产可能存在的地质现象。它们是重要的直接找矿标志。

【转石】 boulder 又称滚石。是由基岩风化并受重力、水流搬动而分布于山坡、谷底的大小不一的岩、矿石碎块。结合地形和地质特征，可以根据转石追索到原生的岩层、矿体的露头，是确定地质界线和进行找矿的标志之一。在一定的条件下，矿石转石还可构成具有工业价值的矿床。

【矿点】 mineral oecurrence ①广义的矿点是指群众提供的或经区域地质调查、矿产地质普查工作发现的，并认为具有成矿条件、显示矿产存在标志的地点。一般只经过初步了解，还需要进一步工作，或作为进一步找矿的线索。②区域地质调查编制的矿产图中，矿点是指经区域地质矿产调查或普查勘探工作所确定的，矿石品位符合工业要求，而规模小于小型矿床的含矿地点；或者指未进行过详细工作，规模尚未查明的含矿地点。

【矿化点】 ineralized point 根据现有资料，不足以说明是否确切有矿产存在，但有成矿现象的地点。它是进行矿产预测与进一步部署找矿工作的依据。

【矿化带】 mineralized zone 是指矿床、矿点、蚀变围岩等矿化现象或找矿标志呈带状断续分布，并受同一地质条件控制的地段。它是预测矿产和部署进一步找矿工作的重点地带。

【重砂取样】 根据一定的目的和要求，从疏松沉积物（如残坡积、冲积等）或岩层、矿体中，采取一定重量的样品，经过淘洗或破碎淘洗而获得重砂矿物的工作。按取样的对象，分自然重砂取样和人工重砂取样。前者又可进一步分为河流、阶地、滨岸、残坡积层取样等。重砂取样是重砂找矿和应用人工重砂进行岩体或地层对比等地质研究中的一项重要工作内容。

【淘砂盘】 panning plate 在重砂取样时，用来淘洗样品以获取重砂矿物所使用的专门器具。其形式多种多样，最常应用的为船形淘砂盘。



船形淘砂盘

【金属量测量成果图】 resultant plot of metallo－metuic survey 区域地质调查中提交的一种反映主要地球化学探矿成果的图件，是按一定的比例尺表示金属量测量所发现的异常及其与地质、矿化和地形关系的图件。按作图形式，常分为异常剖面图、异常剖面平面图和平面图等。这些图件，是解释和评价化探异常的重要资料，也是部署找矿工作的依据。

【水化学成果图】 hydrochemical resultant plot 是以相应比例尺的地质图或水文地质图为底图，表示水化学测量所查明的地下水和地表水的性质以及某些有用金属或指示元素的含量和变化规律的图件。它包括平面的水化学成果图、水化学剖面图和平面的综合性水化学图。水化学成果图是了解水化学异常与地质、矿化的关系，和部署进一步找矿工作的依据。

【物探成果图】 resultant map of geophysical exploration 综合或单一反映地球物理找矿方法（磁法、电法、重力等）所获得的异常、数据的图件（如平面图、剖面平面图、综合剖面图等），通称为物探成果图。反映几种物探异常的，又称综合物探成果图。利用物探成果图并结合地表地质、物性资料的分析和研究，可以了解在一定深度内的岩层、岩体、矿体、构造等某些特征，从而为矿产的普查、勘探提供一定的依据。

【异常综合图】 general anomaly map 根据需要，按一定的比例尺，综合反映采用多种找矿方法所发现的异常的图件称异常综合图。共用途是说明各种异常的分布、重叠情况及它们与地质矿产、地理条件的关系，直接或间接地指示矿产可能存在的大致位置；是研究区域地质构造特征、预测矿产、进一步部署找矿工作的依据。图件内容包括重砂找矿、原生晕、次生晕、分散流、水化学、植物地球化学、放射性测量、航空磁测、电法、重力等各种物、化探方法或其中几种方法所圈定的异常。

【矿产分布图】 mapofdistribution of mineral deposlts 表示已知矿床、矿点、矿化点分布情况的图件。图件的内容可根据工作需要加以选取。这种图件一般不衬托地质内容，仅以地理图件作为底图，常作为制定国民经济计划、部署有关工作的参考资料。

【矿产图】 map of mineral depo sits 区域地质调查工作的主要成果资料之一，是用规定的图例符号，在同比例尺地质图上，反映出各种矿产的分布、规模、类型、生成时代以及各种方法所发现的异常和有关找矿标志及其与地质构造之间关系的专门图件。按实际需要，可分为综合矿产图、单一矿种的或某几种相关矿种的矿产图以及一般矿产图（金属、非金属）、特种矿产图等。它是进一步部署普查找矿工作的依据，也是研究成矿规律和进行成矿预测的基础资料。

【地质图】 geologicac map 按一定的比例尺和图式，将一定地区内的各种地质体（地层、岩体、矿体）及地质现象（断层、褶皱等）的分布及其相互关系，垂直投 影到同一水平面上，用以反映本地区地壳表层的地质构造特征的图件，称地质图。按地质图的比例尺、范围及内容，可分为区域地质图、矿区地质图、构造地质图、第四纪地质图、水文地质图、工程地质图等等。根据需要，包有按地质构造单元编制的地质图；还有表明全球性地质构造的世界地质图，以及一个洲的、国家的、省的、县的地质图等。地质图一般附有综合地层柱状图、剖面图等，借以反映地质构造的立体概念和发展过程。地质图中的各项地质内容可以用不同颜色标注，也可以用不同花纹、线条、代号来表示。

【基岩地质图】 geological map of bed rocks 是指在覆盖或半覆盖区，用来反映松散覆盖层下基岩地质情况而编绘的图件。它根据少量的天然露头，结合槽探、井探、钻探和物探等方面的资料，参考邻区地质情况编绘而成。在石油、煤田等地质工作中，为了表示覆盖层下的地质构造特征，常需编绘这种图件。有时，还可根据不同的要求，“揭去”某一时代的覆盖层（如第四系、第三系、侏罗系或白垩系等），突出表示其覆盖层以下的地层、岩石、构造等基底的地质情况。

【路线地质图】 traverse geological map 反映地质观察路线及其两侧地质构造情况的图件。一般是在地质踏勘或概略性地质调查过程中所编制的一种图件。有单条的地质观察路线的路线地质图；也有由相隔较远的数条地质观察路线的资料构成的路线地质图。后者若经加密地质观察线的工作，就可编成一张完整的地质图。

【野外地质图】 field geological map 在地质填图的野外工作阶段，根据实地观察研究所测绘的一种原始地质图件。它是地质调查工作野外阶段的主要成果、其内容比较详尽，根据实验鉴定资料进行补充、修改和经过综合取舍之后，便可编绘出正规的地质图。

【地质草图】 geological sketch map 是指与相同比例尺的正规地质图相比，其精度要求较低的地质图。一般是在工作初期或任务急需的情况下，以精度较低的方法和较稀的控制网测制而成；它的内容比较简略，或侧重表示某些方面的地质现象。例如在进行矿产普查或勘探初期测制的矿区地质草图及地质调查中所做的路线地质图等。

【地质略图】 geological scheme 相对详图而言。是根据需要，由内容比较详细的地质图，经过综合取舍、归并简化而编成的相同比例尺或小于原图比例尺的简略地质图。这种图件，有时仅突出某一地质内容，或用来说明某一专门地质问题。

【岩性图】 lithological map 表示各类岩石分布情况及其相互关系的专门图件。它是编绘地质图、构造-岩相-古地理图及成矿规律图的基础图件和进行成矿预测的必要资料依据。在一些情况下，例如，在火山岩地区为了研究喷发的中心和顺序；在变质岩地区为了划分变质带；以及为了查明矿产的形成及赋存情况与岩性的关系，进一步了解矿区的岩层、构造等特征；或为了表示含水层的分布情况和反映某一地区的工程地质条件等，常需要编制岩性 图。

【实际材料图】 map of primitive data 地质工作实际材料图的简称。是以一定的符号反映野外地质工作中所获实际资料的图件。按实际需要，有综合反映各种工 作项目的实际材料图和某一工作项目的实际材料图等。区域地质调查中的实际材料图，其内容包括地质观察点（线）、各种岩石和矿石样品的采集点、化石采集点、探矿工程及实测剖面 等的位置和编号，以及主要地质界线及其他地质现象等等。实际材料图是长期保存并供查阅 的重要原始资料和评议地质工作质量的依据，也是编绘其他图件的基础。

【综合地层柱状剖面图】 general stratigraphic 指用图表综合的方式，将工作区域内有关地质资料加以综合，用柱状图形式，按一定比例尺和图例并附简要文字描述编制而成的图件。反映区域内地质发展历史、地质条件和地层特征等。图中一般表示的内容有：①地层单位及其名称在地层表中的位置和符号，最大与最小厚度；②地层单位的相互关系；③地层单位中所含最重要生物化石名称、岩性成分、同时标出标志层、矿层和透镜状矿体以及有利成矿的岩层等；④岩浆岩、火山岩及其与沉积岩层的相互关系。此图大小应根据需要来选择合适的比例尺，可单独绘制成图，也可附在有关地质图旁。

【野外手图】 map of field free hand work 在地质调查工作中，各工作小组或个人随时填绘地质现象和记载各种实际材料的第一手工作图件。它是编绘野外地质图和实际材料图以及其他图件的基础。

【编稿原图】 primitive map for compilation 各类提交出版审查的地质成果图件，称编稿原图。区域地质调查的编稿原图，是指将准备提交审查、出版的地质图、矿产图等图件的内容，通过一定的方法绘制成的中间性彩色图件，作为出版验收和复制清绘之用，并需归档长期保存。出版区域地质调查成果时，必须经过编稿原图的成图步骤，并在转绘过程中处理好图上各种要素的摆置和避让关系，使图面合理协调、准确清晰，符合复照、分版清绘等要求。

【作者原图】 系指根据有关规范或规定，经过野外调查、室内整理，或根据有关资料作适量的野外检查，而提交审查验收的图件，称作者原图。它是编稿原图的基础。

【印刷原图】 又称“ 清绘原图 ”。是制作印刷版的依据。由编稿原图照相晒蓝后，在金属板或聚酯薄膜上等大、放大清绘或刻绘而成。目前，印刷原图的线划符号一般要求刻绘，文字注记一般要求透明植字剪贴。

【铝板图】 map of aluminium plate 是裱糊在金属铝板上的图件。它具备平整、伸缩性小、精度高和适合复照等优点。高精度和需要长期保存的图件，如编稿原图、清绘原图等，也可制成铝板图。

【聚酯薄膜图】　利用聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜（简称聚酯薄膜）制成的图，称聚酯薄膜图。聚酯薄膜、经过喷砂、球磨或化学涂层建立绘图表面，再经热处理后，尺寸比较稳定。绘图、制版、印刷等性能都较好，携带方便，可以长期保存。目前已被测绘生产、地质制图以及其它复制行业广泛使用。

【图式】　pattern　指各种地图所依据的格式、符号的规定样式，内容一般有图件整饰的形式、布局，各种符号及注记字体的大小、线条粗细等。

【分色样图】　印制地质图件分色制版的样图。在印刷原图照相制版后打出单色图的基础上，根据地质图色标，一个色涂一张分色样图。分色样图要求各要素标绘正确，彩色对比明显，轮廓准确。

【地质图例】　geological legend　指地质图中所用符号的举例说明。它是地质图的附属部分，作为读图的工具，放置在图的一侧或其他适合的部位。图例的内容有不同的颜色、图形、花纹、字母、数字代号等多种。

【岩石花纹符号】　系指按基本岩石类型的基本名称，和以结构或特殊构造以及碎屑成分、矿物成分等作为附加名称而设计的不同花纹符号，用于在图上表示不同种类和性质的岩石。

【地质图色标】　是印制地质图件的依据和色相标准，一般在地质图件送厂印制之前就应作好色标。地质图色标也是地质体年代符号的补充，地质体年代和地层单位的划分，可以从图上的不同色相得到体现。目前，我国地质图件色标种类很多，以减色色标为好，印出的地质图色相鲜艳，层次清楚，美观大方，且用色少，可以减少制印工作量，节省原材料，降低成本。今后应逐步实现用三原色（红、黄、蓝）黑色油墨印制地质图件。

【地质年代单位代号】　是指用一定的数字符号表示地质时期中形成的地层单位——宇、界、系、统、阶、群、组、段、带等的名称代号。根据1965年“地层规范草案”规定：国际性的地层单位——界、系、统等符号，用英文大、小写正楷字母配合阿拉伯数字表示，如：新生界K_z，下太古界Ar_1，侏罗系J，中石炭统C_2等。全国性或大区域性地层单位——阶的符号，是在统的符号后面加阶名汉语拼音头一个正体小写字母，如：中寒武统的张夏阶ϵ_2z。地方性地层单位——群、组的符号，群是在相当的界或系或统之后，加两个汉语拼音的斜体小写字母，第一个是拼音的头一个字母，第二个是拼音最接近的子音字母，如，水口群ϵsh，组是采取在系或统的后边，加汉语拼音头一个字母，用小写斜体字表示，如馒头组ϵm。

【区域地质调查报告】　report of regional geological survey　指一个图幅的区域地质调查工作完毕后，综合野外调查和室内研究资料编写而成的总结报告，是反映区域地质调查工作成果的重要文件，由文字、全套图件和有关资料组成。其内容包括调查区的一般自然、经济地理情况，以往研究程度和该区的地层、岩石、构造、水文地质、地貌、矿产等主要特征。报告经上级机关审查、评议后方能交付出版，一般可按地质部分、矿产部分及有关专题研究报告等分册印刷。

【接图】 map interlinking 地质工作中的接图，是指相邻图幅或地区的地质填图基本完成后，在统一认识的基础上，连接或拼接图边地质界线和其他地质内容的工作。一般情况下，接图工作必须结合现场进行。

【接图表】 index map 表示各图幅间相互位置的图表。根据其用途和范围可分为图幅接图表和区域接图表。

【图幅验收】 recepkion of maps 区域地质调查工作结束后，为了保证区域地质调查成果的质量，由省（市）、自治区地质局主持，邀请上级机关、有关地质队、科研及院校等单位组成验收领导小组（或委员会），根据国家任务、图幅设计及有关要求，对已经完成的某幅地质图及相应资料进行的审查和评议工作。按验收的工作步骤，可分为野外验收、总结报告验收和出版验收。野外验收着重审查原始资料及部分成果资料的完备程度和质量。总结报告验收是对经过综合整理所编绘的图件、文字报告及主要原始资料所进行的全面审查。出版验收除对已有的资料及其阐明的地质、矿产问题进行审查外，还从印刷、出版的角度，对图件和文字报告的格式、整饰等进行审查。实际工作中，可将总结报告验收与出版验收合并进行。

【地质锤】 geological hammer 又称手锤。地质工作的基本工具之一，选用优质钢材制成。其式样随工作地区的岩石性质而异。用于火成岩地区的地质锤，多数一端呈长方形或正方形，另一端呈尖形或楔形。用于沉积岩发育的地区，其中一端常呈鹤嘴形。按重量，地质锤还分轻重型两种。

【地质罗盘】 geological compass 地质工作中，用来确定方向，测量各种产状要素的简单、轻便的测量工具。主要由磁针、刻度盘、制动器、测斜器和水准泡等 部分组成。

固体矿产普查勘探方法

普查勘探

【矿产普查】 search for mineral deposits 又称普查找矿，简称普查或找矿。是在一定的地区内，为寻找和评价发展国民经济需要的矿产而进行的地质调查研究工作。即综合运用地质科学的基础知识与理论，使用必要的技术方法，结合群众报矿提供的线索，以发现各种矿产。其任务包括：研究工作地区的地质构造，特别是与矿产形成和分布关系密切的地质条件，预测可能存在矿产的有利地段；综合运用有效的技术手段和找矿方法，在有利的地段内进行找矿，并对发现的矿点或矿床进行初步的研究，就其地质和经济意义作出评价；在以上基础上，阐明工作地区的矿产远景，为进一步的矿产普查或布置矿床勘探工作提供资料依据。在概念上与矿产普查相应的英文名词有 pros pecting，是指为找寻矿产远景地区而进行的工作，包括航空地质、物探、化探以及其他的地表和地下工程等。

【普查找矿】 search for mineral deposlts 即“矿产普查”。

【综合找矿】 对综合找矿一词的解释和应用目前尚无统一的意见，归纳起来主要有两种说法：①在一定地区内，综合寻找各种可能存在的矿产；或在寻找某种主要矿产的同时，注意发现和评价与这种矿产相伴生的其他矿产。例如，寻找石油的同时，注意盐类矿产；普查煤矿的同时，注意发现铝土矿、耐火粘土、石灰岩；对多金属矿产注意稀有、分散元素等；②根据工作地区的地质和自然地理条件等，选择多种找矿方法，以便互相配合、互相验证、互相补充，提高矿产普查工作的成效。

【普查阶段】 相对于矿床勘探及区域地质调查等工作来说，普查阶段可理解为整个矿产地质工作中的一个阶段，即寻找、发现矿产并作出初步评价的工作阶段。但为了有计划地进行矿产普查工作，提高找矿的成效，通常需要经过一个由较大范围的概略了解到小面积详细研究的调查过程，因而又可以根据工作的详细程度将矿产普查过程再划分为若干阶段，如划分为初步普查和详细普查两个阶段。后面这种反映矿产普查工作的深入过程、详细程度及任务要求的阶段，也称普查阶段。一个地区的矿产普查工作属于何种阶段，或从哪一阶段做起，主要取决于已往对这个地区的地质及矿产的了解程度。对某些未进行过初步普查的地区，在 急需的情况下，若具备一定的条件（如已发现一定数量的矿点或重要的矿产线索等），也可 以直接进行详细普查。

【初步普查】　矿产普查工作阶段之一。是根据国家的要求和已有的地质资料，在认为可能找到预期矿产的地区内所进行的矿产普查工作。这一阶段的普查工作，一般用较小比例尺的地质填图及其他找矿方法在较大地区范围内进行。主要任务是初步查明工作地区内的地质构造和矿产生成的条件，并对发现的矿点和其他显示矿产存在的线索进行初步检查，作出初步评价，进而圈出最有矿产远景的地段，为进一步的矿产普查工作，提供资料依据。这一阶段的工作，目前一般都与区域地质调查结合进行。

【详细普查】　矿产普查工作阶段之一。是根据国家的需要和已有的地质矿产资料，在最有矿产远景的地区内所进行的矿产普查工作。这一阶段的普查，一般是在初步普查的基础上，用较大比例尺的地质填图及其他方法，在较小范围地区内进行。主要任务是比较详细地查明工作地区内的地质构造和矿产特征，对已知和新发现的矿点进行比较详细的研究，作出远景评价，并为进一步的矿床勘探工作，指出方向和提供地质与经济技术等方面的资料。

【找矿地质前提】　geological prere quisite of prospecting　又称 找矿地质准则或找矿地质先决条件。是指某一地区内控制矿床形成和分布的各种地质条件，主要包括岩浆岩、构造、地层、岩相、古地理、地球化学、变质作用、风化作用、地貌及水文地质条件等。对不同的地区和不同的矿产，上述各种条件的意义又不是等同的，而是以其中的一两个或两三个条件起主导作用。研究找矿地质前提，可以指明找矿的方向，预测在一定的地质条件下可能存在的矿床类型和有利地区，合理选择和运用找矿方法，正确评价发现的矿点或含矿地区。

【找矿地质准则】　即“ 找矿地质前提 ”。

【找矿地质先决条件】　“ 找矿地质前提 ”。

【找矿标志】　ore guide of prospe cting　指显示矿产存在或可能存在的各种现象和线索，一般可分为直接找矿标志和间接找矿标志。前者有矿体露头、铁帽、矿砾、有用矿物重砂、旧矿遗迹、盐泉、油气苗以及部分由物、化探所圈定的致矿异常等；后者有蚀变围岩、特殊地层层位或标志层、特殊颜色的岩石、特殊地形、特殊植物、地球物理或地球化学探矿发现的大部分异常以及某些历史资料、地名等等。注意发现和研究找矿标志，可以较快地找到矿床，为合理选择和运用找矿方法提供地质依据。

【矿体露头】　ore outcrop　又称矿苗。指矿体出露于地表的部分。固体矿产的矿体露头，按其被氧化的程度，分原生矿体露头和氧化矿体露头。前者基本保持其 原有的特点，根据物质成分、分布范围和周围地质条件，可以大致判断矿床的类型、矿体产状及矿石质量等一般情况；后者由于经长期的氧化作用，其地表附近的矿石成分、结构构造 ，甚至矿体的产状、厚度等均发生了明显的变化。天然矿体露头是直接的找矿标志。由各种 工程所揭露的矿体露头，则称人工矿体露头。

【矿苗】 即“矿体露头”。

【旧矿遗迹】 指过去进行过采矿、冶炼生产而保存下来的痕迹，如老硐（窿）、老矿坑、废石堆、矿渣、炉渣等。我国采矿事业历史悠久，由于各种原因，过去很 可能只开采了矿床的一部分，或只利用了矿石中的某些组分，在其附近常可进一步发现有工业意义的矿床，因此它是一种直接找矿标志。

【找矿方法】 methods of prospe - cting 是为了寻找矿产所采用的工作方法和技术措施的总称。按其原理可分为地质方法、地球化学方法、地球物理方法三大类。地质方法包括地质填图、砾石找矿法和重砂找矿法等；地球化学方法包括岩石地球化学测量法、水系沉积物地球化学测量法、土壤地球化学测量法、水化学测量法、生物地球化学测量法，同位素地球化学找矿法和气体测量法等；地球物理方法包括磁法、电法、地震法、重力法、核地球物理法等。以上部分方法也用于空中和海洋，则有航空地质调查、航空地球物理勘探、航空地球化学探矿海洋地质调查、海洋地球物理勘探及海洋地球化学探矿等方法。60 年代以来，随着空间科学和电子技术发展起来的遥感方法，特别是以人造卫星为运载工具，运用多种探测装置的航天遥感，已开始应用于地球资源的勘测工作。它具有调查面积大、速度快、成本低、不受地面条件限制等优点，但目前在地质及旷产普查工作中，还是一种间接的找矿方法，主要用于地质填图发现及研究与矿产有关的地质构造现象。此外，用来直接揭露地质矿产现 象的钻探和坑探，有人也将其作为一类找矿方法，称之为探矿工程法。

【地质填图】 geological mapping 矿产普查和勘探中的一种基本工作方法，即对工作地区或已发现的矿区进行系统的地质观察，测制一定比例尺的地质图，查明工作地区或已发现矿区的地质构造特征和矿产形成、赋存的地质条件，为进一步的找矿或勘探工作，提供资料依据。为矿产普查而进行的地质填图，其比例尺可从 1∶100000 至 1∶1000；勘探矿区所进行的地质填图，比例尺一般为 1∶25000 至 1∶1000。

【砾石找矿法】 float method for prospecting 矿体露头被风化后所产生的矿砾（或与矿化有关的岩石砾石），在重力、水流、冰川的搬运下，其散布的范围大于矿床的分布范围。根据这种原理，沿山坡、水系或冰川活动地带研究和追索矿砾，进而寻找矿床的方法，称砾石找矿法。按矿砾的形成和搬运方式，砾石找矿法可分为河流碎屑法和冰川漂在法。

【河流碎屑法】 stream gravel me thod 一种砾石找矿法。以各级水系中的冲积砾石，岩块、粗砂等为对象，从中发现刃“ 砾或与矿化有关的岩石砾石，然后逆流而上进行追索，研究其成分、大小、形状、磨圆程度和出现数量，直至找到它们的发源地，进而发现矿床。

【冰川漂砾法】 glacier – boulderme – thod for prospecging 一种砾石 找矿法。根据冰川活动所搬运的矿砾或与矿化有关的岩石碎块，结合冰川活动情况的研究，查明其来源，以寻找矿床的方法。

【重砂】 heavy fraction； 指由比重较大、物理和化学性质比较稳定的矿物（如金红石、锆石、独居石、铬尖晶石类、磁铁矿、金、铂、黑钨矿、钽铁矿、铌铁矿、褐钇钶矿、锡石等）颗粒所组成的松散聚合体。因其比重较大、呈砂状，故名。取自疏松沉 积物（包括残积、坡积、冲积、滨海沉积等）并经淘洗后得到的重砂，称自然重砂。它是一种直接的找矿标志，也是重砂找矿法研究的对象。采集整块的岩石或矿石，经过捣碎、淘洗后获得的重砂，称人工重砂。根据人工重砂的矿物组合特征，可以发现与某些矿产有关的指示性矿物，了解自然重砂矿物来源，指导找矿工作，以及为研究沉积来源，进行地层或岩体对比提供依据。另外，通过人工重砂，还可寻找古砂矿或风化壳矿有主要查明稀有和稀土元素矿物在岩石中的赋存状态和富集规律，为寻找和评价稀有及稀土元素矿床，提供依据。

【自然重砂】 指取自疏松沉积物，由比重较大、物理和化学性质比较稳定的矿物颗粒所组成的松散聚合体。详见“ 重砂。

【人工重砂】 采集整块的岩石或矿石，经捣碎、淘洗后获得的比重较大的矿物颗粒。详见“ 重砂 ”。

【重砂找矿法】 又称重砂测量。矿产普查和区域地质调查中广泛使用的一种找矿方法，其过程是沿水系，山坡或海滨等，对疏松沉积物（包括冲积、洪积、坡积、残积、滨海沉积等）系统采集样品，通过重砂分析和综合整理，结合工作地区的地质、地貌条件和其他找矿标志，发现并圈出矿产机械分散晕，即有用矿物（或与矿产密切相关的指示矿物）的重砂异常，据此进一步追索原生矿床或砂矿床。重砂找矿法适用于水系发育的地区，主要用来寻找某些有色金属（钨，锡、铋、铅锌等）、稀有及放射性元素（铌、钽、铍、锆、钇、钍等）、贵金属（金、铂、锇、铱等）以及铬、钛、金刚石等矿床。

【重砂测量】 即“ 重砂找矿法 ”。

【重砂图】 又称重砂取样成果图，是综合反映重砂找矿资料成果的图件，用来说明工作地区的重砂分布规律，指导进一步找矿或揭露、圈定矿体（或含矿带）的依据。它以地质图为底图，表示内容有主要地质体界线、矿点和各种找矿标志、水系、地貌单元、重砂取样地点、样品编号、有用矿物的种类和含量，以及根据综合研究所圈出的重砂异常等。

【重砂取样成果图】　即“ 重砂图 ”。

【重砂异常】　通过重砂找矿发现的某些有用矿物（或与矿产密切相关的指示矿物）的重砂含量较高的地区，是重要的找矿标志之一。圈定重砂异常，是在全面研究重砂矿物的晶形、含量、共生组合、物理及化学性质、空间分布等特点的基础上，结合工作地区的地质、地貌，水文条件所进行的一项综合研究工作。

【异常检查】　（geophysical or ge ochemical）anomaly inspection　区域地质调查和矿产普查的一项工作内容。指对应用地球物理、地球化学及重砂找矿方法发现的异常地区所进行的初步地质调查研究工作。其任务是检查、分析引起异常的原因，对异常的找矿意义进行评价。经过调查研究而判断是由矿体或与矿产有关的地质体所引起的异常，则须配合必要的钻探或坑探进行揭露、验证，并作初步的评价。

【矿点】　mineral occurrence　泛指具备矿产形成条件，有直接显示矿产存在标志的地点，或呈矿化现象的地点。在区域地质调查的成果整理时，又根据进一步的工作结果，将上述地点分为三类：其规模和矿石品位等均已被证实为具有工业价值的矿床；规模过小或不清者，则称矿点；仅有一般地表矿化现象的，称矿化点。

【矿点检查】　mineral occurrence inspection　矿产普查和区域地质调查的工作内容之一，是对发现的矿点及群众报矿点进行的整个评价工作。其目的是要对矿点的工业价值作出初步评价，为进一步工作提供依据。矿点检查的具体任务及要求包括：①对地表地质情况进行比较详细的研究，测制地质草图；②进行必要的地表或浅部揭露及初步取样；③进行综合分析并对矿点的远景及工业价值作出初步评价；④对于远景较好的矿点，进行必要的深部探索和控制。

【矿点评价】　从狭义上讲，矿点评价是矿点检查的环节之一，即在综合地表地质研究、地表或浅部揭露及取样等资料的基础上，对矿点的工业远景所进行的分析和评价工作。广义的矿点评价同“ 矿点检查 ”。

【矿床远景评价】　指在矿点检查中，根据已有的资料对矿床的矿产质量及可能的储量所进行的估计和评价工作。但这种工作并不限于在矿点检查时进行，而是在以后的勘探过程中仍须要不断地进行，即继续对矿床的远景进行评价，只不过评价的依据、精度和要求不同而已。

【普查评价】　一般泛指在矿产普查和区域地质调查中，对工作地区的矿产远景所作的评价工作，也用于各种比例尺的成矿预测。有时，也将普查评价作矿点评价的同义词使用。

【老硐调查】 又称老窿调查。矿产普查或矿床勘探中，对过去遗留的旧矿硐所进行的清理、地质观察、素描、采样等工作。通过调查，应结合其他地质研究，对老硐所在地区的矿产远景作出评价，为进一步的工作提供资料依据。对已肯定为工业矿床地区的老硐，勘探工作时还应了解老硐的空间位置、规模及其充填物、含水性等，以利于开采设计。

【区域矿产远景评价】 在矿产普查或区域地质调查基础上所进行的一项综合研究工作。即根据所获得的地质、矿产及各种找矿方法的实际资料，结合已发现的矿点、矿床和其他显示矿产的线索，综合分析工作地区内矿产形成和分布的规律，并对可能发现和已发现的矿产类型、规模及远景提出初步评价意见，为下一步更详细的普查找矿工作提供资料依据。

【成矿预测】 为了提高找矿的成效和预见性而进行的一项综合研究工作。其主要过程是根据工作地区内已有的各种地质、矿产和物化探等实际资料，全面分析区内的地质特点和已发现各种矿产的类型、规模及其在时间、空间上与地质构造的关系，阐明其成矿规律，进而预测区内可能发现矿产的有利地段、控制条件，指出需要进一步工作的方向、顺序和内容等，为正在进行的或下一阶段的普查找矿工作提供依据。

【成矿规律图】 minerogeneticmap 在全面收集某一地区的地质、矿产和各种找矿方法所获实际资料的基础上，综合分析该区已发现的矿床类型、规模及其在时间、空间上与地质构造的关系，利用已有的地质图、构造图、矿产图及其他辅助图件（如岩相古地理图、岩浆岩分布图等），而编制出的一种说明矿产形成和分布规律的专门图件，称成矿规律图。它是进行成矿预测的基本图件。按矿床类型，可分为外生、内生、变质矿床三种成矿规律图；按矿种，又分为反映多种矿产的综合成矿规律图和反映一种或一组相关矿产的成矿规律图。

【成矿预测图】 prognostic map 以某一地区的成矿规律图为基础，根据各处已有地质、矿产资料的丰富程度，用不同的颜色和线条符号，在成矿规律图（或与其重合的透明图纸）上，圈出不同类型矿床的可能分布范围，即成矿预测区或矿产远景区，用以反映成矿预测工作的结果，为下一步工作提供依据。这种在成矿预测时所编制的专门图件，称成矿预测图。比例尺大于1：50000—1：25000，具有充分实际资料的成矿预测图，可作为布置详细普查或矿床勘探工作的依据，这种成矿预测图，又称普查勘探指示图。按成矿预测时的要求，成矿预测图又分为反映多种矿产的综合成矿预测图和反映一种或一组相关矿产的成矿预测图。

【普查勘探指示图】 一种比例尺较大（1：50000—1：25000），具有充分实际资料依据，可作为布置详细普查或矿床勘探工作根据的成矿预测图。详见“成矿预测图”。

【矿产远景区】 prospect 又称成矿预测区或成矿远景区。是指具有有利的成矿地质条件，可能发现某些矿产的地区。它是在成矿预测或区域地质调查、矿产普查的基础上，根据成矿规律的研究结果而确定的进一步矿产普查的重点地区。按这些地区的成矿地质条件、已有地质和矿产资料的丰富程度，以及可能发现矿产的把握程度，矿产远景区一般还分为三级，以便安排进一步工作的先后次序。

【成矿预测区】 即“矿产远景区”。

【成矿远景区】 minerogenetic pro spect province 即“矿产远景区”。

【矿床勘探】 mineral exploration 在矿产普查的基础上或在矿山的建设，生产过程中，为查明一个矿床的工业价值或保证矿山的顺利建设和生产，而进行的调查研究和其他必需工作的总和。矿床勘探的主要任务是要进一步查明矿床（或矿体）赋存的地质条件，探明矿产的质量和数量，了解开采的技术条件，提供矿山建设设计或矿山生产所需要的矿产储量、地质和技术经济资料等。与勘探一词对应的 exploration，在含义上有时还包括为寻找有用矿产而进行的工作，也可译为探查。

【勘探阶段】 矿床勘探工作阶段的简称。一个矿床，从发现并初步确定其工业价值直至开采完毕，都需要进行不同详细程度的勘探研究工作。为了提高勘探工作及矿山生产建设的成效，避免在地质依据不足或任务不明的情况下，进行盲目勘探或建设。开采所造成的损失，必须依据地质条件、对矿床的研究和控制程度，以及采用的方法，手段等，将勘探工作分为若干阶段。这种工作阶段，称勘探阶段。固体矿产的勘探工作通常分为初步勘探、详细勘探和开发勘探三个阶段。一般前两阶段的勘探工作，由地质部门进行，在矿山设计和生产部门，习惯上将其合称为“地质勘探”；后一阶段的勘探工作则由矿山生产部门进行。初步勘探与详细勘探两阶段之间，有时并无明显截然的界限，但各自又有其相应的任务和要求。对于一些地质构造简单，其工业价值和开采利用条件易于查明的矿床，为了加快勘探速度，有时可将这两个阶段的工作合并起来进行；对某些地质构造复杂、规模过小，即使用很密的工程也难以控制的矿床，则可进行边探边采；在近期内不拟建设、开采的矿床，或地段，可只进行普查评价或做到初步勘探，为以后确定详细勘探地段和矿山建设总体规划提供地质依据。

【初步勘探】 矿床勘探阶段之一。是对初步确定具有工业意义的矿床，为了给进一步的详细勘探提供依据而进行的调查研究工作。其主要任务是要初步查明矿床的赋存条件、规模大小、矿产的质和量，以及开采利用的技术条件，提出进一步详细勘探的方向和需要的各种资料。参见“勘探阶段”。

【详细勘探】　矿床勘探阶段之一。是对国家计划准备建设的矿床（或其中的一部分）所进行的比较全面、深入的调查研究工作。其主要任务是要查明矿山建设范围内矿体总的分布情况、矿体形态及内部结构，研究矿石的物质成分和加工技术性能，研究和评价可供综合开采、综合利用的共生矿产或伴生有用成分，研究矿床的水文地质条件和开采技术条件等，从而为矿山建设设计提供各种地质和技术资料。

【开发勘探】　矿床勘探阶段之一。指为矿山基本建设的顺利进行和矿山持续、正常的生产，以及为合理开发和充分利用矿产等目的，由矿山生产部门对矿床所进行的深入研究和探矿工作。其主要任务是为矿山建设和采矿生产提供更加准确、可靠的地质资料及矿产储量，探明过去尚未发现的隐伏矿体，扩大矿床储量，延长矿山寿命。按其任务和工作顺序，又分为基建勘探和生产勘探两个阶段。

【勘探方法】　methods of explora tior　通常是指矿床勘探时，为了查明 矿床赋存的地质条件，了解矿产的质和量，以及评定其工业利用价值所采取的各种研究方法、技术措施和工作途径的总称。一般包括为研究矿体的形态、产状及内部结构而采用的勘探剖面法；为查明矿产质量而进行的取样、分析和试验；为确定矿床的工业利用可能性及其开采、加工条件的评价比较等。

【勘探手段】　矿床勘探时，为了研究矿床地质构造，揭露、追索和圈定矿体，查明矿产的质和量，以及了解矿床的水文地质和开采条件等所采用的各种工程和技术方法，总称勘探手段。目前，经常大量采用的是钻探和坑探（包括探槽、浅井、平硐、斜井等）工程，两者合称探矿工程或勘探工程。除探矿工程外，还常配合物探、化探等方法，用来判断矿体的位置和产状，指导探矿工程的布置，检查钻探工程的质量，寻找盲矿体等。

【矿体地质】　geology ofore body　是一部分地质工作者为了强调在矿床勘探和开采过程中对矿体研究工作的重要性而提出的一个名词，一般指矿体的形态、产状、规模、物质成分、内部结构（不同类型、品级的矿石及夹石等在矿体中的分布）等方面的特点和变化情况，以及控制这些特点变化的地质因素。

【矿体圈定】　delineation of ore bodies　主要是指通过地质研究和工程揭露（必要时还配合地球物理或地球化学探矿的某些方法），追索并查明矿体的形状、产状、空间分布及规模大小等而进行的工作。在矿产储量计算时，根据探矿工程和取样分析的资料，按照工业部门对矿产利用的指标要求，确定不同质量、用途和开采技术条件的矿产储量分布范围而进行的工作，也称矿体圈定。

【矿产质量】　quality of ore　指矿产被工业利用时所具备的某些性能、特征及其优劣程度。据此，可将固体矿产大致分为三类：第一类矿产，工业利用时主要是从中提取某种元素或化合物、矿物等，如绝大部分的金属（黑色金属、有色金属、贵金属、稀有金属等）和部分非金属（盐、萤石、磷灰石、石墨等）矿产，其质量主要决定于矿石的化学成分或矿物成分，即有用组分（或有用矿物）及有害组分的种类和含量，以及在选矿、冶金或其他加工时的特点；第二类矿产为大部分非金属矿产，其质量主要决定于它们的某些技术或物理性能，例如，压电水晶的压电效应和晶体大小，云母的晶体

大小、剥分性和绝缘性，石棉的纤维长度、抗热、耐酸，耐腐蚀及绝缘性等，建筑石材的抗压、抗拉、抗剪、抗冻性等；第三类矿产，如高岭土、耐火粘土、滑石等部分非金属及燃料矿产，其质量既决定于化学成分，又决定于它们的某些技术或物理性能。对于矿产的质量要求，随不同时期的工业技术和经济条件、国家需要程度，以及矿床地质条件而有所区别。在地质工作中对矿产质量的评价，必须全面考虑各种可供综合利用的组分，注意研究同一矿产所具有的多种用途和有害组分在一定条件下被工业利用的可能性，为工业部门充分挖掘资源的潜力及合理利用矿产，提供可靠的依据。

【品位】 grade 指矿石或其选矿产品中有用组分（或有用矿物）的单位含量，如矿石品位、精矿品位、尾矿品位等。其中，矿石品位是衡量矿石质量的主要标志之一；精矿品位、尾矿品位等是衡量选矿效果的主要经济技术指标。品位多数以有用组分（元素或氧化物等）或有用矿物（如石墨、萤石等）与矿石（或选矿产品）的重量百分比表示；贵金 属矿产则以每吨矿石（或精矿、尾矿等）中含有的金属（如金、银、铂等）重量（克/吨）表示；云母等特种非金属矿产，以每立方米矿产中的有用矿物重量（千克/立方米）表示；液态盐类 矿产以每公升卤水中含有的有用组分重量（克/升）表示。

【变化系数】 coefficient of varia - tion 又称变异系数，用以表示各 个变量值之间差异程度的一种指标。在矿床勘探工作中，通常用它来定量地反映矿体各种标志的变化程度，例如用厚度变化系数表示矿体形态的变化程度；用品位变化系数表示有用组分在矿体中分布的均匀程度。一般变化系数越大，表示某一标志的变化程度越大。通过对不同矿体或伺一矿体不同部分的品位、厚度等变化系数的分析与比较，可以了解矿床勘探

$$V_x = \frac{\sigma_x}{\overline{X}} \cdot 100\%$$

的难易程度，为合理布置勘探工作及研究勘探方法提供依据。变化系数的计算式为：式中 V_X 为变化系数；δ_x 为变量（如厚度、品位等）的均方差；$\overline{X}$ 为变量的算术平均值

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \overline{X})^2}{n}}$$

（如算术平均厚度、算术平均品位等）。其中均方差式中当 $n < 25$ 时，则采用，$n - 1$；X_i 为单个变量（如单个品位或厚度的测量值）；n 为变量数目（如样品数目、厚度测量次数等）。

【厚度变化系数】 coefficient of vatintion of thickness 一种表示矿体厚度或形态变化程度的指标。详见“ 变化系数 ”。

【品位变化系数】 coefficient of variation of grade 一种表示有用组分在矿体中分布均匀程度的指标。详见“变化系数”。

【含矿率】 反映矿体特性的标志之一，是指矿体中的工业可采部分在整个矿体中所占的比例，用以表示矿体的矿化连续程度及矿化强度。其计算公式为：

$$\gamma=\frac{\sum l}{L}，或\gamma=\frac{\sum s}{S}，$$

$$或\gamma=\frac{\sum v}{V}$$

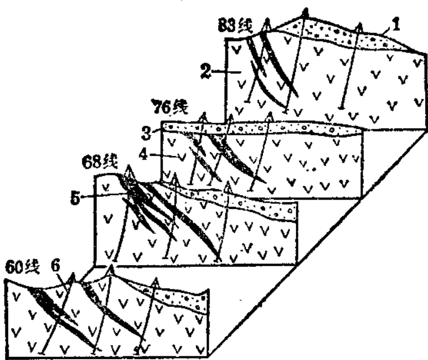
式中 γ 为含矿系数，$\sum l$、$\sum s$、$\sum v$ 分别为矿体中各工业可采部分的长度、面积、体积之和，L、s、V 分别为整个矿体（包括工业可采部分和无工业价值部分）的长度、面积、体积。矿化连续，含矿率为 1；含矿率越小，矿化越不连续，矿北强度越小。

【含矿系数】 指矿床或矿体、矿段、块段中的工业可采部分与整个矿床或矿体、矿段、块段之比。在某些矿产的储量计算时，为除去无矿地段，提高储量计算精度而使用的校正系数，其计算方法及数值虽与含矿率相同，但两者的地质意义却不同。参见“含矿率”。

【矿床勘探类型】 矿床的地质特点（如矿体的形态、产状、规模大小、有用组分的分布和变化等）和复杂程度不同，勘探工作的任务要求和勘探手段等也不同。在研究、总结大量已经开采矿床的资料及已勘探矿床经验的基础上，按主要地质特点的复杂程度及对勘探工作的影响，将相似特点的矿床加以归并而划分的类型，称矿床勘探类型。它在一定程度上可以为类似矿床的勘探工作借鉴，例如在确定勘探方法、勘探工程密度及勘探程度等方面进行参考。但是，自然界并不存在两个特点完全一致的矿床，因此在勘探工作中，应从本矿床的实际出发，灵活运用勘探类型的经验，合理布署勘探工作，切忌生搬硬套。此外，目前对矿床勘探类型的作用及具体划分还有不同意见，认为现在的勘探类型划分仅以矿体的自然特征为依据，忽视了它们与矿床开拓、开采方法及矿产储量用途等方面的关系，各类型的标志过于笼统，实际应用困难，等等，因而主张加以废除或进行改革。

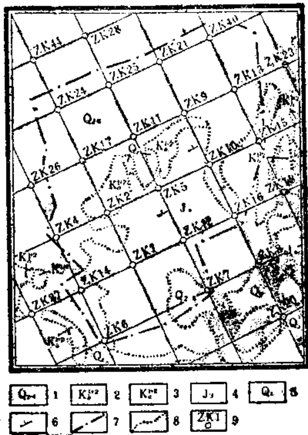
【勘探剖面】 exploratory profile 为了正确地圈定矿体，了解矿体不同部分的产状、形态和内部结构，使勘探资料更好地为矿山设计所利用，通常需要将勘探工程沿一定的切面布置。这些由勘探工程构成的切面，称勘探剖面。它是矿床勘探的主要方法之一。按矿体的特征，其布置形式有铅垂的和水平的两种。铅垂的勘探剖面与地表的交线，称勘探线。两组不同方向相交的勘探线，构成勘探网。勘探工程（主要是水平勘探坑道）沿一定的标高布置在同一水平面上，则构成水平勘探剖面。这种水平布置勘探工程形式称水平勘探。

【勘探线】 exploratory line 勘探工程布置在一组与矿体走向基本垂直的铅垂勘探剖面内，从而在地表构成一组相互平行（有时也不平行）的直线。这是矿床勘探中最常采用的一种工程总体布置形式，称之为勘探线。它一般适用于有明显走向和倾斜的层状、似层状、透镜状及脉状矿体。



勘探剖面及勘探线示意图
1. 勘探线；2. 勘探剖面；3. 第四纪覆盖层；4. 蛇纹石化橄榄岩；5. 矿体；6. 钻孔

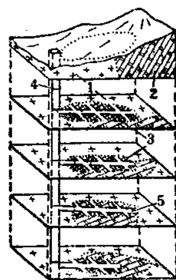
【勘探网】 exploratory grid 勘探工程布置在两组不同方向勘探线的交点上，构成网状的工程总体布置方式，称勘探网。其特点是可以依据工程的资料，编制二至四组不同方向的勘探剖面，以便从各个方向了解矿体的特点和变化情况。勘探网的形状有正方、长方、菱形、三角、六边等，其中菱形、三角、六边形网应用较少。勘探网布置工程的方式，一般适用于矿区地形起伏不大，产状呈水平或缓倾斜的层状、似层状以及大型网脉状矿体。



勘探网
1. 坡冲积层；2. 石英安山岩夹凝灰角砾岩；3. 火山碎屑夹黑云母安山岩；4. 龙王组硅化高岭土化安山岩；5. 次生石英岩；6. 岩层产状；7. 铁矿投影边界线；8. 岩层界线；9. 钻孔及编号

【水平勘探】 主要用水平勘探坑道（有时也配合钻探）沿不同深度揭露和圈定矿体，构成若干层不同标高的水平勘探剖面。这种勘探工程的总体布置形式，称水平勘

探。主要适用于陡倾斜的层状、脉状、透镜状、筒状或柱状矿体。当平行的水平坑道与钻探配合，在铅垂方向也构成成组的勘探剖面时，则成为水平勘探与勘探线相结合的工程布置形式。



水平勘探示意图
1. 花岗闪长岩；2. 矽卡岩 化白云岩；3. 铁铜矿体；4. 竖井；5. 平巷

【勘探网度】　又称勘探间距或勘探工程密度。是指每个穿透矿体的勘探工程所控制的矿体面积，通常以工程沿矿体走向的距离与沿倾斜的距离来表示。例如，勘探网度 100×50 米，是指工程沿矿体的走向距离为 100 米，沿旷体的倾斜或变化最大方向的距离为 50 米。合理的勘探网度，决定于矿体的规模大小、形态和产状的变化程度、构造及矿体内部结构的复杂程度、有用组分在矿体中分布的均匀程度，以及预期探明储量的精度要求和采用的工程类型等。它对勘探工作的速度、质量及勘探成本都有重大的影响。确定或检验合理勘探网度的方法，除了根据矿床本身的特点、矿山建设和生产的要求直接确定以外，还有类比法、勘探剖面精度分析法、稀空法、探采资料对比法及数理统计分析法等。

【勘探间距】　即“勘探网度”。

【勘探工程密度】　即“勘探网度”。

【类比法】　method of analogue　根据两个对象某些相同的属性，推断它们的其他属性也可能相同，并用来解决某一具体问题的间接推理方法。类比法在矿产普查勘探工作中也应用很广。例如，根据已知矿床的成矿地质条件的研究，指导在具有类似地质条件的新地区进行找矿；参照已经开采或勘探矿床的勘探经验，布署新矿区的勘探工作（如确定勘探网度、采样规格、样品间距、样品加工系数等）；对比新发现矿床与已开采矿床的矿石成分、结构构造等特点，初步确定矿石的加工技术性能，等等。但是，这种方法只是一种可能性的推理，其结论往往与实际之间存在较大的差异，有待进一步工作的验证或修改。因此，及时做好地质勘探中的综合研究工作，根据新的资料和认识，不断调整原有的工作布署，防止生搬硬套已有的经验或规范，是应用类比法做好地质工作的必要前提。

【勘探剖面精度分析法】　确定或检查勘探网度的一种方法，是在矿床勘探过程中，利用已完成的勘探工程资料所编制的各个勘探剖面，综合分析其反映的矿床构造、矿体形态和产状，以及不同质量和类型矿石的分布情况，特别着重研究各工程之间矿体连接和圈定的精确程度，检查原定勘探网度是否适当，为进一步的勘探或同一矿床其他地段的勘探，为确定合理的勘探网度提供参考。它一般与稀空法结合应用。

【稀空法】　按照一定的规则放稀勘探网度或采样间距，分析、对比放稀前后的资料成果，从中选择合理勘探网度和采样间距的方法，称稀空法。它在实质上也是类比法的具 体运用，所获结果一般只能供同一矿床的其他地段或特点类似的矿床在确定勘探网度或采样间距时的参考。其大致过程如下：选择矿床中有代表性的地段，以较密的间

距进行勘探或采样，根据所获得的全部资料圈定矿体、计算平均品位或矿产储量，然后按相同间距将勘探工程密度或采样间距依次放稀到$\frac{1}{2}$、$\frac{1}{3}$、$\frac{1}{4}$……，再分别圈定矿体、计算平均品位或矿产储量。分析、对比不同间距所确定的矿体界线、平均品位或矿产储量及它们之间的误差大小，从中选定误差不超过矿山设计要求的合理勘探网度或采样间距。

【探采资料对比法】　简称探采对比法，是一种研究勘探方法、验证勘探网度和检查勘探程度的一种方法。对比的依据是矿山开采的实际结果与开采前相同地段的勘探资料。对比、分析的内容有矿体的形态，规模、产状及矿产的质和量等方面。对比的结果，还可供类似矿床确定勘探网度和勘探程度时的参考。

【数理统计分析法】　mathematic statistical method　在矿床勘探中，用数理统计的原理研究勘探网度的一种方法。它在研究矿体形态和品位变化程度的基础上，根据预期探明储量的精度要求（即允许误差），计算出在一定的勘探地段面积内所需要的勘探工

$$n = \frac{V_x}{P^2}，或\ s = S\frac{P^2}{V_x^2}$$

程数量，或每个勘探工程所控制的矿体面积。其计算式为：式中 n 为在一定勘探地段面积内所需要的勘探工程数量，s 为每个勘探工程所控制的矿体面积，s 为已知矿化范围或选定的勘探地段的面积，e 为储量的相对允许误差，Vx 为勘探地段内矿体厚度或品位的变化系数。这种方法实质上也是类比法的运用，必须拥有足够的工程资料作计算依据，其结果一般只能供类似矿床勘探时的参考。

【勘探程度】　degree of explora－ tion　矿床地质勘探程度的简称，是指矿山建设前，对整个矿床（或矿区）的地质和技术特点研究的详细程度，主要由以下几方面因素构成：①对矿床地质构造、矿体分布规律和对矿山建设有决定意义的主要矿体的形态、产状、分布范围及内部结构的研究和控制程度；②对矿产的物质成分、工业加工的技术性能及各种可供综合开发利用的共生矿产和伴生有用组分的查明情况；③对矿区水文地质条件和开采技术条件的研究程度。上述诸因素综合表现为已探明的矿产储量总量，及其中不同精度（或可靠程度）储量的比例和分布情况（包括勘探深度）。它从总体上反映了矿床勘探工作的地质和经济效果。合理的勘探程度，决定于国家对此类旷产的急需程度，矿山建设和生产的要求，矿床（区）地质构造的复杂程度及矿区自然经济地理条件等。在保证各项地质勘探工作质量的前提下，既要满足矿山设计对地质资料和矿产储量的需要，又不能把矿山建设和 生产过程中要做的探矿和研究工作提早到地质勘探时期进行，通常必须按照国家的有关规定，实行地质勘探—矿山设计—基建（生产）的三结合，共同研究商定。

【勘探深度】 depth of exploration 指经过矿床勘探工作所探明的矿产 储量，主要是提供矿山建设作依据的工业储量的分布深度，是衡量矿床勘探程度的因素之一。例如，勘探深度300米，是指被探明的工业储量分布在矿体露头或盲矿体的顶界到地下垂深300米的范围之内。合理的勘探深度，决定于工业部门对这类矿产的需要情况，当前的开采技术和经济水平，未来矿山生产的规模、服务年限和逐年开采的下降深度以及矿床的地质和技术特点等。一般对矿体延深不大的工业矿床，最好一次勘探完毕。矿体延深很大的矿床，勘探深度应与未来矿山的首期开采深度一致，在此深度以下，可打少量深孔控制其远景，为矿山总体规划提供资料。

【勘探成本】 cost of exploration 是衡量矿床勘探经济效果的一般指标，通常指单位勘探投资所探明的储量和单位储量所需要的勘探投资两个方面。前者指平均每元勘探费用能探明多少储量（$\frac{\text{探明的总储量}}{\text{勘探总投资}}$）；后者指每探明一吨储量平均需要多少勘探费用（$\frac{\text{勘探总投资}}{\text{探明的总储量}}$）。由于不同矿床的规模、地质复杂程度：矿产本身的工业价值以及勘探程度的要求都不同，所以上述两种指标只能在一定程度上反映矿床勘探的经济效果。

【见矿率】 全称勘探工程见矿率，指勘探矿区内已经完成的勘探工程中，打到矿体的工程数量与全部工程数量的百分比。例如，某矿区全部完工的钻孔为100个，其中见矿的钻孔有90个，则此矿区的见矿率为90%。见矿率可作为评定和分析勘探工作效果时的参考。

【勘探精度】 是指通过矿床勘探工作所获得的资料（如矿床地质构造、矿体形态、产状、厚度、品位、储量等）与实际情况的差异程度。差异越大，精度越低；反之，精度越高。勘探精度一方面决定于矿床地质构造的复杂程度，特别是矿体各种特征的变化程度；另一方面，决定于勘探方法和手段的布署是否合理，对矿床地质构造研究的深入程度，探矿工程及各项工作的质量，以及勘探工作的详细程度等。

【矿床评价】 evaluation of depo - sits 矿产普查和勘探的一项重要内容，是为了确定矿床的工业利用价值而进行的地质与技术经济的综合分析工作。一个矿床从发现到勘探，直至矿山建成投产，都是对其不断深入认识和评价的过程。由于各阶段对矿床的研究程度及获得资料的完备程度不同，因而评价结论的可靠程度和成果的用途也不同。据此，一般可分矿床远景评价、工业评价等。决定矿床工业价值的主要因素有矿床规模、矿产质量、开采利用的技术条件，以及矿区的自然经济情况和国家的需要等。

【矿床综合评价】 指对矿床中主要矿种进行研究和评价的同时，相应查明邻近部位的共生矿产或矿体中的伴生有用组分，为综合开发和综合利用矿产资源提供储量和地质资料。实行综合评价，不仅可以提高矿产地质勘探工作的成效，避免重复工作所产生的浪费，而且可以提高矿产的工业价值，为充分合理地开发和利用矿产资源，提供地质依据。此外，对于某些具有多种用途的矿产，按不同工业要求所进行的研究和评价工作，也称矿床综合评价。例如，按照压电水晶、光学水晶、熔炼水晶或工艺水晶的要求，对水晶矿床所进行的综合评价等。

【矿床工业评价】 industrial（com - mercial）evaluation of mineral de - posit 通过对矿床的详细勘探，在查明矿产的质和量、开采利用条件的基础上，围绕未来矿山的生产规模、产品方案、开采开拓方案、总体布置及远景规划等主要问题，由矿山设计、矿山建设（生产）和地质部门共同进行地质及技术的综合分析、规划比较、经济核算等方面的工作，称矿床工业评价。其任务是为选定合理的设计方案提供依据。

【矿区自然地理经济条件】 评价矿床时需要研究的一项内容，是指矿区的地理位置、交通运输、地形、气候、燃料和动力来源、辅助原料矿产及建筑材料的来源、坑木供应、工业及生活水源、工农业生产及劳动力情况等。上述条件，部分可随国家和地区的建设，逐步得到改善。

【矿床开采技术条件】 评价矿床时的一项重要研究内容，是指决定或影响开采方法和技术措施的各种地质及技术因素。它包括矿体的规模、数量、产状、形状、埋藏深度及分布的集中程度，矿石和顶、底板围岩的机械物理性质（如岩、矿石的块度、硬度、体重、抗压强度、抗拉强度、抗剪强度、松散系数、含泥量和结块性、自然安息角及矿粉比例等），破碎带、断层、节理裂隙的发育程度，对生产和人体有害的物质（如游离二氧化硅）及有害气体的含量，等等。

【矿石加工技术条件】 评价矿床时的一项重要研究内容，是指与矿石加工利用的方法、步骤、工艺流程和技术经济效果有关的矿石性质和特点，如矿石的矿物成分和物理性质、有用及有害组分的含量及变化情况、矿石的结构构造，以及各种类型或品级矿石的分布情况等。

【矿区水文地质条件】 评价矿床时的一项重要研究内容，是指与矿床开采时的防水、排水、供水措施有关的地下水的赋存条件和活动情况，如断层、裂隙、岩溶的分布和发育程度，含水层的性质、层数、厚度、水质、水量、分布范围、补给和排泄条件、与地表水的联系，等等。

取 样

【取样】 sampling 地质工作中的取样，是指按一定的要求，对地质体或有关其他自然产物进行样品或标本的采集及分析研究工作。其目的是通过对样品或标本的分析研究，为解决地质、矿产和工程技术等问题，提供必要的数据或资料。取样的对象有岩体、地层、矿体、油（气）层，土壤及各种松散沉积物、地表水及地下水、植物、空气，以及采矿和选冶产品，等等。它包括样品的采集、加工和分析研究等全部过程。有时，也把取样称为采样，但仅指样品的采集和加工，不包括对样品的分析研究。

【采样】 sampling 地质工作中，常把各类样品的采集和加工，称作采样。详见“取样”。

【矿产取样】 ore sampling 按一定的规格或要求，从矿体、围岩和矿山生产的产品（如原矿、精矿、尾矿、矿渣等）中，采集一定数量的样品，通过分析、试验、鉴定，研究矿产的质量、矿石和围岩的物理和化学性质、矿石加工技术性能、矿床的开采技术条件等，为矿床评价、计算储量以及解决有关地质、采矿、选冶和矿产综合利用等方面的问题，提供资料依据。这种专门性的取样工作，称矿产取样。

【岩矿鉴定取样】 地质工作中的一类取样工作，即采集岩石或矿石（包括自然重砂和人工重砂）的标本，通过矿物学、岩石学和矿相学的方法，研究其矿物成分、含量、粒度、结构构造及次生变化等，为确定岩石或矿石的种类，分析地质构造，推断矿床生成地质条件，了解矿石的加工技术性能，划分矿石类型等，提供资料依据。部分矿产，还借助岩矿鉴定取样，测定与矿产质量和加工利用有关的矿物或矿石的技术物理性能，如矿物的晶形、硬度、磁性、导电性等。

【化学取样】 为测定物质的化学成分及其含量而进行的取样工作。在固体矿产地质勘探工作中，化学取样的对象主要是与矿产有关的各种岩石、矿体及其周岩、矿山生产的原矿、精矿、尾矿、矿渣等。通过样品的化学分析，为寻找矿床，确定矿产的有益及有害组分，圈定矿体和计算储量，以及为解决有关地质构造、矿山开采和矿石加工等问题，提供资料依据。

【加工技术取样】 全称矿产加工技术取样，又称工艺取样。指为了研究矿产的加工技术性能，确定矿产的选矿、冶炼或其他加工方法、生产过程和合理的技术经济指标等，而对矿床进行的取样工作。不同种类或用途的矿产，加工技术取样的任务和研究内容也不同。对绝大多数金属矿产和部分非金属矿产，主要是确定矿石的可选性及选矿方法。其中一部分矿石还需要研究冶炼性能或其他加工性能。对绝大部分非金属矿产，则必须采用各种专门的试验方法或测试手段，查明与矿产工业用途有关的技术和物理性能。

【工艺取样】　即“加工技术取样”。

【技术取样】　又称物理取样。指为了研究旷产和岩石的技术物理性质而进行的取样工作。其具体任务是：①对一部分借助化学取样还不足以确定质量的矿产，主要是测定与矿产用途有关的物理和技术性质，例如石棉的含棉率、纤维长度、抗张强度和耐热性等；云母片的大小、剥分性、绝缘性、耐酸性等；建筑石材的孔隙度、吸水率、抗压强度、抗冻性、耐磨性等；宝石的晶体大小、晶形、颜色等；耐火粘土的耐火度；等等，从而为矿床评价，确定矿产的质量和工业用途，提供资料依据。②对一般矿产，主要是测定矿石和围岩的物理机械性质，如矿石的体重和湿度，矿石和围岩的松散系数、坚固性、抗压强度、裂隙性等，从而为矿产储量计算和矿山设计提供必要的参数和资料。为后一目的而进行的技术取样，我国又常称矿床开采技术取样。

【矿床开采技术取样】　为测定矿石及围岩的物理和机械性质，获取矿产储量计算及矿山建设设计所需资料而进行的技术取样工作，在我国常称矿床开采技术取样。详见“技术取样”。

【矿石湿度】　ore dampness　指在自然状态下，单位重量矿石中所含的水分，以含水量与湿矿石的重量百分比表示。矿床勘探时测定矿石湿度的目的，是由于化学分析所测定的品位，只反映矿样烘干后的干矿石品位，不代表自然状态下湿矿石的品位。特别在矿石松散、裂隙发育、潮湿多雨的矿区，两者差别更大。所以，通常需要在不同的季节和深度，在固定地点进行湿度测定，再用湿度将干矿石品位换算为湿矿石的品位，以保证有用组分储量的计算结果能正确反映矿床的实际情况。此外，在矿山设计时，为解决矿石运输和贮存等问题，也需要矿石湿度的资料。

【矿石体重】　specific gravity of ores　又称矿石容重，指自然状态下单位体积矿石的重量，以矿石重量与其体积之比表示。矿床勘探时测定矿石体重的目的，是为计算矿产储量提供数据。按测定的方法，可分为小体重和大体重。前者是按阿基米德原理，以小块矿石用封蜡排水的方法进行测定。它不包括矿石中较大的裂隙，因而可视为矿石的比重。后者是以凿岩爆破的方法，在现场测定爆破后的空间体积和矿石重量来确定，它基本上代表了矿石的自然状态。实际工作中，通常以小体重测定为主，用少量大体重进行检查。当两者差别较大时，则以大体重修正小体重，然后再用于储量计算。

【小体重】　矿石小体重的简称，详见“矿石体重”。

【大体重】　矿石大体重的简称，详见“矿石体重”。

【矿样】　ore samples　为了研究矿产的质量，从矿体或已采下的矿石中所采集的，少量有代表性的矿石样品。

【大样】　为了研究矿石的加工技术性能（即加工技术取样）而采集的试验样品，其重量有时可达数吨、数十吨甚至更大，故习惯称大样。

【样品代表性】　通过样品所查明的有关地质或矿产情况，与取样对象实际特点之间的差异程度，称样品代表性。差异越小，越能正确反映取样对象的实际特点，则样品的代表性越大。它对取样工作的质量有重要意义。由于任何地质体（包括矿床或矿体）都不是均质的，因而个别样品的代表性也是有限的。为了从总体上反映一个地质体的特

点，就必须均匀地从中采集一定数量的样品。样品代表性一方面取决于取样对象的变化情况，例如有用组分在矿体中的分布均匀程度；同时还决定于样品的数量和分布情况，以及采样方法的选择等。

【有用组分】　useful constituent（composition）　也为有益组分。指在目前的技术和经济条件下，矿产中可以被工业利用的成分。它是评定矿产质量的主要标志之一。按其含量和工业意义，可分为主要有用组分和伴生有用组分。

【有益组分】　参见“有用组分”。

【伴生有用组分】　又称伴生有益组分。指矿产中与主要有用组分相伴生的其他有用组分。它既包括在加工利用或开采过程中可以综合回收的有用组分，又指加工利用时虽不能单独回收，但进入产品并对产品质量有利的成分。前者如某些铁矿石所含有的钴、镍、铜、钼等，当其达到一定含量并在加工时可以被综合回收时，这些成分便称为铁矿的伴生有用组分；后者如含锰的铁矿石，虽然在生产时不单独回收锰，但锰在钢铁中能增强产品的硬度、延展性、韧性和抗磨能力，所以也属于铁矿的伴生有用成分。含有伴生有用组分的矿床，不仅提高了其工业利用的价值，而且在评价时可以适当降低对主要有用组分的含量要求，从而扩大了工业矿石的储量。因此，注意查明伴生有用组分的种类、含量及赋存状态，对矿床进行综合评价，对于提高地质勘探工作的成效，合理、充分地开发和利用矿产资源，有重要意义。

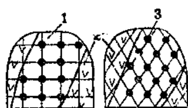
【有害组分】　harmful constituent（composition）　指矿产中对加工生产过程或产品质量起不良影响的组分。它是评定矿产质量的又一重要指标。例如，在直接入炉的富铁矿石中如果含有一定的硫、磷、砷，便会降低钢铁产品的强度，使其在高温或冷却时变脆。要排除它们，则须增加燃料和熔剂的消耗，并降低生产效率，所以是铁矿的有害组分。因此在工业部门对矿产的工业指标中，要求有害组分最大平均含量不得超过一定的限度。但是，有害组分与有用组分之间也是相对的，当其达到一定的含量并在生产技术上可以被综合回收时，则便转变为有用组分。例如，铁矿石含有少量的锡，就能降低钢铁的强度，是有害组分；但当其超过一定的含量（如大于千分之几），并在技术上可以回收，经济上又合理的时候，锡便成为伴生有用组分。

【坑探采样】　指在坑探工程（包括浅井、探槽、穿脉、沿脉、斜井等）中，对揭露出的矿体和围岩进行样品的采集工作。在坑探工程中的采样方法有拣块法、攫取法、方格法、刻槽法、打眼法、剥层法、全巷法等。

【拣块法】　又称拣块采样，是对天然露头或在坑探工程中采集样品，即敲打或拣取一定大小和数量的矿石（或岩石）作为样品的采样方法。但在实际工作中，常把这种方法同按一定的网距对矿石堆（或废石堆）进行采样的攫取法，一起合称为拣块法。参见“攫取法”。

【攫取法】 grab method 一种从采下的矿石（或废石）堆中采集样品的方法。它一般是在矿山生产及矿石运输的过程中，用来采集检查矿石质量或矿石贫化率所需要的样品。为了保证样品的代表性，避免人为因素的影响，采样时要求按一定的间距，均匀地从矿石（或废石）堆或装运矿石的矿车、船舱、皮带输送机上拣取一定数量和大小一致的碎块，然后合并成一个样品。

【方格法】 一种对天然矿体露头或在坑探工程中采集样品的方法。为保证样品的代表性，采样时一般在矿体的出露部分划上网格或铺以绳网，然后按相同的网距，均匀地凿取一定数量和大小一致的矿石块，将其合并成一个样品。方格法通常只用于矿化比较均匀、矿体厚度较大的矿床。



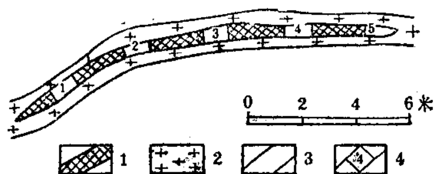
掌子面上用方格法
采样示意图
1.矿体；2.围岩；
3.采样点

【刻槽法】 channel method 又称刻槽采样，一种对天然露头或在坑探工程中常用的采样方法。一般是沿矿体的厚度方向或矿产质量变化最大的方向，按一定的规格刻凿一条长槽，收集从中凿下的全部矿石碎块作为样品。它适用于各种类型的固体矿产，在矿产地质工作的各个阶段和生产矿山中都应用很广。但人工刻槽的效率低，粉尘对人体有害，目前正在试验以机械刻槽代替人工刻槽。

【刻线法】 又称简易刻槽法，一种对天然露头或在坑探工程中采集样品的方法。它一般是沿矿体的厚度或矿化变化最大的方向，刻凿一条连续的或规则断续的窄而浅的槽子，收集凿下的全部矿石碎块作为样品。刻线法与刻槽法比较是操作简便，效率较高，对一些矿化比较均匀的矿床，可以用来代替刻槽法采样。在矿点检查和评价的过程中，刻线法应用较广。用凿岩机进行采样的刻线法，则称“犁沟法”。

【简易刻槽法】 即“刻线法”。

【犁沟法】 用凿岩机以刻线法进行采样的方法，称犁沟法。详见“刻线法”。



对伟晶岩脉用剥层法采样示意图
1. 矿化伟晶岩脉；2. 花岗岩；
3. 探槽底界；4. 剥层样及编号

【剥层法】 一种在坑探工程中采集样品的方法。它沿矿体的整个出露部分，连续或间隔地均匀凿下一薄层矿石作为样品。剥层法一般只用于矿化极不均匀，有用矿物颗粒粗大，用其他采样方法不能获得可靠结果的矿床；或用其他采样方法不能得到足够重量样品的薄矿体；以及用来检查其他采样方法的可靠程度。

【打眼法】 blasthole sampling 又称炮眼法，一种在坑探工程中的采样方法。是在坑道掘进的过程中，同时收集钻凿炮眼所产生的岩屑和岩粉作为样品。其优点是效率高，样品颗粒细，对尚未被坑道揭露的某些部分可进行采样，节约了采样和样品加工时的人力和物力消耗。但缺点是往往不能按勘探要求的方向进行采样。打眼法一般只在开发勘探阶段，用于厚度较大、矿化均匀的矿体。

【全巷法】 一种在坑探工程中的采样方法。其特点是当坑道在矿体中掘进时，随即把一定长度坑道内挖掘出的矿石全部作为样品（或者就地缩减后，取其中的一部分），故名全巷法。这种方法取得的样品重量大，运输和加工都很繁重，一般只在下列情况下采用：①用别的采样方法不能得到为确定矿产质量或矿石品位所需样品的矿床，如云母、石棉、水晶、光学原料、金刚石和部分金、铂等矿床；②研究矿产的选矿、冶炼或其他加工技术性能而需要大量的样品；③检查其他采样方法的可靠程度。

【钻探采样】 指从钻探获得的岩（矿）心或岩（矿）粉、岩（矿）屑中采集样品的工作。按钻进的方式，钻探采样可分为岩心钻探采样、冲击钻探采样、冲击迴转钻探采样等。在固体矿产的地质勘探工作中，以岩心钻探采样最广。

【岩（矿）心采样】 drill – core samp – ling 又称岩心钻探采样，是以钻探获得的岩心或矿心为对象所进行的采样工作。它一般用人工或机械的方法，按一定的采样长度，沿岩（矿）心长轴将其劈成两半或四份，然后取其中的一半或四分之一作为样品。决定岩（矿）心采样质量的前提是岩（矿）心采取率的高低，如果确属地质条件使岩（矿）心采取率满足不了采样的要求时，或者因为组成的矿物软硬不一而造成选择性的磨损，使岩（矿）心中的有用矿物发生富集或贫化时，则必须在进行岩（矿）心采样的同时，收集同一孔段的岩（矿）粉，以便用两者的分析结果来确定该处的矿石品位。随着小口径钻的推广应用和分析技术的发展，岩（矿）心采样的方法也逐渐随之改进，例如试用电钻沿岩（矿）心中心轴钻取粉末作为样品，以代替劈取岩（矿）心的采样方法等。

【岩心钻探采样】 即“岩（矿）心采样”。

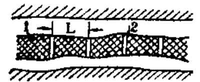
【岩心劈开机】 在岩（矿）心采样时，用来劈切岩（矿）心的一种机械装置。它由座架、上下切刀，以及与上切刀连接的螺杆和转动手轮等部分组成。使用时，通过手轮和螺杆将岩（矿）心夹紧在上、下切刀之间，然后用铁锤打击螺杆顶端，使岩（矿）心顺预定方向劈开。

【砂矿取样】 placer sampling 为查明砂矿床中有用矿物（或有用组分）的含量及其回收性能而进行的工作。它与一般矿产取样工作相比较，具有以下 特点：①矿石是由粗细不一的松散沉积物（或坡、残积物）所组成，其中有用矿物的含量变化比较大，相应要求原始样品的体积或重量也较大。采样时一般需用较大直径的钻孔或大断面的样槽，甚至用剥层法或全巷法采集样品。对湖泊、河床等水下砂矿，要用特殊的采样工具，如用带有挖掘机械的木筏或船只进行采样；②原始样品的处理方法，是经过淘洗获取重矿物精矿，然后再送交分析；③分析时，主要是用重砂分析的方法确定有用矿物（或有用组分）的含量，化学分析只作为辅助手段。

【采样长度】 length of sampling 又称样品长度，是指矿产取样时，每个样品沿矿体厚度或矿化变化最大方向的实际长度。例如用刻槽法采样，即为每个样品所占有的样槽长度；钻探采样时，即为每个样品所占有的钻孔实际进尺。采样长度决定于矿化的均匀程度、矿体厚度和工业部门对矿体最小可采厚度及夹石剔除厚度的指标要求。中等厚度以上的矿体，一般都必须按规定采样长度，沿厚度或矿化变化最大方向，分别连续采样。

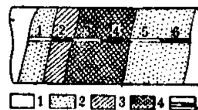
【样品长度】 length of sample 即“采样长度”。

【采样间距】 sampling interval 指沿矿体的走向或倾斜方向，两相邻样品之间的距离。例如，在沿脉坑道中的顶板或一壁用刻槽法采样时，即为相邻样槽之间的距离（见图）；在掌子面上用刻槽法或方格法、剥层法采样时，则为相邻两掌子面间的距离。采样间距决定于矿化的均匀程度、矿体厚度的变化程度、取样的目的以及工作的详细程度要求等。



沿脉坑道顶板采样间距示意图
1. 矿体；2. 样槽
L. 采样间距

【分段采样】 当矿体出现不同矿化特点的带状构造时，为了分别查明各带矿石的质量和变化情况，必须对各带矿石单独采样和分析。这种采样工作，称分段采样。另外，当矿体中有用矿物呈浸染状分布，矿体与围岩无明显的界线时，或者当矿体的厚度较大时，也必须按一定的采样长度进行分段采样，以便根据样品分析结果确定工业矿体界线或了解矿石质量沿矿体厚度方向的变化情况。



分段采样示意图
1. 围岩；2. 浸染状矿石；3. 稠密浸染状矿石；4. 致密状矿石；5. 样槽

【样品加工】 sample preparation 为了满足化学分析或其他试验对样品最终重量和颗粒大小的要求，必须对各种方法所取得的原始样品进行破碎、过筛、混匀和缩减工作。这种工作，称样品加工。例如，送交化学分析的样品，最终重量一般只需要几百克，其中颗粒的最大直径不超过零点几毫米。但原始样品不仅重量大，而且颗粒粗细不一，各种矿物分布又不均匀。所以，为了满足化学分析的要求，必须事先对样品进行加工处理。

【样品缩分】 sample splitting 样品加工的步骤之一，是按一定的要求，将破碎到一定颗粒直径的样品，分为若干份具有同等代表性的样品，或在加工、破碎以前对原始样品进行缩减的操作过程。样品缩分的目的，是在保证样品代表性的前提下，减少后

续破碎的工作量或原始样品的运输量，加快样品的加工速度。样品每进行一次缩分前，均需将样品充分混匀。缩分后所得样品的重量，必须大于当时颗粒直径情况下所要求的样品最小可靠重量。

【缩减误差】 指缩分后样品中有用组分的含量与加工前原始样品中有用组分实际含量之间的偏差。它是影响取样工作成果质量的因素之一。其大小，一方面决定于样品的颗粒直径和有用矿物的分布均匀程度，另一方面则取决于样品的加工流程和操作情况。

【分样器】 sample－splitter 在样品加工过程中，用来缩分样品的器具。其类型有漏斗式、流槽式等，基本上都是以四分法的原理，使样品通过分样器后被均匀地分成两份。在选矿试验中，还有一种按需要可将样品分为任意等份的分样器。

【四分法】 quartering 在样品加工过程中采用的一种缩分样品的方法，其过程是将破碎、混匀后的样品堆成圆锥状，然后用特制的十字形架将其分为四个等份，取其中两个对角部分留作以后继续加工，其余部分抛弃或作他用。

【样品可靠重量】 又称样品最小可靠重量，指在一定条件下，为了保证样品的代表性，即正确反映采样对象实际情况所需要的样品最小重量。在样品加工过程中，它是制定样品加工流程的依据，使加工、缩分之后的样品与加工之前的原始样品在化学成分上保持一致，以保证取样工作的质量和地质成果的准确可靠。此外，为了使原始样品具有足够的代表性，也必须根据样品可靠重量的要求，选择能获得必要重量样品的采样方法。矿化越不均匀，样品颗粒越粗，需要的样品可靠重量越大，实际工作中，可参照有关经验公式确定。

【样品加工公式】 是指样品加工时用来确定样品可靠重量和制定合理样品加工流程的各种经验公式。类似的经验公式有若干种，其中应用最广的是戴蒙德哈里费达里公式和切乔特公式。

【戴蒙德—哈里费达里公式】 在样品加工时，用以确定样品可靠重量的一种经验公式，表示为：$Q=Kd^a$。式中 Q 为样品可靠重量；K 为经试验确定的系数，决定于矿化的均匀程度；α 为校正样品重量与颗粒直径关系的指数，决定于样品中矿物颗粒的大小、相互关系及机械 性质，经试验一般介于 1. 5—2. 7；指样品颗粒直径。由于公式的指数 α 是分数，实际应用时比较繁琐，因而有人将其制成对数图表，以便根据图表就可以很快地确定在任意样品颗粒直径下所需要的可靠重量。这种公式一般只有在原始样品的重量和颗粒直径都很大的情况下才被采用。

【切乔特公式】 在样品加工时，用以确定样品可靠重量的一种经验公式，表示为：$Q=Kd^2$。式中 Q 为样品可靠重量；K 为样品加工系数，决定于矿石的性质和矿化的均匀程度，经试验一般介于 0. 05 至 1. 0 之间；d 为样品的最大颗粒直径。公式说明，样品的可靠重量与其中的最大颗粒直径平方成正比。矿化越不均匀，样品的颗粒越粗，则要求的可靠重量越大。切乔特公式是戴蒙德－哈里费达里公式 $Q=Kd^a$ 的简化，由于它计算及应用简便，并能保证样品加工所必要的精度，故在地质工作中被广泛采用。

【样品加工流程】 cxema 又称样品加工程序。是为了正确进行样品的加工 工作，保证各个加工步骤都能保持原始样品所具有的代表性，以及为了提高加工效率，而按照样品加工公式及实际条件所设计的操作程序和技术要求。

【样品加工程序】 即“ 样品加工流程 ”。

【副样】 经加工最后的样品，一半送作分析或试验；另一半保存，作为检查分析结果和其它研究的备用样品。两者具有同样的代表性，这后一半样品即称副样。

【普通分析】 又称基本分析或简项分析，是为了查明矿产中主要有用组分的含量及其变化情况而进行的样品化学分析。它是矿产地质勘探工作中分析数量最多的一种样品分析工作，其结果是圈定矿体、计算储量、评价矿床的重要资料依据。分析项目则依矿种及矿石类型而定。

【基本分析】 即“ 普通分析 ”。

【组合分析】 是为了研究矿石中的伴生有用组分及有害组分的含量和分布规律而进行的样品化学分析。其项目可根据矿石的光谱全分析结果确定。用作组合分析的矿样，称组合样品，是从同一矿体的普通分析的副样中，按类型相同的矿石，以原来矿样的长度或重量、体积为比例组合而成。其数量决定于矿石类型的多少以及伴生有用组分和有害组分的变化情况。这种从副样中采取组合样品的工作，称样品组合。

【组合样品】 用作组合分析的矿样，称组合样品。详见“ 组合分析 ”。

【样品组合】 从基本分析的副样中采集组合样品的工作，称样品组合。详见“ 组合分析 ”。

【物相分析】 phase amlysis 又称合理分析，指地质勘探工作中，为了划 分矿石自然类型或技术品级而进行的样品化学分析。例如硫化矿床，在矿物鉴定基础上，从不同矿石的分带线附近采集一定数量的样品，通过物相分析确定硫化矿物与氧化矿物的比例，据此划分氧化矿石带、混合矿石带及硫化矿石带的位置，从而为分别计算矿产储量和分别开采、选矿、冶炼提供依据。

【合理分析】 按分析化学，应称作物相分析。详见“ 物相分析 ”。

【样品合并】 为了加快矿床勘探工作的进度，及时取得样品的分析结果，减少分析的工作量，有时可将若干个相邻矿样合在 一起进行分析。这种情况，称样品合并。样品合并一般只在勘探后期或开发勘探阶段，即在矿体的有用组分变化规律已经充分了解而矿样数量很多的情况下，才能进行。不同类型的矿石和用不同方法采取的矿样，应分别合并。

【取样检验】 是为了评定矿产取样结果的可靠程度，而对取样工作的三个基本环节，即样品采取、样品加工及样品分析（或试验）所进行的检查工作。其目的是要发现上述过程可能存在的误差，查明误差的性质和原因，特别是要确定是否存在系统误差，以便及时采取措施，保证取样成果的质量。

【目测品位】 visual estimated grade 又称目估品位，是用肉眼或借助显微镜的观察，通过对矿石中有用矿物含量的估计而确定的矿石品位。它与实际品位之间存在较大的偏差，特别在有用矿物含量低的情况下，其误差更大。因此，目测品位只能粗略说明矿石的质量，而不能作为评价矿床和计算储量的确切依据。

【目估品位】 即“目测品位”。

【品位校正系数】 为了消除化学分析的系统误差对矿产储量计算的影响而采用的一种修正品位的比值，其计算式为：$K=\frac{C_k}{C_o}$。式中 K 为品位校正系数；C_k 为根据检查分析的结果所确定的矿石平均品位；C_o 为根据原有分析结果所确定的矿石平均品位。实际工作中，样品分析如存在系统误差，则据以计算的矿产储量的精度也相应降低，即使用品位校正系数进行校正，也不能真正消除其对储量精度的影响。因此，品位校正系数只能在极个别的情况下，用于矿床的极个别部分。

储量计算

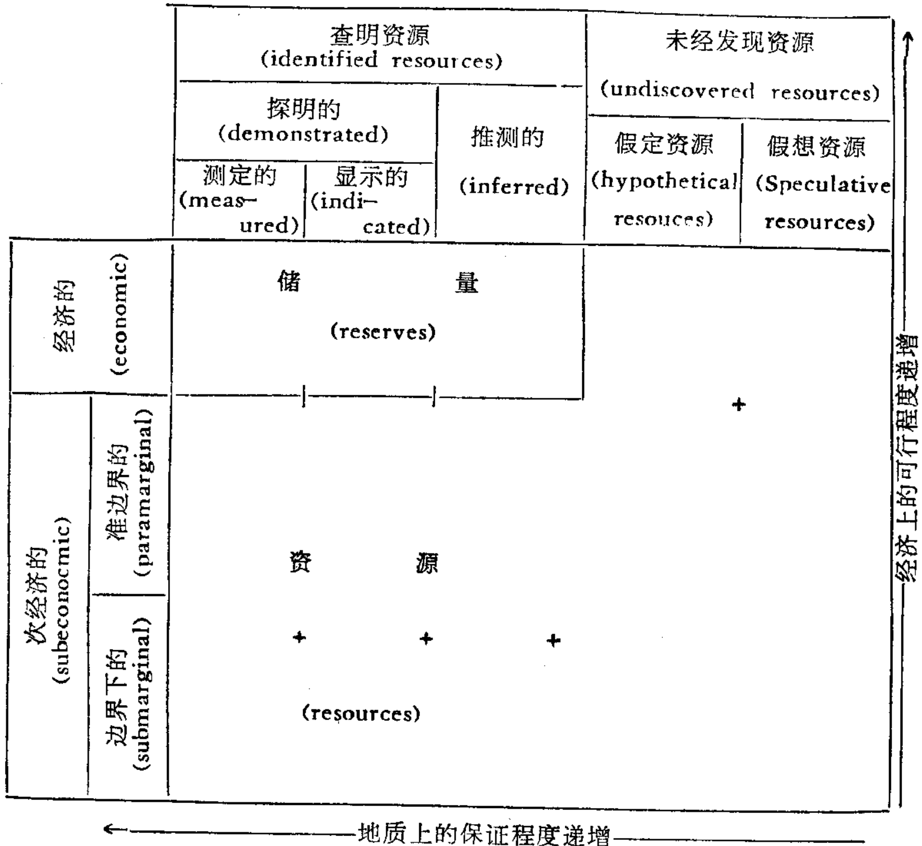
【矿产储量】 mineral reserves 简称储量，矿山部门常称“矿量”，一般即指矿产的蕴藏量。实际工作中，矿产储量的表示方式有矿石储量（简称矿石量）、金属储量（简称金属量）或有用组分储量、有用矿物储量等，多数以重量（吨、公斤、克拉）计，少数以体积（立方米）计。地质勘探时期探明的矿产储量，是矿产地质工作的一项主要成果，也是制定国民经济计划，进行矿山建设的重要依据。它不扣除未来开采和加工时的贫化与损失。

【储量】 reserves 矿产储量的简称，详见“矿产储量”。

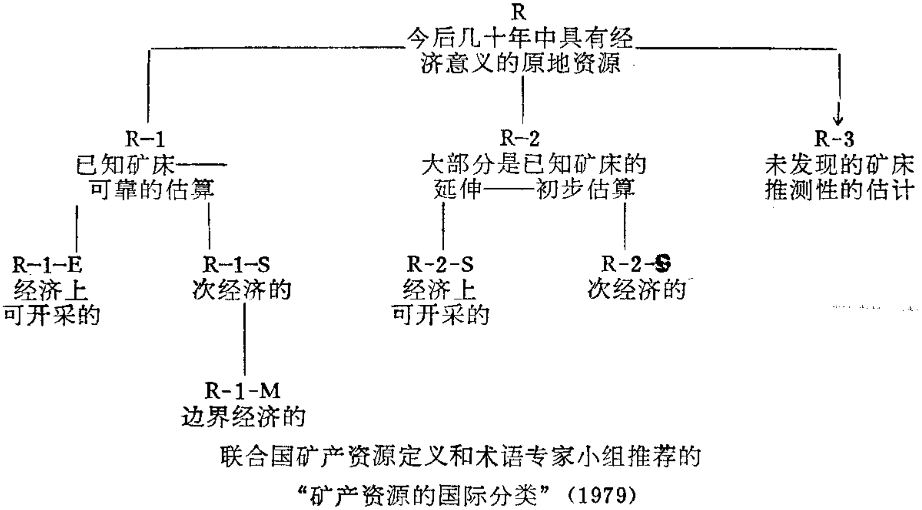
【矿量】 tonnage of ore 矿山部门对矿产储量的简称。详见“矿产储量”。

【矿产资源】 mineral resources 赋存于地壳内部或表面的，呈固态、液态或气态的地质作用产物。它既包括在当前的技术经济条件下可以开发利用的物质，又包括在未来的条件下具有潜在价值的物质。矿产资源与生物资源的区别是其再生的速度很慢或不能再生，因而珍惜和保护矿产资源更为重要。按矿产资源的经济意义及地质工作的研究程度，美国矿务局及地质调查所于 1976 年颁发了“矿产资源分类系统”（见附图）。按这个分类系统，矿产储量只是查明的矿产资源的一部分，即在当前的条件下可以从中经济、合法地开采及提取有用矿产和能源产品的已查明的矿产资源。为了便于国际间的资料交流，更好地从世界范围来了解矿产资源，汇编世界范围的矿产资源资料，提高它们的可比性，联合国矿产资源定义和术语专家小组于 1979 年推荐了一个

“矿产资源的国际分类系统（见42页附图）。这个分类按地质可靠程度，将矿产资源分为三个基本级别：R—1，R—2和R—3。这些级别又进一步划分为若干亚级，在当前社会经济条件下能开采利用的称为E亚级，其他的称S亚级。



美国矿务局及地质调查所颁布的“矿产资源分类系统”（1976）



联合国矿产资源定义和术语专家小组推荐的
“矿产资源的国际分类”(1979)

【查明资源】 identified resources 全称查明的矿产资源，是美国矿务局和地质调查所 1976 年颁发的“矿产资源分类系统”中，按地质工作的研究程度划分出的一类矿产资源，指位置、质量、数量有地质依据的矿产资源。其中经工程测定而证实的那部分，称探明储量或探明资源。参见“矿产资源”、“探明储量”。

【未经发现资源】 undiscovered re sources 全称未经发现的矿产资源，是美国矿务局及地质调查所 1976 年颁发的“矿产资源分类系统”中，按地质工作的研究程度划分的一类矿产资源，指含矿物质尚未确定，而是基于一般的地质理论推测共存在的矿产资源。根据其可靠程度，又分为假定资源和假想资源两类。参见“矿产资源”。

【假定资源】 hypothetical resour ces 全称假定的矿产资源，是美国矿务局及地质调查所 1976 年颁发的“矿产资源分类系统”中的一类矿产资源，从属于未经发 现资源，指在地质条件已经明了的已知开采矿区内，有理由预期其存在，但又尚未发现的矿产资源。这类资源一经勘探工作证实，并查明其质量和数量后，即可划归为矿产储量或查明的次经济矿产资源。参见“矿产资源”。

【假想资源】 speculative resources 全称假想的矿产资源或推测的矿产 资源，是美国矿务局及地质调查所 1976 年颁发的“矿产资源分类系统”中的一类矿产资源，从属于未经发现资源，指在尚未发现矿产的地质条件有利的地区内可能赋存的已知类型矿床中的矿产资源；或有待于认识的未知类型矿床中的矿产资源。这类资源经地质工作证实，并查明其质量和数量后，即可划归储量或查明的次经济资源中的一类。参见“矿产资源”。

【查明的次经济资源】 identified – subeconomic resources 又称暂定资源。美国矿务局及地质调查所 1976 年颁发的“矿产资源分类系统”中的一类矿产资源。这类资源现在不属于储量，但法律和经济条件改变后可以成为储量。按经济的可行程度和法律、政治情况，这类矿产资源又分为准边界的（paramarginal）及边界下的（sub marginal）两个亚类。参见“矿产资源”。

【暂定资源】 conditional resources 即“查明的次经济资源”。

【潜在资源】 potential resources 全称潜在的矿产资源，是美国地质调 查所对次经济资源、假定资源和假想资源的合称。参见“矿产资源”、“查明的次经济资源”、“假定资源”、“假想资源”。

【R一1级】 联合国矿产资源定义和术语专家小组1979年推荐的“矿产资源的国际分类系统”中划分的矿产资源级别之一，是指经过足够详细的检查而确定了每个矿体的产状、规模及矿石质量基本特征的矿床中所拥有的矿产资源。其中与采矿和加工处理有关的主要特征，如矿石品位分布、影响采矿的岩石和矿石的物理性质、矿物情况和有害组分等，主要是通过对矿体的实际揭露和测量，再加上利用地质、地球物理和地球化学资料进行有限外推而查明的，因而估算出的矿产资源数量的可靠程度也比较高，尽管在一些矿床中，其估算误差可达50%。R—1级的矿产资源主要供制定采矿计划之用。按目前条件下开采利用在经济上是否可行，R一1级矿产资源又分为R—1—E亚级——经济上可开采的，和R—1—S亚级——次经济的。而R—1—S亚级中又引出一类R—1—M资源——边界经济的，即由于经济或技术正常的和预期的改变而在最近的将来可以开采的矿产资源。参见“矿产资源”。

【R—2级】 联合国矿产资源定义和术语专家小组1979年推荐的“矿产资 源的国际分类系统”中划分的矿产资源级别之一，是指通过初步估算得到的、与已发现矿床直接毗连的矿产资源。估算的主要依据是通过某些点的观测结果所作出的概略地质判断。其产状、规模、形态等，是根据一般的地质和构造条件，通过与邻近矿床进行类比，以及由某些直接或间接标志的分析推断来了解的。这一级矿产资源所估算的数量，可靠性比R—1级差，误差可能大于50%，主要作制定进一步的勘查计划之用，以期最终将其划归R—1级。按目前条件下开采利用在经济上是否可行，R—2级矿产资源又可分为R—2—E亚级——经济上可开采的，和R—1—S亚级——次经济的。参见“矿产资源”。

【R—3级】 联合国矿产资源定义和术语专家小组1979年推荐的“矿产资 源的国际分类系统”中划分的矿产资源级别之一，是指尚未发现的，但认为是存在于可以发现的已知类型矿床中的矿产资源。估算的主要依据是地质外推、统计类比以及地球物理或地球化学标志，不论其存在或规模都是推测的，在今后几十年内可能被发现，也可能不能发现，只反映一个较长时期内这种矿产的远景或勘查工作的可能打算。参见“矿产资源”。

【E亚级】 联合国矿产资源定义和术语专家小组1979年推荐的“矿产资源 的国际分类系统”所划分的矿产资源级别中的一个亚级，即R—1级和R—2级各自进一步划分出的亚级之一（R—1—E，R—2—E）——经济上可开采的。是指在某一个国家或地区内，在目前的社会经济条件 下用有效的技术可以开采的矿产资源。参见“矿产资源”、“R—1级”、“R—2级”。

【S 亚级】　联合国矿产资源定义和术语专家小组 1979 年推荐的。“矿产资源的国际分类系统”所划分的矿产资源级别中的一个亚级，即 R—1 级和 R—2 级各自进一步划分出的亚级之一（R—1—S，R—2—S）—次经济的。是指目前没有意义但由于今后经济或技术的改变可能成为有意义的矿产资源。参见“矿产资源”、“R—1 级”、”R—2 级”。

【储量计算】　calculation（estimation）of reserves　矿产地质勘探工作的一项重要内容，是根据矿产地质或矿床勘探所获得的矿床（或矿体）资料、数据，运用矿床学的理论及一定的方法，确定矿床（或矿体）各部分有用矿产的数量、质量、空间分布、技术条件及研究精度（或可靠精度）的过程。

【储量计算法】　calculation（estimation）method of reserves　为了便于在计算矿产储量时计算矿体（或其一部分）的体积，通常需要把形状复杂的矿体（或其一部分），变为某种体积与其相同而形状比较规则的几何体。这种人为地简化矿体形状并对其进行计算的方法，称储量计算法。常用的储量计算法有算术平均法、地质块段法、开采块段法、断面法等，应用较少的有等高线法、三角形法、最近地区法、统计法等。

【能利用储量】　是指符合当前的工业技术经济条件，可以被工业开采利用的矿产储量。列入地质勘探统计报表（矿产储量丧）的储量，即为此类储量，故又称丧内储量。它是矿产地质勘探中所要探明的主要储量。

【表内储量】　能利用储量的旧称，全名为矿产储量表内储量，过去还称为平衡表内储量，详见“能利用储量”。

【暂不能利用储量】　又称表外储量，是指不符合当前的工业技术经济条件，暂时不能被开采利用的矿产储量。这类储量不列入地质勘探统计报表（矿产储量表），故又称表外储量。凡由于下列因素之一的，一般都属于暂不能利用储量：有用组分（或有用矿物）的含量低；矿体厚度小；矿山开采技术条件或水文地质条件特别复杂；目前对这类矿产的加工技术方法尚未解决。这类储量只是在探求能利用储量的同时顺便了解，而不须进行专门的勘探工作。

【表外储量】　暂不能利用储量的旧称，全名为矿产储量表外储量，过去还称平衡表外储量，详见“暂不能利用储量”。

【储量级别】　categories of reserves　是由国家有关部门制定的，统一区分和衡量矿产储量精度（或可靠程度）的标准。储量级别划分的目的，是便于正确掌握国家的资源，统一矿产储量的计算、审批、统计和用途，更加经济合理地做好矿产地质勘探工作。它是随采矿工业的发展，矿山建设的规模和投资逐步扩大，对储量可靠性要求不断提高的情况下提出的。储量分级最早出现于英国，经过长期的实践，目前正北美、南美及非洲大多数国家采用的是 1944 年由美国矿务局及地质调查所提出，1976 年又重新修订颁布的分级办法（“矿产资源分类系统”）。它根据矿体的揭露程度，观测点及取样点的密度以及对矿产位置、质量、数量了解的可靠程度，将砂产储量分为测定（measured）储量、显示（indl cated）储量和推测（inferred）储量三级。与此相似，在英国等国家则多年沿用证实（proved）储量、概略（probable）储量及可能（possible）储量

的分级。后面这三个术语，在美国也常被工业生产单位对具体的矿床或矿区进行经济评价时使用。1910 年在国际地质学会第十一次会议上，提出了用数字指数，即 A、B、C 表示铁矿石的各级储量。苏联自 1928 年起，也采用 A、B、C 表示不同的储量级别；以后虽经多次变动，但基本上仍与欧美等国的储量级别相当，只是名称不同而已。1960 年制定的苏联矿产储量分类规范中，除从经济的角度，将矿产储量分为平衡表内与平衡表外两类外，又按勘探和研究的程度，将矿产储量分为详细探明和详细研究（A、B、C_1）的储量，初步评价的储量（C_2）和预测储量三类。我国建国初期，暂时采用了苏联的储量 级别。1959 年，地质部全国矿产储量委员会制定了我国第一个《矿产储量分类暂行规范（总 则）》。它将固体矿产储量分为四类（开采储量、设计储量、远景储量、地质储量）五级（A_1、A_2、B、C_1、C_2）。其中开采储量一般为 A_1 级，设计储量一般为 A_2、B、C_1级，远景储量即为 C_2 级。在一段时期内，这一储量分级对我国地质工作的发展起了一定的 积极作用，但也存在一些问题，已不能适应我国地质勘探和矿山生产建设的实际需要。1964 年后，有关部门曾对上述储量分级进行了多次修订。例如，冶金部在 1965 年颁发和实行了 工业储量和远景储量的两级储量划分办法；煤炭部将煤矿储量分为普查、详查、精查三级；在 1968 年以后的全国矿产储量表中，统一按工业储量和远景储量两级划分方案进行储量统计 ，等等。至 1977 年，又由原国家地质总局和冶金部共同制定了《金属矿床地质勘探规范总 则（试行）》（先在地质总局所属单位试行）；由原国家地质总局、建材总局及石油化工部共同 制定了《非金属矿床地质勘探规范总则（试行）》。上述两个规范，根据对矿体不同部分的研 究或控制程度及相应的工业用途，将固体金属及非金属矿产储量，分为 A、B，C，D 四级，并 对各级储量的条件，提出了相应的要求。

【测定储量】 measured reserves 又称已揭露矿量（developed ore），可见矿量（ore in sight），块段矿量（block – out ore）。南、北美一些国家储量分级中的一个级别，与英国等欧洲国家储量分级中的证实（proved）储量相当，是根据在露头、坑道、钻孔中以相当密的点距进行实际观测、取样所得到的资料，可靠地确定了矿体的大小、形状及矿物含量的基础上而计算的矿产储量。它与实际的误差不超过 20% 。

【证实储量】 proved ore（reserves） 又称保证（as sured）储量。英国等欧洲国家储量分 级中的一个储量级别，与南、北美等国家储量分级中的测定（measured）储量相当，是指被地下采矿工程或钻孔三面圈定（包括坑道及钻孔以外少数有充分地质依据的延伸部分）的，共质和量已经可靠确定了的矿产储量。

【显示储量】　indicated reserves 南、北美一些国家储量分级中的一个储量级别，是指部分根据实际的观测、取样和开采资料，部分根据合理的地质推断所计算的矿产储量。由于观测、取样的点距稀疏或分布不适当，致使这部分储量的矿体规模、形态及品位均未精确地确定。

【概略储量】　probable ore（re serves）　又称半证实（semiproved）储量。英国等欧洲国家储量分级中的一个储量级别，是指分布在已揭露的矿体（块）邻近，其界限范围未确切查明的矿产储量；或者指被稀疏的钻孔所圈定，并证明矿床是连续的那部分矿产储量。

【推测储量】　inferred reserves 南、北美一些国家储量分级中的一个储量级别，是对矿床进行概略地质研究的基础上，通过地质推断或与类似矿床的对比，在观测、取样资料很少的情况下所估计的矿产储量。它还包括那些有充分地质依据，证明其存在的隐伏矿体所拥有的储量。

【可能储量】　possible ore（reser vyes）　又称远景（future）储量及地质（geological）储量。英国等欧洲国家储量分级中的一个储量级别，是根据邻近已知矿体的地质和开采资料，推测可能存在而又来经勘探及开采工程验证的矿产储量。

【开采储量】　1959 年我国地质部全国矿产储量委员会根据地质和矿产的研究程度及相应的工业用途所划分的一类储量，是指在开发勘探阶段由矿山开采部门用开采预备坑道（或钻孔）详细探明的，列入矿山开采计划中的矿产储量。其研究精度相当于当时储量级别中的 A_1 级 。参见“ 储量级别 ”及“ A 级储量 ”。

【设计储量】　1959 年我国地质部全国矿产储量委员会根据地质和矿产的研究程度及相应的工业用途所划分的一类储量，通常是指经过地质勘探工作探明的，可作为矿山建设和投资依据的矿产储量。其研究精度相当于当时储量级别中的 A_2、B、C_1 级。参见“ 储量级别 ”、“ A 级储量 ”、“ B 级储量 ” 及“ C 级储量 ”。

【工业储量】　①1959 年我国地质部全国矿产储量委员会制定的《矿产储量分类暂行规范（总则)》中对开采储量和设计储量的合称。参见“ 储量级别 ”、“ 开采储量 ”，“ 设计储量 ”。②1965 年由冶金部提出，1968 年起在全国矿产储量表中正式采用的一类储量，是指经过地质勘探后求得的主要矿产储量。它相当于 1959 年地质部全国矿产储量委员 会制定的《矿产储量分类暂行规范（总则)》中划分的 C_1 级以上的储量。参见“ 储量级别 ”。③苏联的地质勘探工作中，通常将 A（或 A_1、A_2）、B，C_1 三级储量，合称为工业储 量，也称详细探明和详细研究的储量。参见“ A 级储量 ”、“ B 级储量 ” 和“ C 级储量 ”。

【远景储量】 futurer eserves ①1959 年我国地质部全国矿产储量委员会根据地质和矿产的研究程度及相应用途所划分的一类矿产储量。按精度，即为当时我国储量级别中的 C_2 级储量。因其研究程度较低，一般只能作为矿山远景规划和进一步布置地质 勘探工作的依据，故称远景储量。它具体包括以下几部分：根据地质条件，由 C_1 级以上的 储量地段向外推算的储量；由稀疏的钻孔或少量的坑探工程控制，但研究程度和可靠程度达不到 C_1 级要求的储量；用物、化探方法配合个别钻孔所验证、推算的储量。1965 年由冶金部提出，1968 年起在全国矿产储量表中正式采用的储量分类，其中的远景储量，基本上仍与上述 1959 年分类中的远景储量相当。参见“ 储量级别 ”。②在欧美各国的储量分级中，有时也将可能（possible） 储量称作远景（future） 储量。参见“ 可能储量 ”。

【地质储量】 geological reserves ①1959 年我国地质部全国矿产储量委员会根据地质和矿产的研究程度及相应的用途所划分的一类储量。是指根据区域地质调查、矿床分布规律，或根据区域构造单元，结合已知矿产的成矿地质条件所预测的储量。这类储量的研究程度和可靠程度很低，未经必要的工程验证，一般只能作为进一步安排及规划地质普查工作的依据。参见“ 储量级别 ”。②在矿山设计及生产部门，为区别于生产矿山的三级矿量（又称生产矿量），一般都将矿山建设和生产以前，由地质勘探部门探明的各级矿产储量，统称地质储量。对于在矿山建设及生产过程中发现的新矿体的储量，有时也称地质储量。③欧美各国的储量分级中，有时也将可能（possible） 储量称作地质（geologi cal） 储量。参见“ 可能储量 ”。④苏联的地质勘探工作中，有时把 C_2 级储量也称地质储量，但有时又把根据地质勘探工作查明的矿床的总储量称地质储量。

【预测储量】 ①我国有关部门在一个时期内（1972 年前后），曾把根据区域地质调查、矿床分布规律等资料所预测的矿产储量，称作预测储量。它与 1959 年地质部全国矿产储量委员会储量分类中的地质储量相当。参见“ 地质储量 ”。②在苏联，根据一般的地质情况，在评价矿带，矿田时所估算的储量，也称预测储量。

【探明储量】 demonstrated reserves①通常是指经过一定的地质勘探工作而了解、掌握的矿产储量，以区别于未经任何调查或仅依据一般地质条件预测的，其质和量、赋存状态及开采利用条件均不明的矿产资源。探明储量是进行矿山建设、制定国民经济计划、合理规划工农业布局的重要依据之一。②在欧美各国，探明储量是对测定（measured） 储量及显示（indi cared） 储量的合称，即二者之和为探明（demonstrated） 储量。这部分矿产的位置、质量、数量及其地质依据是经实际观测确定的。参见“ 测定储量 ”、“ 显示储量 ”。

【A 级储量】 衡量和区别储量精度（或可靠程度） 的一个级别，最早于 1910 年在国际地质学会第十一次会议上提出，以表示根据精确资料能可靠计算出矿床规模的铁矿石储量。后来在苏联，A 级储量一直被用来表示勘探程度相当高，可作为矿山开采计划依据的矿产储量，并在很长时期内还分为 A_1 及 A_2 两级。1959 年我国地质部全国矿产储量委员会公布的储量级别中，也有 A_1、A_2 两级之分。其中 A_1 级是在开发勘探阶段由矿山部门用预备坑道或钻孔圈定的，可作为编制矿山开采计划依据的矿产储量，A_2

级是经过详细勘探探明、研究程度相当高、可作为矿山设计和投资依据的矿产储量。1977 年由原国家地质总局及冶金部共同制定的《金属矿床地质勘探规范总则（试行）》和由原国家地质总局，建材总局及石油化工部共同制定的《非金属矿床地质勘探规范总则（试行）》两个文件所公布的储量级别中，A 级储量是指由生产部门探求的，其矿体形状、产状、空间位置及矿石的自然类型和品级等均已准确控制或完全确定，可作为矿山编制采掘计划依据的矿产储量。参见“ 储量级别 ”。

【A_1 级储量】　根据探明储量的精度（或可靠程度）而划分的储量级别之一。详见“ A 级储量 ”。

【A_2 级储量】　A_2 根据探明储量的精度（或可靠程度）而划分的储量级别之一。详见“ A 级储量 ”。

【B 级储量】　衡量和区别储量精度（或可靠程度）的一个级别，最早于 1910 年在国际地质学会第十一次会议上提出，用以表示只能极近似地测定矿床规模而求得的铁矿石储量。后来在苏联，一直被用夹表示勘探程度比较高的矿产储量。1959 年我国地质部全国矿产储量委员会公布的储量级别中，B 级储量是指经过详细勘探，其地质构造、矿产质量以及矿山开采技术条件和水文地质条件已经查明或基本查明，可作为矿山企业设计和投资依据的矿产储量。1977 年由原国家地质总局及冶金部共同制定的《金属矿床地质勘探规范总则（试行）》和由原国家地质总局、建材总局及石油化工部共同制定的《非金属矿床地质勘探规范总则（试行）》两个文件所公布的储量级别中，B 级储量是指在 C 级储量分布地段工作的基础上，详细控制矿体的构造、形状、产状及空间位置，对矿石类型、品级的种类及其比例和变化规律已经确定的矿产储量；也是在地质勘探阶段探求的高级储量。它一般应分布在矿山初期开采地段，并可起到验证 C 级储量的作用。参见“ 储量级别 ”。

【C 级储量】　衡量和区别储量精度（或可靠程度）的一个级别，最早于 1910 年在国际地质学会第十一次会议上提出，用以代表不可能用数字表示的铁矿床储量，后来在苏联一直用来表示勘探程度较低的矿产储量，并进一步分为 C_1 和 C_2 两级。1959 年我国地质部全国矿产储量委员会公布的储量级别中，也有 C_1 和 C_2 级储量之分。其中 C_1 级储量是指经过初步勘探，对矿体的构造及产状、矿石质量、开采技术条件和水文地质条件等已作大致了解或初步研究的矿产储量，或由 B 级以上储量地段向外推算的储量。C_1 级储量与其他级别储量配合，可作为矿山企业设计和投资的依据。C_2 级储量，即为当时所指的远景储量。1977 年由原国家地质总局及冶金部共同制定的叫《非金属矿床地质勘探规范总则（试行）》和由原国家地质总局、建材总局及石油化工部共同制定的《非》金属矿床地质勘探规范总则（试行）》两个文件所公布的储量级别中，C 级储量是指基本控制了矿体的构造、形状、产状、空间位置，对矿石类型、品级的种类及其比例和变化规律基本确定了的矿产储量，也是在地质勘探阶段探明的，作为矿山建设设计依据的主要储量。参见“ 储量级别 ”、“ 远景储量 ”。

【C_1 级储量】 C_1 根据探明储量的精度（或可靠程度）而划分的储量级别之一。详见“ C 级储量 ”。

【C_2 级储量】 C_2 根据探明储量的精度（或可靠程度）而划分的储量级别之一。在苏联，C_2 级储量也称初步评价储量。详见“ C 级储量 ”及“ 远景储量 ”。

【D 级储量】 D 由原国家地质总局及冶金部于 1977 年共同制定的《金属矿床地质勘探规范总则（试行）》和由原国家地质总局、建材总局及石油化工部于同年制定的叫《非金属矿床地质勘探规范总则（试行）》两个文件中，根据探明储量的精度（或可靠程度）而划分的储量级别之一，是指对矿体的构造、形状、产状、分布范围及对矿石类型、品级只作了大致控制或了解的矿产储量。它包括以下几部分：用稀疏工程控制的储量；虽用较密的工程控制，但由于矿体变化复杂或其他原因仍达不到 C 级要求的储量物、化探异常经过工程验证所计算的储量；以及由 C 级以上储量块段外推或配合少量工程控制的储量。D 级储量的用途主要是作为矿山建设远景规划或进一步布置地质勘探工作的依据。某些情况下，一定数量的 D 级储量也可作为矿山建设设计的依据。参见“ 储量级别 ”。

【高级储量】 在实际工作中，通常把研究程度（或可靠程度）较高的矿产储量，习惯称高级储量。它一般包括两部分：一部分是由生产部门探求的，可作为矿山编制采掘计划依据的储量，即储量分级中的 A 级储量；另一部分是地质勘探阶段探求的，作为矿山首期开采地段设计依据的储量，即储量分级中的 B 级储量。正常情况下，后一部分高级储量应该分布在主要矿体的上部。

【累计探明储量】 是指地质勘探单位在一个矿床（区）或地区内，自开始工作至统计上报时为止所探明的矿产储量总和。它不扣除矿山的开采量和地下损失量，而是反映地质勘探单位为国家探明矿产资源所取得的地质成果。

【矿产储量表】 过去曾称矿产储量平衡表，是为了反映全国和省、市、自治区各种矿产资源现状而由国家统一制定的专门统计报表。进行矿产储量统计的目的，是便于计划、地质和有关工业部门及时掌握各种矿产资源的变动情况，为合理地规划工业布局，制定国民经济计划和生产计划提供资源依据。统计的内容包括全国各地质勘探部门和生产矿山 新探明的储量，由于开采所减少的储量，以及由于各种原因引起的储量增减和储量级别变动等。

【矿产储量平衡表】 即“矿产储量表”。

【矿产工业指标】 commercial (in dustrial) factors for ores 简称工业指标，是在当前的技术经济条件下，工业部门对矿产质量和开采条件所提出的要求，也是评定矿床工业价值、圈定矿体和计算储量所依据的标准。提供矿山建设设计使用的地质报告中采用的工业指标（包括多矿种共生或伴生的综合工业指标），是根据国家的各项技术经济政策、资源情况、开采和加工的技术水平，结合国家当前和长远的需要，由地质勘探单位提出有关地质资料和对工业指标的初步意见，经设计部门在进行技术经济条件比较的基础上，按隶属关系报请主管领导机关批准而下达的。一般固体矿产的工业指标主要包括边界品位、工业品位、有害组分最大允许含量、最低可采厚度、最低工业米百分值、夹石剔除厚度以及剥离系数等要求。此外，还可针对某些矿产的特殊情况和要求，提出其他项目的工业指标。矿产的一般工业指标只能在普查找矿或初步勘探阶段，作为矿床评价和估算储量时的参考。

【工业品位】 全称最低工业可采品位或最低平均可采品位，是工业部门对矿产提出的一项质量指标，作为划分矿石品级，区分能利用（表内）储量与暂不能利用（表外）储量的标准之一。具体来说，是对单个勘探工程所揭露的单个矿段中主要有用组分平均含量的最低要求。

【最低工业可采品位】 minimum mining grade 即“工业品位”。

【最低平均可采品位】 即“工业品位”。

【边界品位】 cut-off grade 又称“边际品位”，是工业部门对固体矿产提出的另一项质量指标，指在储量计算圈定矿体时，对单个矿样中有用组分含量的最低要求，以作为区分矿石与围岩的一个最低品位界限。有用组分含量低于边界品位的样品，其代表的地段一般为围岩或夹石。平均品位界于工业品位与边界品位之间的矿体或矿段，其拥有的储量则为暂不能利用（表外）储量。

【边际品位】 即“边界品位”。

【矿区平均品位】 指整个矿区中有用组分的总平均含量，是从整体上衡量矿床贫富程度的一项参数。

【可采厚度】 全称最小可采厚度，是工业部门根据采矿技术和矿床地质条件对固体矿产提出的一项工业指标，指在一定的技术经济条件下，对有开采价值的单层矿体的最小厚度要求，以作为储量计算圈定工业矿体时，区分能利用（表内）储量与暂不能利用（表外）储量的标准之一。

【最小可采厚度】 可采厚度的全称，详见“可采厚度”。

【最低工业米百分值】 简称米百分率，是工业部门对某些矿产，特别是工业利用价值较高的矿产所提出的一项综合指标，它包括矿石品位和矿体厚度两方面的要求，只用于圈定厚度小于可采厚度而品位大于工业品位的矿体。在这前提下，如果矿体厚度与矿石品位的乘积等于或大于这一指标要求时，便可将这部分矿体划入能利用（表内）储量的范围。

【米百分率】 即“最低工业米百分值”。

【夹石剔除厚度】 又称“最大允许夹石厚度”，是工业部门根据采矿技术和矿床地质条件对固体矿产提出的一项工业指标，指在储量计算圈定矿体时，允许夹在矿体中间非工业矿石（夹石）部分的最大厚度。厚度大于此指标的，作为围岩，不圈入矿体；反之，作为矿体的一部分，与工业矿石部分一并计算平均品位。

【最大允许夹石厚度】 即“夹石剔除厚度”。

【储量计算参数】 指计算矿产储量时所依据的有关矿体的各种数据，和由它们确定的各种平均值。主要包括矿体或块段的厚度、分布面积、矿石体重、矿石品位，以及平均厚度、平均品位和平均体重等。有时，还根据矿床的特殊条件或地质勘探工作情况，引用某些其他参数，如矿石湿度、含矿系数等。

【算术平均数】 arithmetical mean 又称算术平均，指一系列数量的和除以这些数

$$\overline{X}=\frac{x_1+x_2+\cdots+x_n}{N}=\frac{\sum_{i=1}^{n}x_i}{N}$$

量的个数所得的商。它表述了随机变数总的轮廓。其一般计算式为：式中 $\overline{X}$ 为算术平均数；x_1，x_2…，x_n 为各数量；N 为参加计算的一系列数量的个数。在矿产地质勘探工作和储量计算时，常以这种平均数的计算方法确定某一观测值的平均数。例如，工程、块段中的矿体平均厚度、平均品位等，并称之为算术平均厚度、算术平均品位等。用算术平均法确定平均厚度或平均品位时，其要求条件是矿体厚度或矿石品位的变化较小，厚度测量点或样品的数量较多且分布比较均匀。

【算术平均厚度】 arithonetical are raging thickness 矿产储量计算时，用算术平均数的计算方法求得的矿体平均厚度，称算术平均厚度。详见“算术平均数”。

【算术平均品位】 arithmetical av eragmg grade 矿产储量计算时，用算术平均数的计算方法求得的矿石平均品位，称算术平均品位。详见“算术平均数”。

【加权平均数】 weighted average 又称加权平均。平均数中考虑了各个数量在总量中所具有的重要性，或权衡了它们 的轻重作用，这种平均数称加权平均数。其一般计算式为：式中 $\overline{X}$ 为加权平均数，x_1，x_2，…x_n 为参加计算的各个数量，p_1，p_2，…，p_n 分别为 x_1，x_2，…，x_n 的权数。在地质工作中，常用加权平均的方法来求得某一观测值的平均数。例如，在储量计算时，当矿体的厚度变化较大而厚度观测点的分布又不均匀时，或者矿石品位伴随某种因素（如矿体厚度或矿石体重、采样长度、样品间距等）的变化而变化时，为反映这种特点或变化，常以加权平均数的计算方法来确定平

$$\overline{X}=\frac{x_1p_1+x_2p_2+\cdots+x_np_n}{p_1+p_2+\cdots+p_n}$$

$$=\frac{\sum_{i=1}^{n}x_ip_i}{\sum_{i=1}^{n}p_i}$$

均厚度或平均品位。这时，各相邻厚度观测点间的距离，即为各厚度值的权数；各采样点的矿体厚度或矿石体重、采样长度、样品间距等，即为各样品品位的权数，其平均数则分别称为加权平均厚度或加权平均品位。

【加权平均厚度】 weighted average thickness 矿产储量计算时，用加权平均数的计算方法求得的矿体平均厚度，称加权平均厚度。详见“加权平均数”。

【加权平均品位】 weighted average grade 矿产储量计算时，用加权平均数的计算方法求得的矿石平均品位，称加权平均品位。详见“加权平均数”。

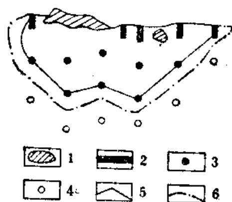
【特高品位】 erratic high – grad 特高品位样品的简称，又称风暴样品或优质品位，指矿床中那些比一般品位高出许多倍的少数矿样。这种矿样一般在矿化很不均匀的个别富矿地段出现。它使矿体或矿体某一部分的平均品位计算结果剧烈增高，据以求得的有用组分储量也大大超过实际的储量。为了在储量计算时能够比较正确地反映有用组分的实际储量，缩小它对平均品位计算的影响，通常需要采用一定的方法进行处理。例如，在计算平均品位时，除去特高品位的矿样，或用相邻矿样的平均值及一般品位来代替特高品位等。这种工作，称特高品位处理。但是，特高品位本身是一个客观存在，如何正确地认识和处理特高品位，使之更加符合矿产的实际情况，仍然是一个有待深入研究的问题。

【特高品位处理】 treating of erratic high – grade samples 矿产储量计算时，为消除特高品位对储量计算结果的影响，而采用一定的方法对特高品位矿样的处理工作，称特高品位处理。详见“特高品位”。

【风暴样品】 即“特高品位”。

【储量计算边界线】 计算储量时，为了确定矿体的分布范围和面积，分别计算及标明不同质量、开采条件及研究程度的储量，而根据实际的勘探资料所确定的界线。一般矿产的储量计算边界线有矿体自然边界线、矿俸内边界线、矿体外边界线、矿体零点边界线、矿体可采边界线、矿石自然类型和工业品级边界线、储量级别边界线等。

【矿体内边界线】 一种储量计算边界线，指连接各边缘见矿工程（即分布于矿体边部，实际打到矿体的勘探工程）所揭露的矿体位置而形成的界线。它表示被勘探工程所控制的那部分矿体的分布范围。作为矿山建设设计依据的矿产储量，主要都分布在矿体内边界线的范围内。



矿体内、外边界线示意图
1．矿体露头；2．见矿探槽；3．见矿钻孔；4．未见矿钻孔；5．矿体内边界线；6．矿体外边界线

【内插法】 inferpolation 又称插值法。按某种特定函数，由若干点已知值求得有关各点近似值的一种数学方法。它在地质工作中的应用很广，例如在矿产地质勘探及储最计算时，可以用内插法，根据若干勘探工程的资料，推断工程之间的矿体界线、厚度和品位等。

【外推法】 extrapolation 根据一组观测值，计算观测范围以外同一对象近似值的方法，称外推法。地质工作中常用这种方法，即根据已知部分的地质规律来预测或推断未知部分的情况。例如，在储量计算及圈定矿体时，可根据已有的勘探工程资料，结合地质构造及矿体的变化趋势，推断未知部分的矿体可能分布界线。运用外推法推断矿体界线时，还可根据工程的分布及控制情况，分为有限外推和无限外推两种。

【有限外推】 在矿产地质勘探和储量计算时，运用外推法在见矿工程与相邻无矿工程之间圈定矿体边界的方法，称有限外推。参见“外推法”。

【无限外推】 在矿产地质勘探和储量计算时，运用外推法在见矿工程以外相邻地区推断矿体边界的方法，称无限外推。参见“外推法”。

【矿体外边界线】 矿产地质勘探和储量计算时。用外推法确定的一种矿体边界线，以表示矿体的可能分布范围。它与矿体内边界线之间所圈定的那部分矿产储量，其精度低于矿体内边界线范围内的储量。参见“外推法”。

【矿体自然边界线】 在矿体与围岩具有明显接触界面的矿床中，根据接触界面在地表的自然出露位置（包括因冲蚀或断层所造成的矿体突然中断处），或根据勘探工程揭露出的接触界面位置所圈定的矿体界线，在储量计算时称矿体自然边界线。

【矿体零点边界线】 由矿体厚度或有用组分含量趋近于零的各点，即矿体的尖灭点所圈定的矿体界线，储量计算时称矿体零点边界线。一般情况下，它与矿体的自然边界线或外边界线一致，表示整个矿体的大致分布范围。

【矿体可采边界线】　按可采厚度、工业品位或最低工业米百分值等矿产工业指标所圈定的矿体界线，储量计算时称矿体可采边界线。由矿体可采边界线圈定的那部分矿产储量，表示符合当前的工业技术条件。可以开采利用的矿产储量，即能利用的储量或表内储量。

【储量级别边界线】　表示不同研究程度，即不同级别的储量分布范围的一种储量计算边界线。有关储量级别的划分，见“储量级别”。

【算术平均法】　mathematical ave rage method　一种储量计算法。其实质是将整个形状不规则的矿体变为一个厚度和质量一致的板状体，即把勘探地段内全部勘探工程查明的矿体厚度、品位、矿石体重等数值，用算术平均的方法加以平均，分别求出其算术平均厚度，平均品位和平均体重，然后按圈定的矿体面积，算出整个矿体的体积和矿产的储量。算术平均法应用简便，适用于矿体厚度变化较小、工程分布比较均匀、矿产质量及开采条件比较简单的矿床。

【地质块段法】　geological block method　一种在算术平均法的基础上加以改进的储量计算法。它按一定的条件或要求（如不同的地质条件、矿产质量、开采技术条件、研究程度等），把整个矿体划分为若干部分（即块段），然后用算术平均法分别计算各部分的体积和储量。各部分储量的总和，即为整个矿体的储量。地质块段法应用简便，可按实际需要分别计算矿体不同部分的储量，适用于勘探工程分布比较均匀的矿床。

【开采块段法】　miningblock method　一种以坑道为主要勘探手段的矿床中常用的储量计算法。由于矿体被坑道切割为大小不同的块段，每一块段被当作一个厚度和品位一致的板状体。因此，实质上开采块段法仍是算术平均法在特定情况下的具体运用。计算储量时，先根据块段周边的坑道资料（有时还包括部分钻孔资料），分别计算各块段的矿体面积、平均厚度、平均品位和矿石平均体重等，然后求得每个块段的体积和矿产储量。各块段储量的总和，即为整个矿体的储量。开采块殴法能比较如实地反映不同质量和研究程度的储量在空间的分布状况，块段的划分与开采系统相一致，所以在开发勘探时期广泛被应用。

【断面法】　cross－sectional method 又称剖面法。在矿床勘探中应用最广的一种储量计算法。它利用勘探剖面把矿体分为不同块段。除矿体两端的边缘部分外，每一块殴两侧各有一个勘探剖面控制。按矿产质量、开采条件、研究程度等，还可将其划分为若干小块段。根据块段两侧勘探剖面内的工程资料、块段截面积及剖面间的垂直距离，即可分别算出块段的体积和矿产储量。各块段储量的总和，即为矿体或矿床的全部储量。断面法的特点是能借助勘探剖面表现矿体不同部分的产状、形态、构造以及不同质量和研究程度矿产储量的分布状况。按勘探剖面的空间方位和相互关系，断面法又分为水平断面法、垂直平行断面法和不平行断面法。

【线储量法】　一种与断面法原理相同的储量计算法。它利用勘探剖面把矿体分为各个块段，每一勘探剖面至相邻两剖面之间二分之一距离的地段，即为该剖面所控制的块段。先分别计算每个剖面两侧共计一米宽度内的矿体体积和矿产储量，后按每个勘探剖面的实际控制距离（各勘探剖面与相邻两侧剖面垂直距离的一半），算出各个块段的矿产储量。各块段储量的总和，即为整个矿体或矿床的储量。线储量法主要用于砂矿床的储量计算。

【最近地区法】　又称多角形法。一种储量计算法。它的实质是将形状不规则的矿体，人为地简化为许多便于计算体积的多角形柱状体。即在储量计算平面图所圈定的矿体范围内，以每个勘探工程为中心，按其与各相邻工程的二分之一距离，将矿体分为一系列紧密连接的多角形地区。再依据每个多角形地区中心的工程资料，分别计算其矿产储量。这种储量计算法不仅不能反映矿体的真实特点，而且计算过程繁琐，在实际工作中很少应用。

【多角形法】　Polyaonal method 即“最近地区法”。

【三角形法】　triangalar meetod 一种储量计算法。它的实质是把形状不规则的矿体，人为地简化为许多便于计算体积的三棱柱状体。即在储量计算平面图所圈定的矿体范围内，以直线连接各相邻勘探工程，把矿体分为一系列紧密连接的三角形块段。再依据三角形块段顶点的勘探工程资料，分别计算各块殴的矿产储量。这种储量计算法不仅不能反映矿体的真实特点，而且计算过程繁杂，实际工作中很少应用。

【等高线法】　contourline method　层状沉积矿床中常用的一种储量计算法。它以矿层顶板等高线图为基础，把矿层分为若干倾角相近的部分，然后用一定的公式分别计算其体积和储量。等高线法的特点是可以直接反映矿层的产状和埋藏特点，适用于产状和厚度都比较稳定，倾角中等，并有足够勘探工程控制的矿床。

【等值线法】　一种储量计算法。它利用矿体等厚线图或厚度—品位等值线图，把形状复杂的矿体变为一个体积相同、底面平坦而顶面高低起伏的几何体，然后用一定的公式分别计算各等值线间块段的体积和储量。其优点是可以借助上述图件，形象地表示出矿体形态、有用组分的分布及变化特点。但缺点是制图复杂，特别是含有多种有用组分的矿床，必须按每种组分分别制图，所以在实际工作中应用不广。

【统计法】　statistical method　①又称类比法，是一种应用类比法的原理，概略估算矿产储量的方法。它根据已经勘探或开采矿床的资料，求出矿区单位面积内所拥有的矿产储量，然后将其推及到地质条件相类似的新发现矿区，估算出全部矿化面积内可能具有的矿产储量。这种方法一般只在区域矿产远景评价或矿床远景评价时，用来估算区域的地质储量或矿床的远景储量。②对某些地质构造极为复杂，矿化极不均匀的矿床，如水晶矿床和某些稀有金属矿床等，用一定公式计算矿体单位面积（一平方米或一百平方米）的矿产产出率（吨或公斤），也属于一种统计法。

【储量精度】 accuracy of the es timated ore roscrves 由地质勘探工作探明的矿产储量，同以后被矿山生产证实的矿产实际数量、质量以及矿体形态、埋藏位置等方面的吻合程度，称储量精度。吻合程度越大，说明原来探明的储量精度越高；反之，精度越低。储量精度一方面决定于矿床地质构造的复杂程度，特别是矿体的变化程度；另一方面则取决于勘探时对矿床的研究和控制程度，及工作中所产生的各种误差大小。表示储量相对精度的标志，即为储量级别。参见“储量级别”。

【储量误差】 error of the estima ted ore roserves；是储量精度的一种度量，指地质勘探阶段探明的矿产储量与矿山开采时证实的矿产数量之间存在的差异，通过探采资料对比和用一定的公式计算确定。按性质和产生的原因，储量误差可分为地质误差、技术误差和计算方法的误差。地质误差由地质推断造成，对储量的精度影响最大；技术误差来源于各种储量计算参数的测定过程；计算方法误差则由储量计算方法选择不当，包括公式本身的误差所引起，但与前两种误差相比，一般对储量计算的结果影响不大。

【地质误差】 geological error 又称类比误差，是储量误差中的一类误差。矿床勘探时，一般只能根据地表及有限的工程资料，运用类比的方法，对地下或邻近地段的地质和矿产情况进行推断。储量计算依据的各种参数（如矿体厚度及分布面积、矿石品位及体重等），也是以有限的观测值的平均值来代替真实的平均值，两者势必产生一定的偏差。由这种偏差所产生的储量误差，称地质误差。在性质上，它与数理统计中的抽样误差相类似，往往带有系统性，对储量的精度影响最大。这类误差，一方面决定于矿床地质构造的复杂程度，特别是矿体形态和有用组分含量的变化程度；另一方面取决于对矿体的揭露和控制程度。加强地质研究，避免地质推断的严重误差，同时保持足够的观测点和样品数，是提高储量精度的重要环节。

【类比误差】 即“地质误差”。

【技术误差】 technical error 又称测定误差，是储量误差中的一类误差，指由于工作方法、技术操作、设备、器材、测量条件等方面的原因，使储量计算所依据的各参数（如矿体厚度及分布面积、矿石品位和体重等）的测定结果与实际之间产生的偏差。按其性质，有系统误差和偶然误差两种。

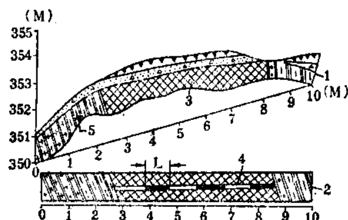
地质编录

【地质编录】 geological record **用文字、图件、表格等形式，把地质勘探和矿山生产过程所观测的地质和矿产现象，以及综合研究的结果，系统、客观地反映出来，这一工作过程，称地质编录。它为研究工作地区的地质和矿产规律，评价和开发矿床，提供准确、可靠的资料。按性质，分为原始地质编录和综合地质编录。**

【原始地质编录】 通过地质观察、取样分析、试验鉴定和其他观测，以及通过水文地质、工程地质、物化探等工作，直接取得有关图件、数据和文字记录等原始资料的过程，称原始地质编录。它为研究工作地区的地质和矿产规律，编写地质报告，正确评价矿床，合理进行开采等，提供第一性的资料。按地质工作的项目、研究对象、工程类型的不同，原始地质编录的内容、方法和格式要求均不同。在矿产普查、勘探和矿山开采过程中，原始地质编录有地质填图的原始地质编录、坑探工程地质编录、钻孔地质编录、样品地质编录以及各种采矿工程（如采场、台阶等等）的地质编录等。

【坑探工程地质编录】 矿产普查勘探中的一项原始地质编录，指对坑探（包括槽探）工程揭露的地质和矿产现象所进行的观察、记录、素描，以取得原始地质资料的工作过程。主要成果为坑探工程素描图（展开图）和相应的文字描述。按工程类型，有探槽地质编录、浅井地质编录、斜井及平硐地质编录等。

【展开图】 一种在地质勘探中对坑探（包括槽探）工程进行地质编录时所制作的素描图，是将工程各个侧面（如水平或倾斜坑道的顶板和两壁，浅井的四壁，槽底及两帮等）揭露出的地质现象，按一定的规则和比例描绘并展示在同一平面上，用以反映它们之间的空间关系和变化情况。



探槽素描展开图
1．槽壁；2．槽底；3．矿体；4．样槽；5．标本采集处
L．样槽长度（水平投影长度）

【钻探地质编录】 又称钻孔地质编录。地质勘探中一项重要的原始地质编录，指为取得钻孔的原始地质资料而进行的工作。不同的钻进方法和钻进目的，其研究的对象和内容也不同。矿产普查勘探过程中最普遍的是岩心钻探编录，又称岩心编录。主要内容包括对岩（矿）心的检查整理、采取率的计算、观察鉴定、描述记录及编制钻孔柱状图等。

【岩心编录】 指在岩心钻探过程中进行的原始地质编录，详见“钻探地质编录”。

【钻孔柱状图】 bore hole colmnar section 钻探地质编录的一项最主要资料成果，是根据对钻孔岩（矿）心（或岩屑，岩粉）的观察鉴定、取样分析及在钻孔内进行的各种测试所获资料而编制成的一种原始图件，借以形象地表示出钻孔通过的岩层、矿体及其相互关系，是编制有关综合图件和计算矿产储量的主要依据。图件的主要内容有回次进尺、岩（矿）心采取率、岩层或矿体的层位、厚度、岩（矿）心特征（包括岩、矿石的物质成分、结构构造、岩层或矿层的接触关系及层面倾角等）描述，以及取样化验、孔内简易水文地质观测和地球物理测井成果等。

【换层深度】 指不同岩层的接触界面或矿体与围岩的界线距钻孔孔口的深度。它一般根据岩（矿）心（或岩粉、岩屑）的观察鉴定和钻进记录，或根据地球物理测井的资料来确定。

【样品编录】 sample record 又称取样编录，指地质勘探中对各类样品的管理工作。它包括按样品种类进行统一编号登记，对样品加工过程的记录和检查，对各类样品的分析、试验及鉴定结果进行整理、登记和检查，以及对采样地点的观察、描素和编制采样平面图等。

【取样编录】 即“样品编录”。

【岩心管理】 是以岩心钻探为地质勘探手段时的一项重要工作，主要指岩心（或矿心）的保管、处理或缩减等。地质勘探工作中，为获取这些岩（矿）心，曾经花费了大量的人力和物力。它们不仅是当前地质、矿产研究的重要实物资料，而且在以后相当长的时期内仍有研究和利用的价值。特别是随着科学技术的发展，矿产综合利用范围的不断扩大，今后又可能有新的认识或发现。因此，必须按国家有关部门的规定，认真做好岩心的管理工作。对于那些继续具有参考和研究价值的岩、矿心，均需妥善保存，以备今后利用时查找。

【综合地质编录】 又称“地质资料综合整理”，指根据各种原始地质资料进行的系统整理和综合研究的工作过程。通过这一过程，编制出各种必要的、说明工作地区的地质及矿产规律的图表和地质报告，为进一步的地质勘探、矿床评价、矿山或其他工程设计等，提供依据。综合地质编录是野外地质工作的继续，也是多快好省地完成地质勘探任务，正确查明工作地区的地质和矿产规律的重要环节，贯穿于地质勘探的整个过程。

【地质资料综合整理】 即“综合地质编录”。

【区域地质图】 regional gedogical map 矿产地质勘探中，一般把包括矿区在内而范围较大（或相当大）地区的地质情况，称区域地质。反映区域地质的基本图件则称区域地质图。其作用是说明矿区所在区域的地质特征（如地层、构造、岩浆岩等）和成矿地质环境，反映该区的矿产远景，为进一步发现新的矿床提供线索。

【矿床地质图】 geological map of ore deposits；又称矿区地质图 或矿床地形地质图，是详细表示矿床或矿区的地形、地层，岩浆岩、构造、矿体、矿化带等基本地质特征及相互关系的图件。其用途是说明矿床的赋存地质条件，作为布置勘探工作、评价矿床、进行矿山建设设计及生产的基本资料依据。同时标有探矿工程位置及物、化探工作

成果的矿床地质图，称矿床综合地质图。

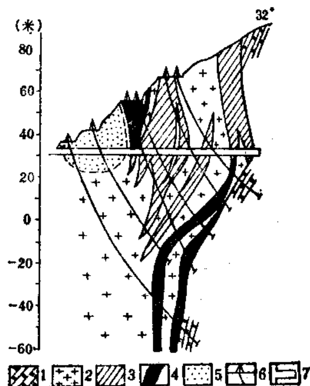
【矿区地质图】 即“ 矿床地质图 ”。

【矿床地形地质图】 即“ 矿床地质图 ”。

【矿床综合地质图】 同时表明探矿工程位置及物、化探工作成果等内容的矿床地质图，称矿床综合地质图。参见“ 矿床地质图 ”。

【矿床（区）勘探工程分布图】 表示矿床或勘探矿区各类探矿工程分布位置的图件。它的用途是表明探矿工程的总体部署和勘探程度，及时反映勘探工作的进度，便于应用和查对各工程的实际资料等。探矿工程少的矿区，矿床勘探工程分布图可与矿床地质图合并。

【勘探线剖面图】 反映矿床勘探工作成果的一种基本图件，它根据同一勘探线上的工程资料和地表地质的研究结果，逐步综合整理而成。主要表示内容有岩层、构造、蚀变现象、矿体及不同自然类型或工业品级矿石的分布情况等。它的主要用途是说明矿体的赋存条件及变化情况，反映勘探工作进度，指导下一步探矿工程的布置，作为储量



勘探线剖面图（示意图）
1．白云岩；2．花岗闪长斑岩；
3．褐铁矿；4．磁铁矿；5．次生
铜矿；6．钻孔；7．平窿

计算、矿山建设设计和编制其他综合性图件的基本依据。

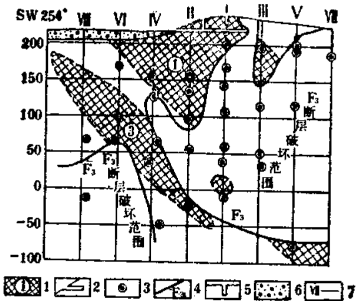
【矿床（区）取样平面圈】 表示勘探矿区各类样品的采样位置、样品编号及分析结果的图件，主要用于了解各类样品的分布情况及取样结果，便于使用和查找各种取样资料。在用水平断面法计算矿产储量时，它是编制储量计算断面图的主要资料依据。地质情况比较简单的矿床，矿床取样平面图可与中段地质平面图合并。

【中段地质平面图】 geological plan of level 简称中段地质图。根据同一中段标高上的水平坑道及其他工程揭露的地质和矿产现象，通过综合整理编成的一种水平断面图。借助不同标高的中段地质平面图，可以了解矿床或矿体在水平及垂深方向的地质构造和变化情况。它是矿山开采设计时划分采场、布置探矿和采矿工程、研究矿床赋存地质条件、寻找盲矿的资料依据。用水平断面法计算矿产储量时，中段地质平面图是计算的重要依据。按矿区统一座标，将矿区范围内各中段或相邻中段的工程位置及地质现

象，投影在同一平面上而编成的综合图件，称中段复合地质平面图。

【矿体水平断面图】 按开采设计或其他方面的需要，根据勘探工程或勘探线剖面图等资料，沿一定的标高切制或编绘出的一种水平断面图。图件内容突出矿体，用以表示同一标高上的矿体地质构造特征，是开采设计的资料依据，也是水平断面法计算储量时的主要图件。以水平坑道的资料为主要依据，并与开采中段的标高相一致的矿体水平断面图，即为中段地质平面图。参见“中段地质平面图”。

【矿体投影图】 proje ation of orebody 用一定的投影方法（一般是正投影方法），将矿体界线及其他有关内容，投影到某一理想平面上而构成的一类综合图件。其用途是表示矿体的整体分布轮廓和各部分的研究程度，标明不同精度（或级别）储量及不同类型或品级矿石的大致分布范围，表示矿床开采的进度，有时还是储量计算依据的图件。按投影面的空间位置，矿体投影图分水平投影图和垂直投影图。其中投影面与矿体总体走向平行的矿体纵投影图，是实际工作中最常用的一种矿体投影图（见图）。具有一个以上大矿体的矿床，须按各矿体分别编制矿体投影图。



矿体纵投影图

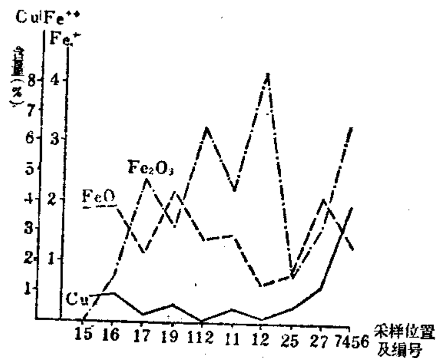
1. 矿体及编号；2. 坑道；3. 钻孔；4. 晚期断层；5. 浅井；6. 第四纪冲积层；7. 勘探线编号

【矿体复合纵投影图】 一种表示整个矿区或某一矿化带中各矿体形态及相互关系的图件，即将矿区或某矿化带的所有矿体，投影到与其总的走向平行的理想平面上而构成的投影图。这种图可作为研究矿体分布规律，进行矿区总体工程布置及制定矿山长远规划等方面的依据。

【储量计算图】 进行矿产储量计算，表示储量计算依据和结果的综合图件。在储量计算时，就在这类图上圈定矿体，划分计算块段，测定块段面积，表示各级储量的分布范围，标明计算参数及计算结果等。按矿体地质特点、勘探和储量计算方法，一般有储量计算剖面图，储量计算纵投影图及储量计算平面图三类。

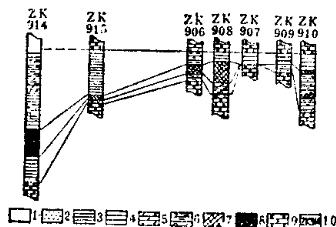
【储量计算剖面图】 采用断面法作为主要的储量计算方法时，为圈定矿体，测定矿体截面分布面积，分别标明及计算不同质量和研究程度的矿产储量等而编制的剖面图，称储量计算剖面图。用垂直断面法计算储量时，可直接利用勘探线剖面图，或根据勘探线剖面图加以改编，使之适合储量计算的需要。用水平断面法计算储量时，则用中段地质平面图、矿体水平断面图，或据上述两种图件改编。

【品位变化曲线图】　表示矿体的有用组分（有时也包括有害组分）沿某一方向的含量变化和各组分间消长关系的图件。一般选择有代表性的工程或地段，根据取样分析的资料编制而成。



品位变化曲线图

【矿层对比图】　根据某一方向上的探矿工程资料（一般即为钻)。孔柱状图)，以缩小了比例尺的柱状图形式，将其排列在同一平面上，以说明沉积矿层的层位、层数、厚度、上下岩层、接触关系及它们的变化情况等。这种图件，称矿层对比图。是沉积矿床勘探时，用作连接和对比矿层及评价矿床的一种重要资料。



矿层对比图
1. 浮土；2. 砂岩；3. 水云母板岩；4. 碳质板岩；5. 凝灰质板岩；6. 铁质板岩；7. 赤铁矿；8. 菱铁矿；9. 白云岩；10. 钻孔编号

【矿体（层）等厚线图】　是缓倾斜的沉积层状矿床中，用来表示某一矿体（层）不同部位的厚度变化趋势的一种图件。它根据探矿工程所查明的矿体（层）厚度资料，经过综合整理编制而成。在开采设计，特别是露天开采设计时，它是计算采剥比和圈定开采范围所依据的一种基本地质图件。

【矿层顶（底）板等高线图】　表示同一矿层的顶板（或底板）在矿区不同部位的埋藏深度和变化趋势的一种图件，主要用来表示缓倾斜层状沉积矿层赋存状态和顶（底）板的起伏情况，是矿山开采设计，特别是露天开采设计时用于计算剥离量（或采剥比)，圈定露天开采的范围等所依据的重要资料。

【地质报告】　一种全面反映地质勘探工作成果的重要技术文件，是在指定任务全部完成或告一阶段之后，根据各种资料的系统整理和综合研究编写而成的。它一般由报告正文及各种图件、表格、附件等组成。按地质工作的项目，地质报告可分为矿产地质报告、水文地质或工程地质报告、区域地质调查报告、物化探报告、石油地质报告等；按工作阶段，有中间报告、总结报告、补充报告等。其中矿产地质报告又分普查评价报

告和矿区勘探报告。各类地质报告均须审查、批准。特别是作为矿山建设设计依据的旷区勘探报告，必须由主管部门组织有关地质、设计、矿山建设和生产部门共同审查后，方能批准提交使用。

【普查评价报告】 反映矿产普查工作成果的技术文件。它包括各阶段的矿产普查工作结束后所提交的地质报告，是进行进一步的普查或勘探工作的重要依据。详见“地质报告”。

【矿区勘探报告】 反映矿床勘探工作成果的技术文件，是某一阶段的矿床勘探工作结束后，为满足矿山建设设计或下一阶段勘探工作的需要所提交的地质报告。它分为矿区勘探工作全部结束后提交的总结报告，勘探工作进行过程中提交的中间勘探报告，以及在报告提交后需要补做工作方能正式审批、使用的补充勘探报告等。参见“地质报告”。

【总结勘探报告】 简称总结报告，原来称最终勘探报告，是矿床勘探工作结束以后，为满足设计、开采部门进行基本建设需要所提交的地质报告。参见“地质报告”及“矿区勘探报告”。

【最终勘探报告】 即“总结勘探报告”。

【中间勘探报告】 又称中间报告，是矿床勘探工作尚未全部结束，为满足工业、基建、设计单位对矿区地质及储量资料的需要，由地质勘探部门在勘探过程中先行提交某个地段的地质报告。其内容大致和总结报告相同。参见“地质报告”、“矿区勘探报告”。

【补充勘探报告】 简称补充报告，包括两种情况：①矿区已提交过中间勘探报告，在勘探工作全祁结束以后不再编写总结勘探报告，而用补充报告来反映矿区全部地质成果和补充中间勘探报告的不足；②矿区已提交了总结勘探报告，但由于地质资料不全，地质研究程度不足，需要补做工作并提交的地质报告。参见“地质报告”及“矿区勘探报告”。

固体矿产工业要求

一般要求

【矿产工业要求】 industrial requi rements for the minerals 指根据工作地区的矿床地质、经济地理资料、结合我国当前的开采、选冶技术条件、资源供需现状. 由有关工业部门，根据地质部门提出的初步意见，共同研究后确定的要求。它作为地质工作中圈定矿体边界、划分矿石品级、计算储量的依据。矿产工业要求的主要内容有矿石的工业品位、边界品位、矿区平均品位，矿石品级、有害组分平均允许含量、夹石剔除厚度、含矿系数、储量计算深度、最大勘探深度以及剥采比、边坡稳定角等。不同的矿种还有一些具体要求，例如铬铁矿的铬铁比，耐火材料的耐火度等。矿产工业要求既是矿床评价的主要依据，在一定程度上也是反映科学技术和工业发展水平的标志。

【矿石品位】 ore grade 指单位体积或单位重量矿石中有用组分或有用矿物的含量。一般以重量百分比表示（如铁、铜、铅、锌等矿），有的用克/吨表示（如金、银等矿），有的用克/立方米表示（如砂金矿等） 有的用克/升表示（如碘、溴等化工原料矿产）。矿石品位是衡量矿床经济价值的主要指标。

【工业品位】 是矿产工业要求的一项内容，计算矿产储量的主要指标。是指工业上可以利用单个工程（或矿段或矿体） 的最低平均品位。它是计算可能利用储量（表内储量） 的下限。工业品位的确定是与矿床特征、开采条件、矿石类型及选，冶加工技术性能有密切关系。此词含义实指最低工业品位或最低可采品位，为了避免混淆，现已少用。

【边界品位】 cut - off grade 是矿产工业要求的一项内容，计算矿产储量的主要指标。指划分矿与非矿界限的最低品位，即圈定矿体时单个矿样中有用组分的最低品位。边界品位是根据矿床的规模，开采加工技术（可选性） 条件，矿石品位、伴生元素含量等因素确定的。它是圈定矿体的主要依据。参见“ 固体矿产普查勘探方法 ”。

【精矿品位】 concentrate grade 矿石经过经济合理的选矿流程选别后，其主要有用组分富集，成为精矿，它是选矿厂的最终产品。精矿中主要有用组分的含量称精矿品位。精矿品位有的以重量百分比（如铜、铅、锌等） 表示，有的以重量比（如金矿以克/吨） 表示。它是反映精矿质量的指标，也是制定选矿工艺流程的一项参数。

【尾矿品位】 tailings grade 矿石经过选别、综合利用处理后，其主要有用组分富集成精矿，而其它残留物质称尾矿。尾矿中主要有用组分的含量称为尾矿品位。它是选择经济合理选矿方案，评价矿石可选性的一项参数。

【矿石工业品级】 ore sorting 简称矿石品级，矿产工业要求的一项内容。在一个工业类型矿石中，根据矿石的有用组分、有害组分的含量，物理性能、质量的差异以及不同用途的要求等，对矿石（矿物）所划分的不同等级，称为矿石工业品级。例如炼钢用铁矿石，按化学成分可分为四个品级如表，耐火粘土根据有用组分、有害组分的含量及物理性能（耐火度、烧失量），可以分为多种用途的不同等级；云母矿床中按厚片云母片内最大内接矩形面积（平方厘米）分为 9 个型号的云母等，金刚石根据它的重量、物理性能等也分为几种不同用途的品级。因此矿石品级的划分，不同矿种有不同的要求。它是合理开采、合理利用矿产资源的重要依据。

级别	化学成分%			
	TFe	SiO_2	S	P
一级品	≥62	≤8	≤0. 1	≤0. 1
二级品	≥60	≤10	≤0. 1	≤0. 1
三级品	≥58	≤12	≤0. 12	≤0. 15
四级品	≥56	≤13	≤0. 15	≤0. 15

【有用组分】 useful component 指矿产中具有经济价值在当前经济技术条件下可单独提取利用的组分。它包括主要有用组分和伴生有用组分两个部分。它是评价矿产质量的主要标志。

【有益组分】 beneficial component 指矿产中有利于主要有用组分加工、选冶和提高产品品质量等的组分。

【主要有用组分】 essential useful component 是指矿产中具有经济价值的主要组分。它是矿产勘探、开采的主要对象，也是评价矿产质量的一项主要内容。

【伴生有用组分】 associated useful component 是指矿产中与主要有用组分伴生的有用组分，它包括：①有利于主要有用组分加工过程的组分；②有利于主要有用组分加工后产品质量提高的组分；③主要有用组分加工过程中可以单独提取利用的组分。它是评价矿产质量及经济价值的一项参考内容。

【有害组分】 harmful component 指矿产中对加工生产过程或产品质量起不良影响的组分。它是评价矿产质量的一项重要标志。

【有害杂质平均允许含量】 又称有害组分平均允许含量。它是矿产工业要求的一项内容，划分矿石品级的重要指标。是指矿段（或矿体或工程）内的矿石中，对产品质量和加工生产过程起不良影响的组分的最大平均允许含量。储量计算时，若某一矿段

内有害杂质的含量等于或超过工业部门规定指标时，则这部分储量一般作为表外储量或降低品级处理，有的甚至不能算矿。另外，同一种矿产，用于不同的生产目的，其有害杂质含量的要求也不完全相同。如石灰石，用作化工原料的比用作建筑材料的，其有害杂质平均允许含量要求严格得多。

【可采厚度】 minable thickness 矿产工业要求的一项内容，储量计算的主要指标。是指参予储量计算的矿体（矿层或矿脉）的可采最小厚度。可采厚度是根据矿层的厚度或矿脉脉幅宽度、产状、矿层（脉）间距以及含矿品位、加工技术性能、开采方法等因素确定的。

【可采宽度】 minable width 矿产工业要求的一项内容。指砂矿床进行机械（如采金船）采掘的最小可采宽度。是砂矿床（砂金矿等）圈定矿体、计算储量的一项指标。可采宽度是根据砂矿床的可采厚度、含矿品位等因素确定的。当砂矿层的可采厚度达不到最低可采厚度时，则以工业指标给定的米·克/立方米值圈定可采宽度。

【夹石剔除厚度】 矿产工业要求的一项内容，矿床储量计算的一项重要技术指标。指储量计算时圈出矿体中夹石的最小厚度。大于剔除厚度的夹石，应予剔出，不参予储量计算；小于剔除厚度的夹石，则合并于矿石厚度中连续采样计算储量。

【夹石】 intercalated bed，interlayer 又称夹层，煤层中的夹石称“夹矸”。指矿体或煤层中夹着的岩层，或低于边界品位的含矿岩石。它在矿体或层状矿床中，或呈凸镜状，或呈较稳定具连续性的层状以及不规则形状等。由于夹石在开采过程中不但贫化矿石品位，影响采矿效率，并且在选矿过程中复杂选矿流程。因此在地质勘探工作中，要求探明夹石的岩性、成分、形态、空间位置、厚度，为矿休（层）的对比，储量计算，矿山设计提供依据。储量计算时，应按照工业部门给定的指标，剔除夹石厚度。

【夹矸】 dirt band，dirt bed，dirt parting 即夹石。是煤层中“夹右”的专用名词。

【最大勘探深度】 maximum－deoth of exploration 又称勘探深度。是矿产工业要求的一项内容。指勘探工程控制矿体延深的最大界限，是确定矿区边界，圈定储量计算范围的依据。它的确定，主要是工业部门根据矿床地质特点和我国当前开采技术经济条件等因素提出的。这个深度一般与工业上的可采深度大致相当。

【可采深度】 参见最大勘探深度。

【剥采比】 stripping ratio，overbu rden ratio 又称剥离比。指矿床露天开采时，剥离的废石（上覆岩层、层间夹石）体积（立方米）与采出每单位（吨）重量的矿石数量的比，即剥离量与矿量的比值，常以立方米（废石）/吨（矿石）表示。例如露天采区矿量为100万吨，剥离物总量为500万立方米，则剥采比为5/1，比值为5。它是矿产工业要求的一项内容，是确定矿床露天开采的一项重要技术经济指标。但在计算和评价剥离比时，应考虑共生矿产的综合开采。例如煤矿的勘探与设计阶段，应该考虑煤层上覆岩层中，煤层顶、底板以及煤层夹石中赋存的硬质粘土、软质粘土，铝土页岩、油页岩以及建筑材料等矿产的综合利用。

【剥离量】 overburden amount 指露天矿开采时需要剥去的废石量，计算单位为立方米。剥离量可分为：①外剥离量，是指矿体上覆岩层及开拓安全角部分岩层的剥离量；②内剥离量或称层间剥离量，是指露天开采场内矿体内部夹层和矿体与矿体之间夹层的剥离量。

【剥离物】 overburden material 指露天矿开采时需要剥离的浮土与岩石。它包括外剥离物和内剥离物两个部分。外剥离物是指矿体的上覆岩层（包括开拓安全角的剥离物），内剥离物是指矿体内部的夹层和矿体与矿体之间的岩层。

【内剥离物】 imner Suripping material 又称层间剥离物。指露天采区矿体内部的夹层或矿体与矿体之间的夹层。

【外剥离物】 outer stripping ma terial 指露天采区矿体上覆的岩层及开拓安全角部分的岩层。它包括坚硬岩层（岩石）和松软岩层（如黄土、红土等）。表土覆盖较厚的矿区，应分别计算其剥离量。

【松散系数】 loose coefficient 矿产工业要求的一项内容。是指在自然状态下一定体积的矿石或岩石与其开采后呈松散状态体积的比。松散系数的大小决定于矿石、岩石的物理性质及爆破方法。计算公式如下：松散系数 $=\frac{V_2}{V_1}$，式中：V_1 为岩石或矿石的原体积；V_2 为岩石或矿石松散状态的体积。在地质工作中测定矿石，岩石松散系数的目的，是为矿山开采设计提供必要的技术参数。

【块度】 blockness，size 指矿石、岩石经爆破破碎后形成碎块的大小程度。采掘中爆破后形成的碎块大小称自然块度，经破碎加工形成的碎块的大小称破碎块度。块度一般以碎块的三向长度的平均值（毫米）或碎块的最大长度（毫米）来表示。矿堆块度，即矿石的平均块度，一般用矿堆中不同块度的加权平均值表示。在矿山设计阶段，矿石块度是选择破碎机，粉碎机等选矿设备和确定工艺流程的一个重要参数。冶炼时为了减少炉内的阻力，使炉内气流分布均匀，以便充分利用热能和确保料柱化学反应的正常进行，也要求入炉的矿石块度保持均匀，其大小有具体的要求。因此，按照工业部门的要求，在测定矿石松散系数的同时，分别测定不同块度等级矿石的比例，是矿床勘探的一项工作内容。

【砾石系数】 coefficient of gravel 指在一定块段的砂矿床内所含砾石的体积与此块段体积的比，是确定砂矿内有用组分或有用矿物平均品位的一个必要参数，也是矿山开采、选矿设计的资料依据。计算公式如下：

砾石系数 $=\frac{V_B}{V_o}$，式中 V_B 为块段内的砾石体积（米^3）；V_o 为块段的体积（米^3）。

【含泥量】 mud content 又称含泥率。指矿产或矿石中泥类物质的含量，以重量百分比表示之。某些矿产，如造型用砂（石英砂、粘土砂等），含泥量是评价砂矿质量和划分品级的依据之一。在选矿过程中，泥类物质会降低选矿的效果，因而含泥量又是评定矿石可选性的一个重要因素。

【破碎比】 reduction ratio，crushing ratio 反映矿石或岩石破碎难易程度的物理量。指以破碎前矿块或岩块的平均直径与破碎后矿块或岩块的平均直径之比，或以矿块或岩块破碎前的最大直径与破碎后的最大直径之比表示之。破碎比是评价矿石或岩石的物理机械性能，为矿山开采设计时选择破碎机类型，确定选矿工艺流程提供资料依据。

【导热系数】 coefficint of thermal conductivity 表示物质传导热量性能的物理量。假设在物体内部垂直于导热方向，取两个相距 1 米，面积为 1 平方米的平行平面，这两个平面的温度如果相差 1℃，则在 1 小时内，从一个平面传导至另一个平面的热量，就规定为该物质的导热系数，其单位为千卡/米·小时·度或卡/厘米·秒。度。在地质工作中导热系数是评价石棉、蛭石、膨胀珍珠岩原料及硅藻土等矿产质量的一项技术指标。物质的导热性能，决定于物质的成分，结构、孔隙率、含水量，同时还受热量传导时平均温度的影响。一般结晶矿物的导热系数为 2. 8—6，非结晶矿物的导热系数为 0. 5—1。

【克拉】 carat；kapar 英、法文 carat 及德文 karat 的音译名。是计量金刚石和宝石重量的国际通用单位，1 克拉等于 0. 2 克。

【克/吨】 用以表示矿石中有用组分或有用矿物含量的一种单位。指每吨矿石中含有用组分或有用矿物的重量，以克/吨表示。主要用在原生贵重金属和非金属矿产工业评价。

【米·克/吨】 用以表示矿石中有用组分或有用 9 “ 物含量的一种单位。指矿脉的脉幅宽度（或矿层厚度）与矿石品位的乘积。主要用在某些贵重金属或非金属矿床的脉幅宽度低于可采厚度，而矿石品位较高，为了充分利用矿产资源，由工业部门给定具体的米·克/吨值指标来评价其工业价值。

【克/立方米】 指每立方米砂矿中含有用组分或有用矿物的重量。它是用于表示砂矿单位体积中含矿品位的一种单位。主要用于砂金等矿床中。对于更为重要的金刚石、铂等矿产，则以毫克/立方米表示。

【米，克/立方米】 表示矿石中有用组分或有用矿物含量的一种单位。含矿砂层的厚度与含矿品位的乘积，称为米·克/立方米值。主要用于当砂金矿层的厚度低于可采厚度，而含金品位较高时，则以工业指标给定的米·克/立方米值衡量其工业价值，如果计算结果其值大于或等于给定的工业指标，则其所代表的块段（工程）可参与储量计算。

【坑道进尺米毫克值】 表示矿石中有用矿物含量的一项指标。指在规定规格（一般为2．0×1．8米）的坑道中，每掘进一米，其总体积的矿石中含有用矿物的重量。它是评价金刚石矿脉幅宽度低于可采厚度，但品位较高时，采用工业指标给定的坑道进尺米毫克值衡量其工业价值。计算结果如其含金刚石重量大于或等于工业指标时，则所代表的块段参予储量计算。

【公斤/立方米】 表示矿石中有用矿物含量的一种单位。指每立方米体积矿体中含有用矿物的重量。例如云母矿、砂矿（金红石）的品位就是以公斤/立方米计算的。

【米·公斤/立方米】 表示矿石中有用组分或有用矿物含量的一种单位。指某些矿体或砂矿在计算储量或圈定矿体边界时，当其厚度低于可采厚度而含矿品位较高时，采用厚度与品位的乘积以衡量其工业价值。这个乘积称米·公斤/立方米值。计算结果如其值大于或等于给定的工业指标，则其代表的矿段（工程）可参与储量计算。

【米百分值】 表示矿石中有用组分含量的一项指标。当矿体的厚度小于可采厚度，而品位较高时，计算含矿品位的一种方法。是以含矿层的实际厚度乘以样品的含矿率（品位）的乘积，即为米百分值。采用此种方法所得结果如等于或大于工业部门给定的米百分值工业指标时，则可据此圈定矿体，参予计算储量。

金属矿产

【铁矿石工业类型】 工业上根据采、选、冶方法及工艺流程不同按工业要求来划分的矿石类型称为矿石工业类型。一个铁矿床中，可将某一种自然类型矿石定为一种工业类型矿石；也可将采、选、冶利用途径相同的几种自然类型矿石合并成为一种工业类型矿石。铁矿石的工业类型主要有：炼钢用铁矿石、炼铁用铁矿石、需选矿石、工业上能利用（表内）矿石，工业上暂不能利用（表外）矿石等。在炼铁用铁矿石中，根据造渣组份又可划分为酸性矿石、自熔性矿石，碱性矿石。在需选矿石中，根据矿石中含铁矿物种类、含有益、有害杂质的情况又可划分为：单一弱磁选或其它单一方法选矿的矿石，不同的选矿方法联合流程选矿的矿石。

【铁矿石自然类型】 指在铁矿床中根据矿石的物质组份、结构、构造划分出来的矿石组合。我国过去勘探铁矿床时对铁矿石自然类型主要有：①按含铁矿物可分为；磁铁矿石、赤铁矿石、假像或半假像赤铁矿石、钒钛磁铁矿矿石、褐铁矿石、菱铁矿石等，或其中两种以上含铁矿物组成的混合矿石；②按含铁量的高低可分为：富矿、贫矿；③按有害杂质（硫、磷、铜、铅、锌、钒、钛、钴、镍、锡、氟、砷）含量的高低可分为高磷铁矿石、低磷铁矿石等；④按结构构造可分为：浸染状矿石、网脉浸染状矿石、条纹状矿石、条带状矿石、致密块状矿石、角砾状矿石、鲕状、豆状、肾状矿石等。由于受后期地质作用影响，还可分出铁帽型矿石、粉矿、土状矿石等；⑤按脉石矿物可分为：石英型、闪石型、辉石型、斜长石型、绢云母绿泥石型、矽卡岩型、阳起石

型、蛇纹石型、铁白云石型、碧玉型铁矿石等。

【全铁】　total iron　泛指岩石或矿石样品经化学分析确定的铁元素的总含量，符号为 TFe，以重量百分比表示。它是铁矿床工业评价的主要技术指标。铁元素在矿石中成各种物相存在，不同物相的含铁矿物具有不同的选冶性能。为了准确地反映铁矿石的物质组成状况，正确评价铁矿床的质量，常采用化学物相分析方法，将矿石中的含铁矿物划分为磁性铁、赤褐铁、碳酸铁、硫化铁、硅酸铁五种类别。上述五种类别的铁元素分量的总和，应等于矿石中的含铁总量，即全铁。在铁矿勘探中，常要求将上述五种类别的种类、含量及其分布规律了解清楚，以便对铁矿床的质量作出正确全面的评价。过去有人根据化学分析和矿石的选冶性能，将铁矿石中的磁铁矿、赤铁矿、镜铁矿、菱铁矿、褐铁矿、针铁矿等矿物中含有的铁元素视为可溶铁；将矿石中的含铁硅酸盐矿物中的铁元素视为非可溶铁。

【磁性铁】　指铁矿石中强磁性铁矿物中的铁元素，其含量可根据铁矿石物相分析结果确定。它们在磁场强度 800—1000 奥斯特的磁场中可以磁选以符号 mFe 表示。主要矿物有磁铁矿、钛磁铁矿、半假像赤铁矿等。磁黄铁矿也具有强磁性，但因含硫高，在铁矿床中不作为磁性铁看待。磁性铁一般易于选矿，它与全铁的比值，是选择选矿流程的一项依据。根据磁性铁与全铁的比值可将铁矿石分为单一弱磁选铁矿石（mFe/TFe $>85\%$）；联合流程选矿铁矿石（mFec/TFe $<65\%$）。在铁矿床勘探工作中了解磁性铁的含量和分布对矿床评价具有重要意义。

【碳酸铁】　在铁矿石中系指含铁碳酸盐矿物中的铁元素。在铁矿床评价中，其含量根据化学物相分析结果确定。主要铁矿物有菱铁矿、铁白云石以及其它一些含铁碳酸盐。因菱铁矿（$FeCO_3$）中含 FeO62．1%，$CO_2$37．9%，焙烧后 CO_2 烧失，FeO 成分相对提高。故在评价铁矿床时，菱铁矿床工业指标的全铁含量，可略低于磁铁矿、赤铁矿矿床；铁白云石中 CaO、MgO 含量较高，呈碱性，与矿石中的 SiO_2 Al_2O_3，酸性组分平衡后，具自熔性。因此它的含铁量虽低，不具工业价值，但可作为熔剂矿石使用。故在评价铁矿床时对碳酸铁应予重视。

【赤褐铁】　在铁矿石中系指磁性较弱的氧化矿物中所含的铁元素。在铁矿床评价中，其含量根据化学物相分析结果确定。主要矿物有亦铁矿、褐铁矿、镜铁矿、针铁矿等。它是磁性较弱的氧化铁，选矿流程一般比较复杂；

【硫化铁】　在铁矿石中，系指含铁硫化物中的铁元素。在铁矿床评价中，其含量根据化学物相分析结果确定。主要矿物有黄铁矿、白铁矿、磁黄铁矿、砷黄铁矿及其它含铁硫化物。硫化铁中铁元素的含量虽然较高，但是硫在钢铁冶炼工业中是有害组分，超过允许含量会降低钢铁的质量，因此硫化铁矿石必须脱硫后才能入炉冶炼。矿石处理后回收的硫还可以作为工业原料。

【硅酸铁】　在铁矿石中，系指含铁硅酸盐矿物中的铁元素。在铁矿床评价中，其含量根据化学物相分析结果确定。含铁硅酸盐矿物种类很多，主要有铁橄榄石类、榴石类、辉石类、闪石类、黑云母、铁绿泥石、阳起石等。大部分的硅酸铁矿物含铁量低，含硅量高。冶炼中硅是有害组分，故硅酸铁在冶炼中难于利用，因而在铁矿床评价时，应查明矿石中硅酸铁的种类与数量。当硅酸铁含量较高时，要相应提高全铁指标。它在铁矿评价中是一项重要的参数。

【可溶铁】　soluble iron　一般是指铁矿石中的磁铁矿、赤铁矿、镜铁矿、褐铁矿、针铁矿、菱铁矿等含铁矿物所含的铁元素，用 SFe 表示。由于它们易溶于稀盐酸，选、冶时易于提取，故称可溶铁。过去在习惯上是相对于铁矿石中难溶的硅酸铁而言。但是硅酸铁的矿物种类很多，其可溶性不尽相同，过去却笼统地视为非可溶铁，如硅酸铁中的绿泥石、钙铁榴石、铁橄榄石等矿物含的铁元素，是可溶于稀盐酸或其它无机酸的，因而可溶铁中也就包括了部分“非可溶铁”（硅酸铁）。故所谓可溶铁、非可溶铁的概念，是不符合实际的，它不能准确的反映铁矿石的质量。目前多倾向于以化学物相分析方法来划分含铁矿物的类别，用以评价铁矿床的质量。

【非可溶铁】　nonsoluble iron 一般是相对于铁矿石中可溶铁而言的习惯称谓。实际上是指铁矿石中的硅酸铁。因含铁硅酸盐的种类很多，如铁橄榄石、铁铝榴石、钙铁榴石、辉石类、闪石类、黑云母、铁绿泥石、阳起石、绿帘石等，其中大部分难溶于盐酸，选、冶时不易提取，故视为非可溶铁。但是有的也是可溶的，如钙铁榴石、铁橄榄石等，在分析可溶铁的条件下，其中有 50% 的铁被溶解。因此把硅酸铁一律视为“非可溶铁”的概念是不确切的。

【需选矿石】　又称入选矿石。是需要经过选矿处理后，才能入炉冶炼或加工利用的矿石的统称。它包括①主要有用组分含量低的贫矿，例如贫铁矿和有色金属矿的矿石，必须经过选矿、球团或烧结处理后，才能入炉冶炼，②铁矿石中主要有用组分含量高的“一般富矿”，因其伴生具有经济价值的有用组分，或有害杂质含量超过规定要求，或是矿石块度不符合入炉冶炼要求时，都必须经过选矿处理后才能入炉冶炼的矿石，例如“钒钛磁铁矿”、“含硫富铁矿”等。

【富矿】　rich ore　泛指矿石的主要有用组分或主要有用矿物富集，与同一矿床中一般矿石相比品位较高，在经济技术条件及加工利用上，具有较高的经济效果的矿石。①在工业上所谓的富矿，一般是指不需选矿即可直接入炉或直接加工利用的矿石。例如主要有用组分的含量达到规定要求，有害杂质的含量，以及矿石的块度都符合直接入炉冶炼规定的铁矿石；②在地质工作中所谓的富矿是个相对的概念，一般只是单纯地按主要有用组分（品位或主要 有用矿物含量）的相对高低来衡量矿体的贫富。根据这一概念可以圈定出富矿体、富矿脉、富矿带或富矿段等。

【一般富矿】　在铁矿床评价中，富铁矿石的全铁含量虽然达到炼铁用富矿或炼钢用富矿的规定，但矿石中的有害杂质的含量超过规定，伴生有用组分可以回收利用，或矿石块度不符合规定。这类矿石需要选矿、烧结或球团处理后才能入炉冶炼，故称一般富矿。

【贫矿】　poor ore　指主要有用组分的品位或主要有用矿物的含量与同类矿石（或矿床）相比，品位较低的矿石（或矿床）。一般情况下贫矿须经过选矿、球团烧结处理后，才能入炉冶炼或加工利用。贫矿在目前经济技术条件下，虽然由于矿石品位较低，相应地增加了矿石的采掘量以及选矿的工作量，但由于技术上可行，经济上合理，仍然具有工业利用价值。当前世界上相当数量的矿产资源，多取自大而贫的矿床，因此对交通便利，规模较大，埋藏较浅，矿化均匀，易采易选的贫矿，例如大型的沉积变质的磁铁矿床，斑岩铜矿，以及虽然主要有用组分品位较低，但伴生多种具有工业价值的有用组分的矿床，在经济技术核算合理时应该予以充分注意，进行综合评价。

【高炉富矿】　blast furnace ore　也称“炼铁用铁矿石”。是冶金工业根据铁矿石的质量划分的一个矿石品级。指铁矿石中的主要有用组分、有害杂质的含量以及矿石的块度符合高炉炼铁的规定，可以直接入高炉炼铁的矿石。由于炼铁技术的发展，高炉体积迅速增大，炉型发生了变化，同时为了与“炼钢用铁矿石”一词相对应，因此主张把高炉富矿，改为炼铁用铁矿石。

【炼铁用铁矿石】　又称高炉富矿。指铁矿石中铁的含量及有害杂质的含量均符合直接入炉炼铁的富铁矿石。其一般质量要求如下表：

<table>
<tr><th colspan="3">矿石类型</th><th>磁铁矿、赤铁矿</th><th>褐铁矿、菱铁矿（扣除烧损折算后）</th><th>自熔性矿石</th></tr>
<tr><td colspan="3">全铁%</td><td>⩾50</td><td>⩾50</td><td>〉40</td></tr>
<tr><td rowspan="12">有害组分允许含量%</td><td rowspan="3">S</td><td>一级矿</td><td colspan="3">〈0．06</td></tr>
<tr><td>二级矿</td><td colspan="3">〈0．2</td></tr>
<tr><td>三级矿</td><td colspan="3">〈0．3</td></tr>
<tr><td colspan="2">P</td><td colspan="3">〈0．25</td></tr>
<tr><td colspan="2">Cu</td><td colspan="3">〈0．1－0．2</td></tr>
<tr><td colspan="2">As</td><td colspan="3">〈00．4－0．07</td></tr>
<tr><td colspan="2">Pb</td><td colspan="3">〈0．1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Zn</td><td colspan="3">〈0．05－0．1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sn</td><td colspan="3">〈0．08</td></tr>
<tr><td colspan="2">F</td><td colspan="3">〈1．0</td></tr>
<tr><td colspan="2">SIO_2</td><td colspan="2">〈15－18</td><td>〈10</td></tr>
<tr><td colspan="3">块度 m/m</td><td colspan="3">10－75</td></tr>
</table>

【炼钢用铁矿石】　又称平炉富矿。五十年代以来，由于炼钢技术的发展，除使用平炉炼钢外，并采用电炉炼钢、转炉炼钢新技术。因而把可以直接用于炼钢的富铁矿石称为“平炉富矿”已不够确切，故改称“炼钢用铁矿石”。炼钢用铁矿石是根据铁矿石质量划分的一个矿石类型。这种铁矿石的主要有用组分、有害杂质的含量及矿石的块度都符合于直接入炉炼钢的要求。炼钢用的铁矿石现在主要用于平炉、电炉炼钢中作氧化剂，转炉炼钢中作冷却剂。由于炼钢技术的发展采用吹氧工艺和部分熟料，沉渣代替铁矿石入炉，因此用作氧化剂、冷却剂的矿石单位消耗量已大为降低。炼钢用铁矿石的一般质量要求如下表：

矿石类型		磁铁矿、赤铁矿石	褐铁矿（原矿）
全铁%		≥56－60	≥50
有害杂质允许含量%	SiO_2	＜12－13	
	S	≤0.1－0.15	
	P	≤0.1－0.15	
	Cu	≤0.2	
	As	≤0.04	
	Pb	≤0.04	
	Zn	≤0.04	
	Sn	≤0.04	
块度 m/m		20－250	

注：褐铁矿有害杂质允许含量为扣除烧损折算后数字

【平炉富矿】　open－hearth ore　即“炼钢用铁矿石”。由于炼钢工艺的发展，“平炉富矿”除用于平炉炼钢外，还用于电炉、转炉，故有人认为“平炉富矿”的含义亦不确切，主张改称“炼钢用铁矿石”。

【利用系数】　available factor 钢铁工业中是反映高炉或平炉利用程度和炼铁、炼钢生产技术水平的技术经济指标。高炉利用系数为一座高炉每昼夜每立方米生产生铁吨数；平炉利用系数为一座平炉每昼夜每平方米炉底工作面积生产钢的的吨数。

【焦比】　coke ratio 冶炼一吨生铁所需要的焦炭量（公斤）。

【人造富矿】　artificial rich ore，manufactured rich ore 又称“人造矿块”，系烧结矿、球团矿的总称。①烧结矿：高炉用的一种“人造富矿”。是用粉矿、精矿或炉尘等加入适量的燃料和溶剂烧结而成。它具有粒度均匀，气孔率高，机械强度适当等优点，有利于强化高炉冶炼。此外在烧结料中加入适量的熔剂，使其碱度等于或接近高炉炉渣碱度，这种烧结矿称“自熔性烧结矿”。它的冶炼性能优于普通烧结矿，可降低焦比，提高高炉生产能力。②球团矿：是在精矿、粉矿中加入适量水分，或在精矿中加入适量熔剂或少量粘结剂混合后，滚、压成球，经高温焙烧或通入二氧化碳气体使之硬化而成。它具有粒度均匀、机械强度高，还原性能良好的优点，主要用于高炉，也用于平炉。人造矿块，可以大量利用粉状原料，充分利用铁矿资源。

【造渣组分】　slag forming compo nent　指金属矿石中组成脉石矿物及杂质的成分。如在铁矿石中的主要造渣组分有酸性氧化物，包括 SiO_2、P_2O_5，TiO_2，V_2O_5 等；碱性

氧化物，包括 CaO、MgO，MnO_2、FeO、Na_20、K_2O 等；两性氧化物，包括 Al_2O_3，Cr_2O_3、Fe_2O_3 等。冶炼时根据矿石中造渣组分含量的比值，加入适当的熔剂，使之成为易于熔化的中性炉渣，并与金属分离。造渣组分的化学性质及其含量，是决定冶炼经济效果的一个重要因素。随着选、冶技术和综合利用的不断发展，目前不仅可以从造渣组分所形成的矿渣中提取有用组分，并且可以利用矿渣制做轻质保温材料（矿渣棉）、水泥混合材料（生产矿渣水泥等），及砖瓦原料等。富磷的矿渣还可以用以制做磷肥。

【酸性矿石】 acid ore 是根据铁矿石的自熔性能或矿石碱度而确定的一种矿石类型。一般是指脉石成分中的碱性氧化物与酸性氧化物的比值（$CaO + MgO/SiO_2 + Al_2O_3$）在 0．8 以下的矿石。冶炼时需配入适量的碱性熔剂（石灰石等），或与碱性矿石搭配使用，以促使脉石形成易于熔融的矿渣。过去曾将比值小于 0．5 的列为酸性矿石，比值 0．5— 0．8 之间的矿石另划一个类型，称“ 半自熔性矿石，现工业部门已将其列入酸性矿石之中。

【半自熔性矿石】 semi－self fluxing ore，semi－self fusible ore 是根据铁矿石的自熔性能或矿石碱度而确定的一种矿石类型。是指矿石中的碱性氧化物与酸性氧化物的比值（$CaO + MgO/SiO_2 + Al_2O_3$ 在 0．5—0．8 之间的矿石。这类矿石在冶炼时仍要配入适量的碱性熔剂（石灰石等），或与碱性矿石搭配使用，才能使炉渣配成中性，达到铁、渣分离，故称“ 半自熔性矿石 ”。严格说来它仍属于酸性矿石，因此工业上已把它列入酸性矿石中。

【自熔性矿石】 self－fluxing ore，self－fusible ore 是根据富铁矿石的自熔性能或矿石碱度确定的一种矿石类型。一般是指矿石中的碱性氧化物与酸性氧化物的比值（$CaO + MgO/SiO_2 + Al_2O_3$）在 0．8—1．2 之间的矿石。这类矿石在炼铁过程中不须添加或少加熔剂，故称“ 自熔性矿石 ”。它具有降低焦炭消耗，提高高炉利用系数的优点，是冶炼经济效果较高的矿石。一般是将比值在 0．8—1．2 之间的划为自熔性矿石，但是在高炉炼铁中，焦炭的灰分一般呈酸性，因此矿石中的碱性氧化物，除中和自身的酸性氧化物外，还需中和焦炭灰分中的酸性氧化物，故主张这类矿石的碱度应提高到 1．0— 1．2 比较恰当。

【碱性矿石】 basic ore 根据富铁矿石的自熔性能或矿石碱度确定的一种矿石类型。一般是指矿石中的碱性氧化物与酸性氧化物的比值（$CaO + MgO/SiO_2 + Al_2O_3$）在 1．2 以上的矿石。由于矿石中的碱性氧化物不但能够中和脉石本身的酸性氧化物，同时对焦炭灰分中的酸性氧化物也能起到熔剂作用，故冶炼时常与酸性矿石搭配使用，是铁矿石中冶炼经济效果较高的矿石。

【熔剂性矿石】 fulxing ore，fusible ore 在冶炼过程中，根据矿石的碱度添加于炉料中的造渣原料，统称为熔剂。以促使炉料中杂质结合成渣与金属分离，从而达到熔炼矿石的目的。这类具有熔剂作用的矿石称为熔剂性矿石。它除自熔性矿石外，还包括与酸性矿石搭配使用的碱性矿石、或与碱性矿石搭配使用的酸性矿石。有的矿石的铁含量虽然低于工业指标，但钙、镁氧化物含量较高，有害杂质含量低于规定指标，也称为熔剂性矿石。

【冶金辅助原料】　冶金工业中使用的熔剂和耐火材料的总称。熔剂原料有石灰岩、白云岩、硅石、萤石、铁钒土等。它们在冶炼中的主要作用是平衡炉料的碱度，使炉料在冶炼时达到酸碱中和，并与炉料中的杂质结合成渣，而与矿石中的金属分离，增强炉渣的流动性，排除硫，磷杂质等。用作耐火材料的矿石有白云岩、硅石、耐火粘土、菱镁矿、高铝粘土、高铝矿物原料（红柱石，矽线石、蓝晶石、蓝线石）及型砂等。它们分别用以制作不同化学性质的耐火砖，及铸模造型，蓝晶石则专用作不定形的高级耐火材料。冶金工业中对于冶金辅助原料的化学组分、物理性质等都有具体的规定。

【熔剂】　fulx 冶金过程中用作造渣的配料。熔剂的原料有石灰石、白云石，硅石、萤石、铁钒土等，富含 CaO，MgO 的原料为碱性熔剂，富含 SiO_2、Al_2O_3 的原料为酸性熔剂。它们分别用来捉高炉料的碱度和酸度，使炉料冶炼时达到酸碱中和，渣铁分离，并用来增强炉渣的流动性，排除硫、磷杂质等。

【高镁铁矿石】　一般指铁矿石中氧化镁（MgO）含量较高的矿石。矿石中氧化镁的含量是计算矿石碱度的一个参数。氧化镁含量适当时，可以增加炉渣的流动性，降低炉渣的熔点，有利于脱硫和炉况的顺行，一般认为炉渣中 MgO 的含量在 7—12% 是有利的。根据国内外的资料，炉渣中的 MgO 含量则以不大于 20% 为适宜。由于炉渣中的 MgO 来源于原铁矿石，焦炭和熔剂，因此不能仅以原铁矿石中 MgO 含量来衡量。在冶炼过程中，如果以两吨矿石炼出一吨生铁计算，则每吨原铁矿石 MgO 的含量达到 3．5— 6% 就要研究矿石中所含的 MgO 能否参予酸碱度计算，以及能否直接入炉使用。或是否需要配矿及选矿等。

【高铝铁矿石】　一般指铁矿石中三氧化二铝（Al_2O_2）含量较高的矿石。矿石中三氧化二铝是计算矿石碱度的一个参数。高炉冶炼时 Al_2O_3 全部进入炉渣。三氧化二铝含量的高低，直接影响炉渣的熔点、稠度、流动性，脱硫能力和焦炭、熔剂的消耗。当炉渣中 $Al_2O_3 < 10\%$ 时，炉渣熔点 $< 1400℃$，$Al_2O_3 > 20\%$ 时则熔点升高，炉渣变稠，炉况不能顺行。同时炉渣中 Al_2O_3 与 SiO_2 的平衡对炉渣的流动性关系极大，一般认为 SiO_2/Al_2O_3 的比值在 2．36 时（即 $Al_2O_3$15%，$SiO_2$35．4%）炉渣的流动性最好。若以两吨原矿石炼出一吨生铁计算，则矿石中 Al_2O_3 的含量 $< 7.5\%$ 时才能使炉渣中的 $Al_2O_3 < 15\%$；否则将增加焦比和熔剂消耗。但考虑到焦炭及熔剂中尚含有一部分 Al_2O_3，故入炉铁矿石的 $Al_2O_3 > 5\%$ 时，就要注意研究矿石中含的 Al_2O_3 能否参予酸碱度计算，能否直接入炉使用或是否需要配矿或选矿。

【酸不溶物】 insoluble substance，acid insoluble 一般是指在稀盐酸（10—20%的盐酸）中不溶的物质。例如熔剂、耐火材料、化工原料用的白云岩、石灰岩等碳酸盐岩石中的三氧化二铝（Al_2O_3）、三氧化二铁（Fe_2O_3）、四氧化三锰（Mn_3O_4）及二氧化硅（SiO_2）等杂质都是酸不溶物，它在上述工业原料中是有害组分，因此酸不溶物是评价这类矿产质量的一项技术指标。

【铬铁比】 chromic oxide - ferrous oxide ratio 指铬铁矿矿石或精矿中三氧化二铬（Cr_2O_3）与氧化亚铁（FeO）是氧化亚铁的实际含量及由三氧化二铁换算为氧化亚铁含量的总和）的比值（Cr_2O_3/FeO）。铬铁比值愈高，冶炼时铬铁合金中含铬量愈高。因此铬铁比值是决定铬铁合金产品质量的一个重要因素，也是铬铁矿床工业评价的一项重要指标。

【锰铁比】 manganese - iron ratio 指锰矿石中锰与铁的比值，是评价冶金用锰矿石质量的一项重要技术指标。锰铁比值高的锰矿可以冶炼高标号的锰铁，比值要求6—10，一般要求为2—4左右。锰铁比值不符合工业要求而锰铁之和（Mn + Fe）>30—40时可用以冶炼镜铁、硅镜铁。

【铝铁比】 alumina - ferrous oxide ratio 指铝土矿石中三氧化二铝（Al_2O_3）与三氧化二铁（Fe_2O_3）含量的比值（Al_2O_3/Fe_2O_3）。它是评价铝土矿质量的一项技术指标。铝土矿石中铁分虽然不是很有害的组分，但是矿石中铁的含量多时，便成为难以处理的杂质。所以铝土矿中铝铁比值愈高，即铁的含量愈低，矿石质量愈好。

【铝硅比】 alumina - silica ratio 指铝土矿石中三氧化二铝（Al_2O_3）与二氧化硅（SiO_2）含量的比值（Al_2O_3/SiO_2）。它是评价铝土矿矿石质量的一项重要技术指标。二氧化硅在铝土矿石中是有害组分，由于它在炼铝过程中易于形成不熔融的铝硅酸钠，造成碱及氧化铝的消耗。因此矿石的铝硅比愈高，矿石质量愈高，所以铝硅比值的高低是确定铝土矿床工业评价和矿石冶炼方法的重要依据。

【氧化矿石】 oxidized ore 指金属矿床受氧化作用后，形成的氧化带中的矿石。矿石受到氧化作用后，它的矿物组分和结构、构造均产生了明显的变化，因而在加工利用时也必须采用不同于原生矿石的方法和工艺流程。在地质勘探阶段应该通过系统的采样和物相分析，以确定氧化带的界限及深度。当矿床的氧化矿石占有一定的储量时，还必须进行氧化矿石的选矿试验，并圈定它的范围和单独计算储量。对于在氧化带中次生富集的有益组分，要注意综合评价。工业部门为了选择合理的选矿方法与工艺流程，最大限度地开发利用矿产资源，通常需要根据矿石的氧化程度，将其划分为若干类型。例如按全铁与氧化亚铁的比值，把磁铁矿床的矿石分为氧化矿石、混合矿石和原生矿石；铜矿床则根据矿石的氧化率分为氧化矿石、混合矿石和硫化矿石。

【混合矿石】 mixed ore 指矿床的氧化带与原生带之间过渡类型的矿石。参见“氧化矿石”。

【原生矿石】 primary ore 原生矿石的严格含义是指矿床中来受氧化作用的矿石。但在工业中，根据矿石的选冶条件，把部分受轻度氧化作用的矿石也包括其中，统称原生矿石。在硫化矿床中，原生矿石即指硫化矿石。详见“氧化矿石”。

【硫化矿石】 sulphide ore 指硫化矿床中未受氧化作用或轻度氧化的矿石。详见“原生矿石”。

非金属矿产

【耐火材料】 refractory，refractory material 一般指耐火度在摄氏1580°以上的材料，亦即熔融温度不低于摄氏1580°的材料。天然矿物中，用粘土、石英、白云石、菱镁矿、石墨等作原料，经过粉碎、成形、干燥、烧成等工序都可制成耐火材料。作为耐火材料的原料，根据使用的要求，工业部门对其化学组分（有用组分、有害组分），物理性质（烧失量、耐火度等）都有具体的要求。同时还可根据耐火度或化学组分比值划分为不同品级或不同类型的耐火材料。

【耐火粘土】 refractory clay 粘土的一种，矿物成分以高岭土或水云母—高岭土类为主组成，有较高的耐火度（1580℃以上）而区别于其它粘土。它的化学成分主要为二氧化硅（SiO_2）、三氧化二铝（Al_2O_3）及少量的三氧化二铁（Fe_2O_3）和氧化镁（MgO）、氧化钙（CaO）、氧化钾（K_2O）、二氧化钛（TiO_2）、氧化钠（Na_2O）等杂质。根据不同的工业用途，工业部门对它的化学组分（有用组分、有害组分），物理技术性能（耐火度、烧央量等）都有具体的要求。根据它的可塑性可以分为硬质耐火粘土、半硬质耐火粘土和软质耐火粘土三种。耐火粘土主要用于制作耐火砖，堵口火泥、陶瓷原料并可用作造纸、橡胶的充填料。此外，铝土矿（含水铝石为主）也可用作耐火粘土。

【硬质耐火粘土】 stiff firecaly 简称“硬质粘土”。是没有可塑性或可塑性很差的粘土。这种耐火粘土泡在水中或细磨和水后也不能塑成各种形状。它是制造耐火材料的主要原料，使用时一般须加入一定比例的软质耐火粘土，根据硬质耐火粘土的化学组分（有用组分、有害组分），物理性能（耐火度、烧失量等）可以划分为特级、Ⅰ级、Ⅱ级，Ⅲ级等四个不同品级。

【软质耐火粘土】 soft fireclay 简称“软质粘土”。是一种具有可塑性的耐火粘土。这种耐火粘土泡在水中变软，和水后能做成各种形状，是制作耐火材料的原料，作为粘结剂和于硬质耐火粘土中。根据软质耐火粘土的化学成分（有用组分，有害 i 组分）、物理性能（耐火度、可塑性、烧失量 等）可以划分为不同的品级。

【半硬质耐火粘土】 semi - stiff fi reclay 简称“半硬质粘土”，是可塑性介于硬质耐火粘土和软质耐火粘土之间的耐火粘土。这种耐火粘土泡在水中仅部分变软，故称“半硬质耐火粘土”。根据它的化学组分（有用组分、有害组分）及物理性能（耐火度、烧失量等）可以划分为不同品级。

【造型用砂】 foundry，sand 指铸造生产中制造砂型及砂芯等的原砂（石英砂、冲积砂、风积砂)。它主要由粒度比较均匀的石英颗粒组成。根据石英（SiO_2 及泥类（小于0. 022毫米的颗粒）的含量（含泥量）分为石英砂、石英长石砂、粘土砂三个类别。石英砂主要用于配制铸钢件用的型砂及芯砂；石英长石砂主要用于配制铸铁件及有色金属铸件的型砂及芯砂；粘土砂中部分（1级粘土砂）可用于配制小型铸铁件、中小型有色金属铸件用的型砂及砂芯，大部分粘土砂（2—4级粘土砂）用作铸铁、有色金属铸件用的型砂及芯砂的附加物，以提高造型用砂的湿强度，改善造型性能。

【石英砂】 quartz sand 是铸造工业根据原砂中石英、含泥量的百分比划分的一种造型用砂。它的石英含量在90%以上，含泥量在2%以下。有害杂质（$K_2O + Na_2O$、$CaO + MgO$、Fe_2O_3）的含量也有具体的要求。石英砂一般用于配制铸钢件用的型砂及芯砂。

【石英长石砂】 quartz - feldspar sand 是铸造工业根据原砂中石英、含泥量的百分比划分的一种造型用砂。它的石英含量在85—90%，含泥量在2%以下，但对有害杂质的含量没有具体要求。一般用于配制铸铁件及有色金属铸件用的型砂及芯砂。

【粘土砂】 clay sand 是铸造工业根据原砂中的含泥量划分的一种造型用砂，工业上对粘土砂中的石英及有害杂质的含量没有具体的要求。粘土砂主要用于铸铁及有色金属铸件用的型砂及芯砂的附加物，提高湿强度，改善造型性能。

【造型粘土】 foundry clay 指具有一定粘结性能、热化学稳定性较好的粘土，主要的原料为普通粘土和膨润土，是由颗粒细小的、含水的硅酸铝（$mAl_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot xH_2O$）组成。造型粘土主要用作粘结剂。它与造型用砂混合加入少量水后可以增加混合料的湿强度，混合料烘干后也具有一定的干强度。膨润土吸水后具有晶格膨胀的特点，因此它的湿强度比粘土高。

【塑性指数】 plastic index 又称“可塑性指数”。表示粘土呈可塑状态时的含水量变化范围。可塑性是指粘土在外力作用下，不破坏其整体性而产生连续变形，并在外力取消后仍能保持其形态的性质。粘土在一定含水范围内才具有可塑性。当含水量减少时，粘土呈半固态或固态；含水量增多时，则呈流动状态。粘土由可塑状态转变为流动状态时的临界含水量，称“液性界限”或“塑性上限”。由塑性状态转变为半固态时的含水量，称“塑性界限”或“塑性下限”。液性界限与塑性界限之差，即为塑性指数。共计算公式为 Ip = Wc - Wp，式中 OIe 为塑性指数；Wc 为液性界限 Wp 为塑性界限。

$$W_L = \frac{G_L}{G_S} \times 100\%,$$

其中液性界限100%，Olc 是由塑态变为流态时所含水分的重量；Gs 是绝对干燥的粘土重量。塑性界限 Gp 是由塑态变为半固态时所含水分的重量。塑性指数说明粘土保持可

$$W_P=\frac{G_P}{G_S}\times100\%,$$

塑状态的能力，是粘土分类和确定粘土用途的主要技术指标。耐火材料、陶瓷、砖瓦和立波尔窑生产水泥等所用的粘土，对塑性指数都有具体的要求。塑性指数愈大，则粘土保持可塑状态时的含水量范围愈大。

【塑性界限】　plastic limit　又称“塑性下限”。指粘上由可塑状态转变为流动状态时的临界含水量。详见“塑性指数”。

【液性界限】　liquid limit　又称“塑性上限”。指粘土由可塑状态转变为半固态时的临界含水量。详见“塑性指数”。

【熟料】　泛指原料经过加工、配料、焙烧后的产品。①黑色、有色金属冶炼时使用的人造矿块。其中一种是以粉矿、精矿或炉尘等，加入适量的燃料和熔剂烧结而成的烧结矿；一种是以适量的水分润湿精矿、粉矿，或精矿与一定比例的熔剂或少量粘结剂的混合物，滚压成球，并经高温焙烧，或通入二氧化碳气体使其硬化而成的“球团矿”。它们的优点是可以充分利用矿粉，产品粒度均匀，机械强度高，高气孔率，还原性能良好，提高冶炼炉利用系数。因此目前冶金企业的熟料入炉比例已逐渐增加。②耐火材料工业中指在600°—800℃或1300°—1400℃焙烧过的耐火粘土，也称熟料是生产耐火材料的主要原料。③水泥工业中是指将石灰岩及粘土质原料在1450℃焙烧而成的产品，一般是烧结成块，为硅酸盐水泥的主要原料。

【生料】　泛指未经加工、焙烧的原料。

【烧失量】　ignition loss，loss on ignition　又称“灼烧减量”或简称“灼减”。指耐火材料、陶瓷以及化工、冶金等原料加工、煅烧过程中，在高温下由于碳酸盐分解、有机物质挥发和失去水分等所减少的重量，以重量百分比表示之。它是评价有关矿产资源的一项技术指标，是工业部门在生产过程中计算配料比例时的一个重要参数。烧失量

$$\text{烧失量}=\frac{G_1-G_2}{G}\times100\%$$

的最大允许限度，因矿物原料不同，工业用途不同，具体要求也有所区别。计算公式为：式中G_1为灼烧前试样和坩埚的总重量（克）；G_2为灼烧后试样和坩埚的总重量（克）；G为灼烧前试样重量（克）。

【灼减】　即“烧失量”。

【灼烧减量】　即“烧失量”。

【耐火度】　refractoriness　是评价耐火材料在高温下稳定性能的一项技术指标。指耐火材料在高温下开始熔融的临界温度，以摄氏（C）表示。因此耐火度也是评价耐火材料矿产（耐火粘土、菱镁矿等）质量的重要技术指标之一。影响耐火度的主要因素是耐火材料中的三氧化二铁（Fe_2O_3），氧化钙（CaO）、氧化镁（MgO。镁质耐火材料中MgO是有用组分）、氧化钾（K_20）、氧化钠（Na_2O）、二氧化钛（TiO_2）等有害杂质的含量。耐火材料中有害杂质含量高时，会降低耐火材料的耐火度。

【铝氧率】 alumina ratio（A. R.），iron modulus（I. M.） 又称“铝氧系数”或“铁率”。硅酸盐水泥生产的一项技术指标。指硅酸盐水泥熟料中三氧化二铝与三氧化二铁的比值（Al_2O_3/Fe_2O_3）。它反映水泥熟料中铝酸三钙（$3CaO\cdot Al_2O_3$）与铁铝酸四钙（$4CaO\cdot Al_2O_3\cdot Fe_2O_3$）的相对含量。铝氧率过高时，则铝酸三钙含量多，煅烧时液相粘度较大，不利于游离氧化钙的吸收。过低时，生料烧结范围变窄，看火操作比较困难，且对水泥凝结有不良影响。因此铝氧率的数值必须选择适当，其数值范围一般为0.64—3.0之间，并且以1.0—1.8范围内比较适宜。在水泥原料（石灰岩、粘土等）勘探阶段，应根据有关化验结果进行配料试算。

【铁率】 iron modulus 即“铝氧率”。

【铝氧系数】 alumina modulus（fa ctor）即“铝氧率”。

【硅酸率】 silica ratio，silica modulus（S. M.） 又称“硅酸系数”或“硅率”。硅酸盐水泥生产的一项技术指标。是指硅酸盐水泥熟料中二氧化硅含量与三氧化二铝加三氧化二铁含量的比值（$SiO_2/A1_2O_s+Fe_2O_3$）。它反映水泥熟料中硅酸盐矿物（$3CaO\cdot SiO_2+2CaO\cdot SiO_2$）与熔剂矿物（$3CaO\cdot A1_2O_3+4CaO\cdot Al_2O_3$）的相对含量。硅酸率过低，则熔剂矿物含量过多，煅烧时液相量较大，容易结圈和结大块，使烧成困难，影响水泥的产量和质量；硅酸率过高，则说明熔剂矿物含量较低，煅烧时液相量太小，同样使烧成困难。所以，生产硅酸盐水泥时，硅酸率必须选择适当，才能保证正常生产。其数值范围一般为1.5—3.5之间，并以1.8—2.5比较适宜，有的认为1.9—2.5比较适宜，但中热水泥的率值可稍高。在水泥原料（石灰岩、粘土等）勘探阶段应根据有关化验结果进行配料试算。

【硅酸系数】 silica modulus（S. M）即“硅酸率”。

【硅率】 silica ratio 即“硅酸率”。

【石灰饱和系数】 lime saturation factor（L. S. F） 又称“石灰饱和比”。硅酸盐水泥生产的一项技术指标，表示硅酸盐水泥熟料中氧化钙（CaO）的总量减去形成铝酸三钙（$3CaO.\ Al_2O_3$）和铁铝酸四钙（$4CaO\cdot A1_2O_3\cdot Fe_2O_3$）所需的氧化钙后，剩余的氧化钙与理论上使全部二氧化硅都形成硅酸三钙（$3CaO\cdot SiO_2$）所需要的氧化钙量的比值。计算公式为石灰饱和系数（KH）=

$$\frac{CaO-(1.65A1_2O_3+0.35Fe_2O_3)}{2.8SiO_2}$$

石灰饱和系数愈高，生成的硅酸三钙量愈多，水泥硬化快，早期强度高。但过高时，生料烧成困难，熟料中游离石灰含量多，水泥安定性不良。石灰饱和系数低时，生成的硅酸二钙（$2CaO\cdot SiO_2$）量多，生料易于烧成。但过低时则水泥早期强度低。因此石灰饱和系数的数值必须选择适当，它的数值范围一般为o.80—0.95，并以在0.85—0.91之间比较适宜，有的认为KH的范围以0.85—0.92为适宜。在水泥原料（石灰岩、粘土等）的勘探阶段，应根据有关化验结果进行配料试算。

【石灰饱和比】 lime saturation ratio 即“石灰饱和系数”。

【生料云母】 crude mica 又称“云母原矿”或“云母毛矿”。指从掌子面前的矿石中选出的轮廓面积大于4平方厘米任意厚度的云母晶体，是云母开采后选矿的最初产品和选取工业原料云母的原料。

【云母原矿】 crude mica 即“生料云母”。

【工业原料云母】 industrial raw material mica 指从云母原矿中经过粗选后取得的两面平整、有效面积大于或等于4平方厘米的任意外形的云母块。它是制作各种云母产品的初步原料。其外观质量条件是：在有效面积内不允许有裂缝、穿孔、粘结、皱纹、嵌填物、连生物和羽毛状梗子层；不允许有完全丧失弹性和挠曲性能的风化云母；云母晶体不允许有易于脱落的云母碎块，也不允许晶体表面有非云母矿物和全片黑云母覆盖层；云母晶体边缘上的非云母矿物沿经向不得超过3毫米，凹入角的非云母矿物的深度不得超过〉毫米；楔形云母最厚边的最大厚度不得超过10毫米，板状云母晶体厚度不限。

【厚片云母】 block mica 是云母加工的中间产品，即工业原料云母经过加工后所得到的厚度为0．1—2毫米、有效面积大于或等于4平方厘米的、任意外形符合外观质量条件的云母产品。它是剥制各种云母产品的原料。

【有效面积】 effective area of mi ca “云母有效面积”的简称。是指云母片内符合外观质量条件要求所能划出的最大内接矩形的面积，矩形两相邻边的边长比为1∶1—1∶3。有效面积的大小是工业原料云母分类和厚片云母、薄片云母划分标号的依据，也是确定云母工业价值的一个重要标准。

【轮廓面积】 area of colltour out line 是指云母晶体自然面积内所能划出的两相邻边长之比为1∶1—1∶3的最大内接矩形的面积。它与有效面积的区别在于没有外观质量的要求。

【剥分性】 cleavability 是指云母在加工或剥制成薄片云母时被剥分的难易程度。云母晶体沿主轴面（001）一般具有极完全解理面，沿此面易于把云母剥成薄片，工业上便利用这种物理特性将云母加工成所需要的产品。剥分性与云母解理的发育程度以及存在的粘结、褶曲、皱纹等一些自然缺陷密切相关。剥分性直接影响厚片云母、薄片云母的出成率，所以它是评价云母质量的一项技术指标。

【耐火花电压试验】 sparkingvot rage resistance test 是对有磁铁矿斑点的厚片云母或薄片云母进行的一种耐电性能测定。试验方法是在云母片上放置间距10毫米的两个电极，逐渐升高电压，直到两极间出现火花时的电压值，即为云母的最低耐火花电压。在6千伏电压下，如1分钟内不发生火花即认为合格。

【击穿电压试验】 breakdown（disruptive）voltage test **是对薄片云母等绝缘材料进行的一种耐电性能测定。对云母的试验方法是取符合标准的云母片 10 片以上，在每片中心处进行一次击穿试验。试验的条件是：温度为 20 ± 5℃，频率为 50 赫芝，平稳升高电压，电极为铜或黄铜，直径为 10 毫米。然后取试验结果的算术平均值，作为平均击穿电压（千伏）。工业上对不同厚度（微米）的白云母、金云母击穿电压（千伏）的平均值及最低值都有具体的要求。**

【风化云母】 weathered mica **是指经长期风化作用后，物理性能发生变化，失去弹性和挠曲性能的云母。它不能作为工业原料云母使用，所以在有效面积内不允许有风化云母存在，是鉴定工业原料云母外观质量的一个重要标准。**

【楔形云母】 wedge shaped mica **指任一断面上一端比另一端厚的云母晶体。即呈楔形的云母晶体。作为工业原料云母的楔形云母，其最厚边的最大厚度不得超过 10 毫米，云母晶体的另一面的最小有效面积不得小于 6 平方厘米。**

【出成率】 yield，weight percent **是矿物原料经过初步加工后，成品与原料的重量或体积的百分比。它是某些非金属矿产质量评价和储量计算的一项重要参数。例如，厚片云母的出成率就是加工后的厚片云母与加工前工业原料云母的重量百分比。出成率决定于矿物的物理性质、开采方法和加工技术条件等因素。**

【工业原料云母含矿率】 **指单位体积矿石中含有的工业原料云母的重量（公斤/立方米），它是计算云母储量的一个参数，也是矿山计算产量的依据。参见“工业原料云母”。**

【压电效应】 piezoelectric effect，piezoelectricity **某些矿物晶体所具有的一种物理特性，是指当晶体的表面受力而发生压缩、拉伸等形变时，在受力表面产生电位差的现象；或在电场的作用下，晶体发生弹性形变的现象。前者称“正压电效应”，后者称“逆压电效应”。具有压电效应的水晶单晶称“压电石英”或“压电水晶”，其它如电气石、酒石酸钠等晶体也具有这种特性。**

【压电石英】 piezoquartz **又称“压电水晶”。指具有压电效应的水晶单晶。作为压电石英工业原料的晶体中，不允许有道芬双晶、巴西双晶、节瘤、裂隙、绵、包裹体（固体、气体、液体）等影响压电效应的缺陷存在。用这种单晶片制成高精度、高比值的压电石英元件（如谐振器、滤波器等），具有最高的频率稳定性，是现代国防、电子工业中的重要部件。具有工业价值的压电石英单晶，为无色透明、不含杂质、裂隙等缺陷，并满足一定几何尺寸要求的水晶单晶。**

【压电水晶】　即“压电石英”。

【光学石英】　optical quartz　又称“光学水晶”，是一种纯净透明的石英晶体。它与压电石英的主要区别是在晶体中允许有电双晶（道芬双晶）。由于它具有良好的透光性、旋光性等光学性能，工业上可以制造石英折射计、红外线分析窗口、光谱仪、摄谱仪等高级光学仪器。

【光学水晶】　即“光学石英”。

【工艺石英】　technological quartz　又称“工艺水晶”，是制造美术工艺品和高级眼镜等的石英晶体。其工业要求按不同的用途有所区别。用于琢磨工艺美术品的工艺石英，要求有鲜艳的色泽，用于制造眼镜片的工艺石英，要求具有很高的透明度。

【工艺水晶】　即‘工艺石英”。

【熔炼石英】　fused quartz　又称“熔炼水晶”，是熔制石英玻璃和器皿的重要原料。其主要的工业技术要求为二氧化硅的纯度高，有害杂质含量少，具有一定的透明度的水晶晶体或碎块，但是其中不允许含有矿物包裹体，表面不允许粘附矿物和杂质，或带有紫色、黄色。

【熔炼水晶】　即“熔炼石英”。

【透明度】　transparency　是表示物质被光线透过程度的物理量。根据透明度，矿物可以分为完全透明、透明、半透明及不透明四种。透明度是鉴定水晶、冰洲石、萤石等光学原料及金刚石等质量的一项指标。它与晶体中含有的矿物杂质和固态、液态、气态包裹体等有直接关系。

【晶间卤水】　intercrystalline bittern（brine）　指充填于盐湖矿床盐层孔隙中的高浓度盐水，常含有较高的钾、镁等成分，有时还有溴、硼、锂、铷、铯等稀有元素。晶间卤水的储量一般决定于盐层的厚度和孔隙度。

【淤泥卤水】　puddle bittern（brine）　指分布于盐湖淤泥沉积层中的盐水，呈吸附水和饱和水的状态充填在淤泥颗粒之间。其盐类物质成分相当于盐湖表部卤水和充填于盐层孔隙中的晶间卤水，卤水的浓度决定于盐湖所在地区的气候和水文地质条件。盐类物质含量较高并具有一定储量的淤泥卤水。可构成工业开采利用的对象。饱含卤水的盐湖淤泥还是理疗（泥疗）的重要物质来源。

【承压卤水】　pressure bittern（brine）　指盐类矿床中具有承压特点的地下盐水。按其成因有两种类型。一类是盐类物质沉积时被封存于透水性岩层中的原卤，它由于饱含天然气、硫化氢等气体，或在适宜的构造、水文地质等条件下而形成具有一定压力的卤水；一类是由于承压地下水沿断裂和裂隙溶解及淋滤盐层而形成的承压卤水。承压卤水含有较高的钾、钠、镁、钙的氯化物或硫酸盐，有时还含有硼、溴、锂等稀有元素，常成为工业开采利用的对象。以盐泉形式出露地表的承压卤水，是古盐矿床的找矿标志。

【水不溶物】 insoluble residue，insoluble sludge 又称“不溶残积物”。是指盐类矿产中包含于固体盐层及卤水内的不溶于水的杂质。其主要成分为砂、粘土、钙和镁的碳酸盐及有机残余物等，是评价食盐、钾盐、天然碱等可溶性盐类矿产质量和划分矿石品级的一项主要技术指标：

【不溶残积物】 即“水不溶物”。

【波美】 Baume 又称“波美度”，以符号 B′e 表示。化学工业中表示溶液浓度的一种单位。以波美为单位的液体比重计，称“波美比重计”，有重表、轻表两种：重表用于测定比重大于水的液体，轻表用于测定比重小的液体，在盐类矿床的地质勘探工作中，则以重表测定卤水的浓度。波美与比重的换算公式如下：

$$d = \frac{144.3}{144.3 - n}$$

式中：d 为溶液的比重；n 为波美度。

【波美度】 即“波美”。

【吸水率】 water absorption 是表示物体在正常大气压下吸水程度的物理量。地质工作中①测定岩石吸水率的目的，是为评价某些建筑材料矿产的质量和为矿山开采设计，以及解决有关工程地质等问题提供资料依据。岩石吸水率主要决定于孔隙度的大小。其计算公式为：

重量吸水率（$B_{重}$） =

$$\frac{G_{湿} - G_{干}}{G_{干}} \times 100\%$$

体积吸水率（B 体） =

$$\frac{G_{湿} - G_{干}}{V_0} \times 100\%$$

式中：G 湿为标本饱含水后重量；G 干为标本烘干至恒重时重量；T_0 干燥标本体积。②膨润土的吸水率是指 100 克试料吸水程度的物理量，以百分数表示。膨润土吸水率的测定是先将仪器中的玻璃毛细管调整到水平并注满蒸馏水。将烘干的试料 0. 5 克（准确到 0. 001 克），通过加料漏斗加入到玻璃细孔板上（试样堆成圆锥体形），同时开动秒表，记录不同时间玻璃毛细管内刻度的读数（毫升）。测定的时间如下：15 秒、30 秒、45 秒、1 分、2 分、5 分、10 分、20 分、30 分、60 分、90 分、120 分。计算公式如下：

$$E(\%) = \frac{V}{P} \times 100$$

式中：E 为吸水率；V 为被吸水的体积（毫升），换算成重量（克）；P 为试料重量（克）。

【软化系数】 coefficient of softening 是表示岩石吸水前后机械强度变化的物理量。指岩石饱含水后的极限抗压强度与干燥时的极限抗压强度之比，是评价天然建筑石材耐水性的一项重要参数。软化系数的大小对建筑工程的质量有直接影响，因此在严重受水

浸蚀或处于潮湿环境下的建筑物，应选择高软化系数的建筑石材，经常处于干燥环境中的建筑物，可不考虑石材的软化系数。其计算公式为：

$$\text{软化系数}(K_{\text{软}})=\frac{R_{\text{饱}}}{R_{\text{干}}}$$

式中：$R_{\text{饱}}$ 为饱含水状态下的极限抗压强度；$R_{\text{干}}$ 为吸水前的极限抗压强度。

【干燥收缩率】 coefficient Of dry - ing shrinkage 表示陶瓷、耐火材料、砖瓦等原料制成坯体后，由于干燥失水引起体积或长度缩减程度的物理量。它是评价有关矿产质量的一项技术指标，又是制造生产模具的一项重要参数。干燥后体积缩减的百分比称"干燥体积收缩率"（$Z_{\text{干}}$）。计算公式为：

$$Z_{\text{干}}=\frac{V_{\text{湿}}-V_{\text{干}}}{V_{\text{湿}}}\times 100\%$$

式中：$V_{\text{湿}}$ 为湿试件体积（厘米^3）；$V_{\text{干}}$ 为干燥后试件体积（厘米^3）。干燥后长度缩减的百分比称"干燥线收缩率"。其计算公式为：

$$Y_{\text{干}}=\frac{L_0-L_1}{L_0}\times 100\%$$

式中：L_0 为湿试件上两点间的距离（毫米）；L_1 为试件干燥后两点间的距离（毫米）。干燥收缩率较大的原料，在干燥过程中常发生翘曲，歪扭现象。因此，干燥线收缩率不易直接测定，须先测定体积收缩率再按下式换算成线收缩率。

干燥线收缩率 =

$$\left(1-\sqrt[3]{\frac{\text{干燥体积收缩率}}{100}}\right)\times 100\%$$

干燥收缩率一般决定于原料的颗粒度和成型坯体的含水量。

【干燥体积收缩率】 coefficient of dry volume shringage 干燥收缩率的一种。指陶瓷、耐火材料、砖瓦的坯体干燥后体积缩减量与干燥前坯体体积的百分比。详见"干燥收缩率"。

【干燥线收缩率】 coefficient of dry linear shrinkage 干燥收缩率的一种。指陶瓷、耐火材料、砖瓦的坯体干燥后长度缩减的百分比。详见"干燥收缩率"。

【烧成收缩率】 coefficient of firing shrinkage 表示陶瓷、耐火材料、砖瓦等干燥后的坯体在焙烧过程中产生体积或长度缩减的物理量，是评价上述矿产质量的一项技术指标，也是制造模具的一项主要参数。烧成后体积缩减的百分比，称"烧成体积收缩率"（$Z_{\text{烧}}$）。计算公式为：

$$Z_{\text{烧}}=\frac{V_{\text{干}}-V_{\text{烧}}}{V_{\text{干}}}\times 100\%$$

式中：$V_{\text{干}}$ 为干试件体积（厘米^3）；$V_{\text{烧}}$ 为烧成后试件体积（厘米^3）。烧成后长度缩减的百分比称"烧成线收缩率"（$Y_{\text{烧}}$）计算公式为：

$$Y_{\text{烧}}=\frac{L_1-L_2}{L_1}\times 100\%$$

式中：L_1 为干燥试件两点间的距离（毫米）；L_2 为试件烧成后两点间的距离（毫米）。烧成收缩率较大的原料，在焙烧过程中常发生翘曲、歪扭现象，因此烧成线收缩率不易直接测定，须先测定其体积收缩率，再按下式换算成线收缩率：烧成线收缩率 =

$$\left(1-\sqrt[3]{\frac{\text{烧成体积收缩率}}{100}}\right)\times 100\%$$

【烧成体积收缩率】　coefficient of firing volume shrinkage　烧成收缩率的一种。指陶瓷，耐火材料、砖瓦等的坯体焙烧后体积缩减的百分比。详见“烧成收缩率”。

【烧成线收缩率】　coefficient of firing linear shrinkage　烧成收缩率的一种。指陶瓷、耐火材料、砖瓦等的坯体焙烧后长度缩减的百分比。详见“烧成收缩率”。

【烧结温度范围】　sintering temperature range　简称“烧结范围”。粘土坯体在焙烧时，随着温度逐渐升高，粘土中的易熔物质开始熔融，坯体内的气孔率逐渐降低，密度愈来愈大直至坯体硬结，这一过程称为“粘土的烧结”。烧结过程开始时的温度，称“烧结温度”。当粘土焙体烧结以后，温度继续升高，坯体开始软化，甚至局部熔融，此时的温度称“软化温度”。烧结温度与软化温度的间隔“称烧结温度范围”。在这个范围内，虽然温度改变，但气孔率、体积收缩率等没有显著变化，不影响制品质量。在生产过程中，烧结温度范围愈大，窑的截面上受热愈均匀，否则焙烧难于控制，窑内温度不匀，容易产生过火或欠火的产品。所以烧结温度范围是评价陶瓷、砖瓦原料粘土质量的一项技术指标。

【烧结范围】　sintering range　“烧结温度范围”的简称。

【抗冻性】　freezing resistance　又称“耐冻性”。指物体在饱水状态下抵抗冻结与融化循环作用的性能。地质工作中，是评价建筑石材质量的一项技术指标。由于使用的地区和条件不同，在特定的冻结温度条件下进行抗冻性试验时，对试件的冻融循环次数的要求也不同，一般为 10、15、25 或 50 次；用于严寒地区水工建筑的建筑材料要求为 50、100、200 次。建筑材料的抗冻性与其矿物成分、胶结物质及孔隙率、吸水率等有密切关系。

【耐冻性】　即“抗冻性”。

【干燥敏感性】　drying sensitivity　指粘土制品在干燥过程中产生裂纹的性能，通常以干燥敏感系数表示其大小，是评价砖瓦、陶瓷粘土的加工性能的一项技术指标，据以确定坯体的合理干燥时间。粘土的干燥敏感性与矿物组成、干燥收缩串、可塑性、体积气孔率、塑性粒子的分散度和粘土粒子表面的碱性元素阳离子数量等有关，并且随温度的升高而减小。

【干燥敏感系数】　coefficient of drying sensitivity　表示粘土制品在干燥过程中产生裂纹性能的一项技术指标，计算公式为：

$$\text{干燥敏感系数}(K)=\frac{W_{\text{初}}-W_{\text{临}}}{W_{\text{临}}}$$

$W_{初}$ 为试样初始含水量（%），$W_{临}$ 为试样临界（即坯体停止收缩时）含水量（%）。一般工业要求粘土的干燥敏感系数≦1 较为适宜，1—2 为中等；>2 时则易造成产品缺陷。参见“干燥敏感性”。

【漂泥】　陶瓷原料的高岭土，经过淘洗，将其中的非粘土矿物（主要是石英砂）除去后留下的泥质物，称“漂泥”。以漂泥为基本分析样品，其分析结果（品位）是圈定矿体和储量计算的依据。高岭土经过淘洗（选矿）后所得漂泥的重量与淘洗前矿石重量的百分比，称“漂泥（精矿）回收率”，是评价高岭土矿床质量的一项参数，也是圈定矿体，计算储量的依据。

【漂泥回收率】　指陶瓷原料的高岭土，经过淘洗（选矿）后，所得泥质物（精矿）的重量与原矿重量的百分比，它是圈定矿体，计算储量的依据。

【白度】　whiteness　又称“洁白度”。是指高岭土、叶腊石、滑石等化工、陶瓷原料加工前后的洁白程度。一般是用标准白度板或光度计对比确定。其中高岭土、叶腊石、滑石等矿产的白度是评价造纸工业原料的主要质量指标；焙烧后的白度则是陶瓷工业原料及其产品的主要质量指标。在上述矿物原料中，因常含有氧化铁、氧化钛、氧化锰及有机物等杂质，往往带有不同程度的淡绿、粉红、黄、褐、深灰等颜色，是影响白度的主要因素。

【洁白度】　即“白度”。

【放电锰矿】　指可作干电池原料的锰矿石。其质量决定于二氧化锰和有害组分的含量。工业上要求矿石中的二氧化锰的含量较高。矿石中的铁、铜、镍、钴、砷等是有害组分，含量愈低愈好。其中，氧化铁在酸的作用下，易形成通电介质，造成电池自动放电；铜、镍、钴、砷等如呈可溶物存在时，会引起电池的腐蚀，严重影响电池的质量。

【石棉劈分性】　cleavability of assbeqtos　指石棉纤维可分离的程度，以分离后的纤维直径（微米）表示，是评价石棉质量及用途的一项技术指标。劈分性的好坏与石棉中的结晶水和氧化钙的含量有关。结晶水含量高时纤维柔性大，易于劈分，钙含量高时则纤维粗硬，脆而易断，不易劈分。

【石棉纤维长度】　length of asbestos fiber　是划分石棉工业品级，决定使用范围的一项重要技术指标。石棉纤维的长度与矿床类型、棉脉幅度以及矿化程度等有密切的关系。一般情况下，蛇纹石石棉纤维较短，角闪石石棉纤维较长；单式石棉脉的纤维较长，复式脉次之，网状及细脉纤维最短；平行于脉壁的纵纤维较长，垂直于脉壁的横纤维较短。

【含棉率】　fiber content of asbestos ore　表示石棉矿贫富程度的标志，主要是指蛇纹石石棉矿石中，含有的能被工业利用的石棉纤维的重量与矿石重量的百分比。它是圈定石棉矿体，计算储量的重要参数。石棉矿床的勘探过程中，需要查明矿石中各级石棉纤维的含棉率和石棉的总含棉率，以及它们在矿体中的变化规律。

【石棉纤维分级】　classification of asbestos fiber　根据石棉（蛇纹石石棉、角闪石石棉）的纤维长度（毫米）和使用范围所划分的等级。

【漂白土】 frller′s. earth 又名“漂白粘土”是以蒙脱石（$Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$）为主要组分的粘土类矿物。它有很强的吸附能力，是一种天然吸附剂，主要用作净化和漂白各种液体之用。由于它能吸收大量色素、粘液、胶状物及其它杂质，故工业上用于精炼石油产品和精制各种矿物油、动物油和植物油并用作干燥剂、医药等。目前工业上利用的漂白土，有酸性（天然）漂白土和活性白土两种。参见“酸性（天然）白土”、“活性白土”。在地质勘探中对漂白土的质量评价主要是矿石的物理性能。

【酸性白土】 acide clay 又称“天然漂白土”，是以蒙脱石为主要组分含有方英石的白色粘土，主要是玻璃质火山岩分解后的产物。它吸水后不膨胀、悬浮液的 pH 值为弱酸性与膨润土相区别；其漂白性能比活性白土差。在勘探阶段进行质量评价时，需测定其漂白性能、酸度、过滤性能、吸油量等项目。

【天然漂白土】 即“酸性白土”，因其不须经过加工处理即可用于工业故名。其漂白性能比活性白土差。参见“活性白土”。

【活性白土】 activated clay 指用酸处理（活化作用）后具有强漂白性能的漂白土。它的漂白性能较之天然漂白土为强，生产部门主要利用粉末状活性白土精炼油类。

【膨润土】 bentonite 是以蒙脱石（$A1_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$）为主要组分的粘土类矿物。它有强烈的吸水性，能吸收相当于其体积 8 倍的水，体积膨大 10—30 倍。由于它具有较高的粘结性和耐火性，可作铸型用砂、陶瓷原料及石墨坩埚的粘合剂和调节剂；它在水溶液中呈悬浮和胶凝状态，故又为石油钻探的优质泥浆原料；还可以用于纺织工业作纺浆；冶金工业中用于球团矿的粘结剂。

【吸油量】 是评价天然漂白土质量的一项重要指标。指天然漂白土用于净化油类产品后，残留在漂白土中的油量。以吸油量最低的漂白土质量最好。通常以漂白土净化油类前后的重量百分比表示。

【活性度】 degree of activity 指漂白土、膨润土对有色物质、有机物质吸附能力的物理量，是以漂白土中活性（酸性）物质的含量作为衡量的准绳，单位为 0. 1N NaOH 毫升/100 克，即用浓度为 0. 1N 的 NaOH 中和 100 克漂白土，以产生乙酸的 NaOH 的毫升数表示之，消耗的 NaOH 越多，说明漂白土含有的活性（酸性）物质越多，漂白土的活性度越大，其离子交换性能也越强。活性度的测试方法为：试样 20 克加 0. 1N 醋酸钠溶液 100 毫克，振荡 15 分钟，静置过滤。然后吸 50 毫升滤液，加 2—3 滴酚酞指示剂，用 0. 1N 浓度的氢氧化钠中和，至终点。同时作一空白试验。

活性度〔0. 1N NaOH 毫升/100 克（±）〕 =

$$(\pm)〕 = \frac{(V_1 - V_2) \cdot \frac{N}{0.1} \cdot \frac{100}{50} \cdot 100}{2D}$$

式中：V_1 为滴定试样时消耗的 NaOH 毫升数；V_2 为滴定空白所消耗 NaOH 毫升数；N 为 NaOH 的当量浓度。

【过滤性能】 filterability 指漂白土、膨润土对有机物质、有色物质的 吸附性能。它是评价漂白土、膨润土的一项技术指标。

【湿压强度】　wet－compressive strength 是表示物体在饱水状态下，抵抗外部压力能力的物理量，以试样受力作用时的应力值（公斤/厘米^2）表示之。是评价膨润土矿产质量的重要指标。测定方法是①标准型砂 2000 克，膨润土 100 克，蒸馏水 80 毫升放入轮辗式混合机中混合成试料，将试料盛于带盖容器内或塑料袋内，放置时间不少于 10 分钟，但不得超过 1 小时。②称取 155—160 克混合料，放入特制的圆形试样筒内，制成三个标准试样块。③将试样块放入手摇压力机中进行抗压试验。增加负荷的速度为每分钟 $2kg/cm^2$，加压至样块破坏，记录观察值。湿压强度值应为三个试样的平均值。

【脱色率】　decolour ratio 表示物质吸收色素或漂白能力的物理量。某些以胶岭石为主要成分的粘土类岩石，如膨润土、漂白土等，由于它们晶体结构的特点，具有较强的吸收有色物质及有机杂质的能力。故在精炼石油产品和动植物油类时可用作脱色或漂白剂。地质工作中脱色率是评价膨润土、漂白土等矿产质量的一项主要技术指标。计算公式为

$$脱色率A\% = \frac{V_1 - V}{V_1} \times 100$$

式中 V_1 为混合液（煤油＋沥青）的消光值；V 为混合脱色后的消光值。

【胶质价】　colloid valency　又称“胶体率”。胶体物质在水中或其它溶液中所形成的胶凝物质占此种物质与水溶液总体积的百分比。地质工作中，胶质价是评价粘土、膨润土等矿产质量的一项技术指标。试验时将试样 15 克（准确度达到 0.01 克），倒入容量 100 毫升，直径 25 毫米带塞的刻度量筒中，注入蒸馏水至 95 毫升处，摇动 5 分钟后，加入 1 克氧化镁，再加水到 100 毫升刻度处，摇动 1 分钟，然后静置 24 小时后，胶凝物质与水界面刻度的读数即为胶质价值，以百分率表示。其值愈高说明粘土质量愈好，胶质价大于 95% 以上时，则为高级膨润土。

【胶体率】　coefficient of colloid，colloidal ratio　即“胶质价”。

【膨胀倍】　指膨润土吸水后体积膨胀程度的物理量，用以衡量膨润土的膨胀性能。测定方法是称取 1 克（准确度为 0.1 克）试样，置于容量为一百毫升，直径为 25 毫米带塞量筒中，加入 75 毫升蒸馏水，摇动 5—6 分钟，再加入 25 毫升 1N 盐酸，摇动 2—3 分钟。静置 24 小时，沉淀界面的刻度读数即为试样的膨胀倍。这种测定方法“称容积法”。

【膨润度】　是用重量法测定的膨润土的膨胀性能，目前国内很少使用。测定的方法是：称取烘干的无水试样 1 克，使其吸水至饱和状态，所吸水的重量（克），即为试样的膨润度。

【堆密度】　bulk density　又称“堆积密度”，指粒状矿物原料的堆积密度。是评价硅藻土质量的一项技术指标。堆密度的试验方法有①用漏斗状的容器（加利漏斗）测定。试验时在漏斗下面放一高 100 毫米的升容器，试样经漏斗进入升容器内，至试样充满容器并堆成锥形为止，然后用刀沿容器口削平称重减去空升容器重量与升容器体积的比值，即为试样在疏松状态下的堆积密度。②将经 105℃烘干后的粒度为 0.15 毫米的试样装满 50 毫升的量筒，然后提起量筒自 11 厘米的高度自由落下 100 次，再称其重

量与自由落下前后体积差的比值，即为其堆密度。③将试样经 105℃烘干后，其单位容积的重，即为其堆密度，以克/毫升表示。

【膨胀系数】 coefficient of heat expansion 又称“膨胀率”。表征物体受热时其长度、面积、体积增大程度的物理量。长度的增加称“线膨胀”，面积的增加称“面膨胀”，体积的增加称“体膨胀”，总称之为热膨胀。单位长度、单位面积、单位体积的物体，当温度上升 1℃时，其长度、面积、体积的变化，分别称“为线膨胀系数”、“面膨胀系数”和体膨胀系数”，总称之为“膨胀系数”。地质工作中，作为评价膨胀珍珠岩原料（珍珠岩、松脂岩、黑曜岩）及蛭石等绝热保温材料矿产的技术指标。是指上述矿石单位体积的试样，高温焙烧后体积的膨胀系数，有时是以高温焙烧后体积的膨胀倍数表示之，故又“称膨胀倍数”。

设 0℃和 t℃时的矿石试样体积分别为 V_o 和 V，则体膨胀系数 β

$$= \frac{V - V_0}{V_0 (t - t_0)}$$

$$\text{即} \quad \beta = \frac{1}{V_0} \frac{dV}{dt}$$

【膨胀倍数】 expansion multipe 是评价膨胀珍珠岩原料及蛭石等矿产焙烧后膨胀性能的主要技术指标，即试样经高温焙烧后体积膨胀的倍数。详见“膨胀系数”。

【铸石】 mould stone，cast stone 一种新型的工业材料，是以玄武岩、辉绿岩或某些工业废渣（炉渣等）为主要原料制成的一种工业材料。其中常加入调整矿相的附加剂（角闪石、白云石等）、结晶促进剂（铬铁矿等）和助熔剂（萤石）。生产工艺包括配料、熔化，浇铸成型、结晶、退火工序制成。它的主要组分有二氧化硅（SiO_2）、三氧化二铝（Al_2O_3）、氧化钙（Cao）、氧化镁（Mgo）、三氧化二铁（Fe_2O_3）、氧化亚铁（FeO）及少量的二氧化钛（TiO_2）、氧化钾（K_2O）、氧化钠（Na_2O）、氧化锰（MnO）、三氧化二铬（Cr_2O_3）等。铸石的特点是具有良好的耐磨性能，较之合金钢材、普通钢材、铸铁等的耐磨性高数倍至几十倍；并具有高度耐腐蚀性，除氢氟酸和过热磷酸外，其耐酸碱度接近百分之百，还具有良好的介电性和较高的机械强度。它的缺点是性脆、热稳定性差。

【天然油石】 nature stone 是颗粒致密的石英岩，经加工后在机械工业中用作加工精密零件的研磨工具。工业上对天然油石的要求为组织均匀致密，硬度高，磨损小。此外对油石的粒度、研磨部件的光洁度以及对部件的磨削率等都有具体的要求。

固体可燃矿产

【煤的工业分析】 technical analy vsis，proximate analysis of coal 曾称“煤的实用分析”,“煤的技术分析”，是从煤的实际应用角度出发，将煤分为水分（W）、灰分（A）、挥发分（V）及固定碳四个部分，测定其产率或含量。据此可以大致了解煤的质量及其工业用途，进行煤质的初步评价。因此它是了解煤质的最基本的手段。

【煤的水分】 water content of coal 指煤中水的含量，以重量百分比表示，符号为 W。煤中水分的测定，一般分为应用煤样水分（W^y）或全水分（W_Q）和分析煤样水分（W^f）。全水分包括煤的内在水分（吸附水分）和外在水分（湿存水）。是指直接采自坑口或供生产加工利用的煤样，测定的全部水分的含量，它在评价煤质时具有实际意义。分析煤样水分是指煤样在室温下和空气中的湿度达到平衡时所含的水分。测定分析煤样水分是确定煤的变质程度的一项参考指标。一般的趋势是低变质程度的煤水分含量较高，随着煤的变质程度的加深，水分含量逐渐降低。但是进入贫煤、无烟煤阶段水分又有增高的趋势。炼焦用煤受到风化作用后，增强了吸湿能力，因而水分含量也要增高。

【煤的灰分】 ash of coal 指煤在 815 ± 100℃ 的温度下完全燃烧后剩余的残渣。亦即煤中不燃矿物质的固体残渣。灰分产率以重量百分比表示，符号为 A。它是煤质评价重要指标之一。工业分析中的灰分报出结果时，常用干燥煤样为基准（A^g）的产率，也可用分析煤样灰分（A^f）。灰分是煤中的有害组分，煤的灰分含量高时，不但降低煤的发热量，并且影响炼焦用煤的焦炭强度，因此当炼焦用煤的灰分含量超过规定时，须要经过洗选降低灰分后才能使用。灰分中有时富集有锗、镓、钒等稀有分散元素，或其它放射性元素，故在煤田地质工作中还须进行灰分分析。煤层风化后一般灰分增高，因此也是确定煤层风化带的参考指标之一。根据原煤灰分，可以把煤分成低灰分煤（≧15%）；中灰分煤（>15—25%）；高灰分煤（>25%）和劣质煤等四个级别。或分为特低灰煤（≦10%）；低灰煤（>10—15%）；中灰煤（>15—25%）；富灰煤（>25—40%）；高灰煤（>40%）五个级别。

【煤的挥发分】 volatile matters of coal 指煤中的有机质（实际上还有无机质），在隔绝空气的强热（900℃）作用下发生热分解的产物，以重量百分比表示，符号为 V。工业分析中的挥发分，常以可燃物（无水无灰煤样）为基准（V^r）报出。实用上也有用干燥煤样灰分（V^g）的。挥发分中除含有氮、氢、低分子量的烃类（烷烃、烯烃等）、一氧化碳、二氧化碳和硫化氢等气体外，还含有一些冷却后生成液态的苯环等有机化合物。根据煤中挥发分的产率，通常可以反映煤的煤化程度和加工利用性质，因此它是煤炭分类的主要指标之一。煤的挥发分含量，因煤的成因类型不同而有很大的差异，如在褐煤和烟煤阶段腐泥煤的挥发分一般比相同变质阶段的腐植煤高。煤的挥发分

是随着煤的变质程度的加深而降低，一般是由60%降至2%左右。此外，变质程度较高的煤层风化后，一般是挥发分有明显的增高，因此它也是鉴定煤层风化带的参考指标之一。

【固定碳】 fixed carbon 指煤中有机质在隔绝空气条件下加热分解的残余物（焦渣），以重量百分比表示，符号为G^{r}_{GD}。煤中的固定碳，随着煤的变质程度的加深而增高，变质程度低的煤固定碳低，变质程度高的煤其固定碳高。它是评价煤的变质程度和焦碳质量的一项指标。

【发热量】 caloricsty，calorific value 是评价可燃矿产质量的一项重要技术指标。①煤的发热量是指单位重量（公斤或克）的煤完全燃烧后产生的热量，以千卡/公斤或卡/克表示。（热量单位中的1“卡”通常是指1克纯水从19．5℃或14．5℃加热到20．5℃或15．5℃时所需的热量。我国采用的热量单位为20℃卡。）煤的发热量是衡量煤质的一项技术指标，在热工中是计算热平衡、耗煤量和热效率，以及改进燃煤方法，提高热能利用的依据。也是煤炭分类、圈定煤层风化带指标之一。煤的发热量常用可燃基高位发热量（G^{r}_{GW}）作为煤质研究的指标，而以应用基低位发热量（C^{y}_{GD}）或干基低位发热量（G^{g}_{GD}）作为评价煤质的指标；②天然气发热量是指每标准立方米天然气燃烧时发生的热量，以千卡/标准立方米表示；③石油的发热量是指单位重量的石油燃烧后发生的热量，以千卡/公斤表示。

【煤的高位发热量】 highpotential colorific power（Value）of coal 又称“煤的高热值”。指煤在空气中大气压条件下燃烧后产生的热量，以符号Q_{QW}表示。参见“发热量”。

【煤的低位发热量】 low potential colorific power（value）of coal 又称“煤的低热值”或“净热值”。是指煤在空气中大气压条件下燃烧后产生的热值扣除水的汽化热（或称蒸发热）后剩余的热值，即从煤的高位发热量中减去全部水分的汽化热即为低位发热量，以符号Q_{DW}表示。参见“发热量”。

【全硫】 total sulphur 煤中的有机硫和无机硫的总和。有机硫是指存在于有机质中的硫，它在煤中分布较为均匀，不易分离；无机硫是指存在于矿物中的硫化物硫、硫酸盐硫，在煤中颗粒大而分布较为集中的易于分离，颗粒细小而分布均匀的则难于分离。通常测定煤中的硫为全硫量（S_{Q}），以重量百分比表示。高硫煤易于氧化和自然，加工利用时是有害组分，不但降低产品质量，燃烧时会污染大气造成公害。它是评价煤质的一项重要指标。一般根据煤的全硫（S^{g}_{Q}）含量把煤分为特低硫煤（≤1．0%），低硫煤（>1．0—1，5%），中硫煤（>1．5—2．5）；富硫煤（2．5—4．0%），高硫煤（>4．0）五个级别。

【灰融点】 melting point of coal ash，fusion point of coal ash 指煤 中灰分在高温下的熔融温度，符号为T。它是评价气化用煤和动力用煤的一项重要技术指标。灰熔点的高低与灰分中硅铝酸盐的含量以及氧化铁、氧化钙、氧化镁等的含量有关。灰分中硅铝酸盐含量高时，灰分的熔融温度高，难于熔融，则灰熔点高；氧化铁、氧化钙、氧化镁等含量高时，灰分的熔融温度低，易于熔融，则灰熔点低。灰熔点的高低是影响煤的燃

烧和气化的重要因素，固态排渣锅炉和气化炉煤，一般要求高灰熔点煤，以免燃烧时生成熔渣；液态排渣锅炉和煤气化炉，要求低灰熔点煤，以免排渣困难。灰融点目前广泛用角锥法测定。其要点是将煤灰和糊精混合，制成一定规格的三角锥体，置于有半还原气氛的高温炉中加热，分别测定变形温度（T_1）、软化温度（T_2）和熔化温度（T_3）。工业上一般是以软化温度（T_2）为评定煤灰熔融性的指标。根据灰分的软化温度（T_2），将灰融点分为难熔灰分（>1500℃），高熔灰分（>1250—1500℃），低熔灰分（>1100—1250℃）易熔灰分（≤1100℃）四个级别。

【粘结性】　caking property，binding property 指煤在隔绝空气条件下加热时生成的胶质体能粘结惰性组分的能力，或形成块状焦炭的能力。它是鉴定炼焦用媒质量的一项技术指标。它与煤的结焦性是既互有联系而又有区别的。例如强粘结的肥煤（特别是气肥煤）加热时生成的胶质体虽多，粘结性亦强，但在单独炼焦时，生成的焦炭强度反而低于粘结性较低的焦煤。然而结焦性好的煤一定要具有较好的粘结性，所以粘结性是结焦性的必要的基础。有人曾把罗加指数、坩埚膨胀序数为表征粘结性的指标；把葛金焦型、奥亚膨胀度、胶质层最大厚度等为表征结焦性的指标。但是实际上是不能截然区分的，如奥亚膨胀度、胶质层最大厚度的测定，都是反映煤的粘结性的指标。煤的粘结性与煤的成因、煤化程度、煤岩类型、矿物质含量及氧化程度等有密切关系。

【结焦性】　coking property　是指煤在高温干馏时结成焦炭的能力。它是评价炼焦用煤的主要指标之一。参见“粘结性”。

【粘结指数】　caking index　反映炼焦煤粘结性的一项技术指标。是我国根据罗加指数的测定原理而改进的一种方法，用以测定的烟煤粘结性指标。它对中强粘结煤及强粘煤的区分能力较好，可作为炼焦用煤的分类指标。粘结指数与罗加指数测定方法的主要区别是；惰性物质无烟煤的粒度不同，前者为0．3—0．4m/m，后者为0．1—0．2m/m；焦块的转鼓次数前者为转3次，后者为转2次。指数的测定结果按下式计算：

$$G = 10 + \frac{30g_1 + 70g_2}{g}$$

（配比为1：5 G≥18）

$$G = \frac{30g_1 + 70g_2}{5g}$$

（配比为3：3 G<18）式中：g为焦化处理后的焦渣总重（克）；g_1为第一次转磨后>1m/m焦渣重（克）；g_2为第二次转磨后>1m/m焦渣重（克）。

【焦渣指数】　是反映弱粘结煤的焦炭强度的一项技术指标。符号为J．z．。主要适用于划分贫煤与瘦煤及长焰煤与气煤的牌号。一般贫煤的指数<50；瘦煤的指数≥50；长焰煤的指数<80；气煤的指数>80。焦渣指数是我国在罗加指数测定原理的基础上提出的新方法，用以测定y值小于7毫米弱粘结煤的粘结性的指标。其测定要点是：利用测挥发分后的残焦，在罗加转鼓中进行转鼓试验，以每分钟50转的速度共转t分钟，转磨两次。测定结果按下式计算：

式中：Q为焦渣总重（克）：g为转鼓试验前筛出的>1m/m的焦块重量（克）；g_1

$$J \cdot Z = \frac{10g}{Q} + \frac{40g_1}{g} + \frac{50g_2}{g}$$

为第一次转鼓试验后 >1m/m 的焦块重量（克）；g_2 为第二次转鼓试验后 >/m 的焦块重量（克）。

【罗加指数】 Roge index 是波兰煤化学家 B. 罗加（Roga）提出的测定煤的粘结性的一种方法。用罗加指数法测定的粘结性指数称“罗加指数”。是评价煤的粘结性的一项技术指标。国际上也用其作为硬煤的国际分类指标。试验方法是将 1 克试样配以 5 克标准无烟煤，在罗加坩锅中按一定步骤操作，然后在 850℃ 下加热 15 分钟，成焦后将焦块放入特定规格的转鼓中，以 50 转/分的速度转磨 5 分钟，过筛筛出 <1m/m 的焦粒后，再以同样条件转磨二次，测定其耐磨性，按公式计算求得罗加指数，计算公式为：

$$RI = \frac{\frac{a+d}{2} + b + c}{3Q} \times 100$$

式中：RI—罗加指数；Q—焦炭总重量（克）；a—未转磨前 >1 毫米的焦炭重量（克）；b—第一次转磨后 >1 毫米的焦炭重量（克）；c—第二次转磨后 >1 毫米的焦炭重量（克）；d—第三次转磨后 >1 毫米的焦炭重量（克）。罗加指数的测定值一般在 0—90 范围之内。对中等粘结性的煤（RI 在 40— 70 之间）具有良好的鉴别能力，所以用罗加指数区分中等粘结煤的粘结性时比用胶质层最大厚度（Y 值）更为灵敏。

【坩埚膨胀序数】 crucible swelling number 符号为 C·S·N，又称“自由膨胀序数”free swelling number（F·s·N），是国际硬煤分类中划分组别的“粘结性”指标。指煤样在快速加热条件下塑性体（胶质体）固化时的膨胀特性。坩埚膨胀序数的测定，是将煤样试验后所得的焦块，与一组编有序号的标准焦型对比，得出不同的序数，用以确定煤的粘结性。这种方法的缺点是对比焦型时主观误差较大，但是由于测定方法简易快速，大体上能够反映煤的粘结性，故仍为各国广泛采用。

【自由膨胀序数】 free swelling number 即“坩埚膨胀序数”。

【基氏最大流动度】 Geissler testing 表示煤样产生胶质体最稀薄状态时的粘度。符号为 $\lg a_{max}$，常以搅拌浆转动的角度数的对数（$\lg a_{max}$）表示其流动度。它是评价煤的粘结性的一项指标。基氏最大流动度对中强粘结煤或中等粘结煤有较好的区分能力，测值十分敏感。但在测试中因受人为的和仪器因素的影响颇大，因此不同实验室的测试结果，往往会有较大的偏差。尤其对强膨胀煤，测值的重现性和可比性差。近年来经过一些改进后，国际标准化组织的 TC－27 委员会正在有关国家进行统检。

【奥亚膨胀度】 Aarnu－Audibert dita 指煤样受热软化产生挥发物和胶质体体积的最大膨胀率，以百分率表示，符号为 b，用以表征煤粘结性的特征。它是国际硬煤分类中区分亚组的一项指标。奥亚膨胀度的大小取决于煤在塑性状态下挥发分的析出率，及胶质体的量与粘度。它对强粘结煤的区分能力较大，但对弱粘结煤几乎没有鉴别能力。奥亚膨胀度是法国人奥蒂伯尔特 1926—1929 年提出测定方法，亚纽在 1933 年又进行了改进而得名。

【葛金焦型】 Grav king coke type 是煤样在缓慢升温条件下于 600℃时干馏后所得焦型与标准焦型对比，用以表示煤的粘结性或结焦性特征。英国用以作为煤分类的一项指标；对低挥发分煤（$V^r \leqslant 19.5\%$）为参考指标；对中等挥发分煤（V^r19.6—32%）为与挥发分并重的一项指标，对高挥发分煤（$V^r > 32\%$ 为主要指标。

【胶质层最大厚度】 简称“胶质层厚度”“Y 值”，是测定煤的粘结性和结焦性的一项指标，我国现行的煤分类主要指标之一。它主要反映煤加热后在塑性阶段内塑性率的数量，是在实验室内近似地模拟工业条件，将煤样装入特定规格的煤杯中，在 1 公斤/厘米^2 的荷重下，自底部按规定的升温速度加热，当加热到一定范围时，自受热表面逐层开始热分解，析出煤气并产生胶质体，固结成焦炭。在胶质体形成最多时测得的胶质体厚度，称“胶质层最大厚度”，以毫米表示。一般是低变质的褐煤和高变质的贫煤、无烟煤不具粘结性，Y 值为 0。变质程度中等的肥煤 Y 值最大；一般在 >25—50 毫米之间。

【透光率】 ratio of transmission light 是根据我国煤质情况而提出的反映年的煤煤化程度的一项技术指标，暂以符号 Pm 表示。它主要用于褐煤和长焰煤的分类，根据透光率测定结果所作的分类准确可靠。测定的基本要点是：称取粒度 <0.2mm 的纯煤 1 克，用 1∶1∶9 的硝酸和磷酸水溶液的混合溶液，在 100℃的水溶中处理煤样 1 小时 30 分，将反应后产生的有色溶液与颜色较稳定的重铬酸钾、硫酸的标准系列溶液进行目视比色。一般褐煤的透光率（P^M）≤66%，长焰煤的透光率（P^M）>66%。这一方法由于是目视比色，故有待完善和改进。

【镜煤平均反射率】 vitrainl reflection 是用煤的镜质组平均反射率（$\bar{R^0}$）表示煤化程度，以百分比表示。煤的镜质组反射率是综合反映了煤化过程中芳香核不断扩大，C 原子密度不断增加，芳香族、C 平面图的排列规则性增强等本质变化，它不受煤岩成分的干扰。因此它比挥发分能更确切地反映煤化程度。一些国家用作煤分类中表征煤化程度的一项指标，一般是反射率高的煤化程度高，反射率低的煤化程度低。我国现在采用镜煤最大平均反射率（$\bar{R}^0_{max}$）作为反映煤化程度的一项指标。根据国内的测定，各类煤的镜煤最大平均反射率，一般是：褐煤 >0.5%，气煤 0.6—0.9%，肥煤 0.9—1.2%，焦煤 1.2—1.7%，瘦煤 1.3—1.9%，无烟煤 2.5%

【燃料比】 fuel ratio 是煤的固定碳与挥发分之比，它是反映煤的变质程度的一个参数。有的国家用它作为煤分类的一项指标。一般是低变质煤的比值低，高变质煤的比值高。

【各国煤的分类指标】

国别	变质程度	粘结性	备注
英国	挥发分	葛金焦型	国家煤炭局（NCB）
美国	挥发分、固定碳、发热量（恒温无矿物质的）	坩埚焦特征	ASTMD388－66
法国	挥发分	坩埚膨胀序数	
西德	挥发分	坩埚焦特征	商业分类（以国际分类作为国家标准）
意大利	挥发分	坩埚膨胀序数	
荷兰	挥发分	坩埚焦特征	
波兰	挥发分	罗加指数（奥亚膨胀度为辅助指标）	PN68/G－97002
苏联	挥发分	胶质层最大厚度（Y 值）	8162 等 8180
日本	发热量、燃料比	坩埚膨胀序数（C·S·M）	JISM1002
	镜煤反射率、挥发分	基氏最大流动度（$\lg\alpha_{max}$）	新日铁钢铁公司（NSC）
国际硬煤分类	挥发分（发热量）	坩埚膨胀序数或罗加指数、奥亚膨胀度或葛金焦型	

【中国煤炭分类方案表】 （以炼焦用煤为主）

类别		分类指标	
		V^r（%）	y（毫米）
无烟煤		0－10	－
贫煤		〉10－20	粉状
瘦煤	1号瘦煤	＞14－20	0（成块）－8
	2号瘦煤	＞14－20	＞8－12
焦 煤	瘦焦煤	＞14－18	＞12－25
	主焦煤	＞18－26	＞12－25
	焦瘦煤	＞20－26	＞8－12
	1号肥焦煤	＞26－30	＞9－14
	2号肥焦煤	＞26－30	＞14－25
肥 煤	1号肥煤	＞26－37	＞25－30
	2号肥煤	＞26－37	＞30
	1号焦肥煤	≤26	＞25－30
	2号焦肥煤	≤26	＞30
	气肥煤	＞37	＞25
气煤	1号肥气煤	＞30－37	＞9－14
	2号肥气煤	＞30－37	＞14－25
	1号气煤	＞37	＞5－9
	2号气煤	＞37	＞9－14
	3号气煤	＞37	＞14－25
弱粘煤	1号弱粘煤	＞20－26	0（成块）－8
	2号弱粘煤	＞26－37	0（成块）－9
不粘煤		＞20－37	0（粉状）
长焰煤		＞37	0－5
褐 煤		＞40	－

注：①煤样应为未受氧化的，并经1．4比重液洗选后的精煤。如原煤灰分低于10%也可用原煤煤样测定；

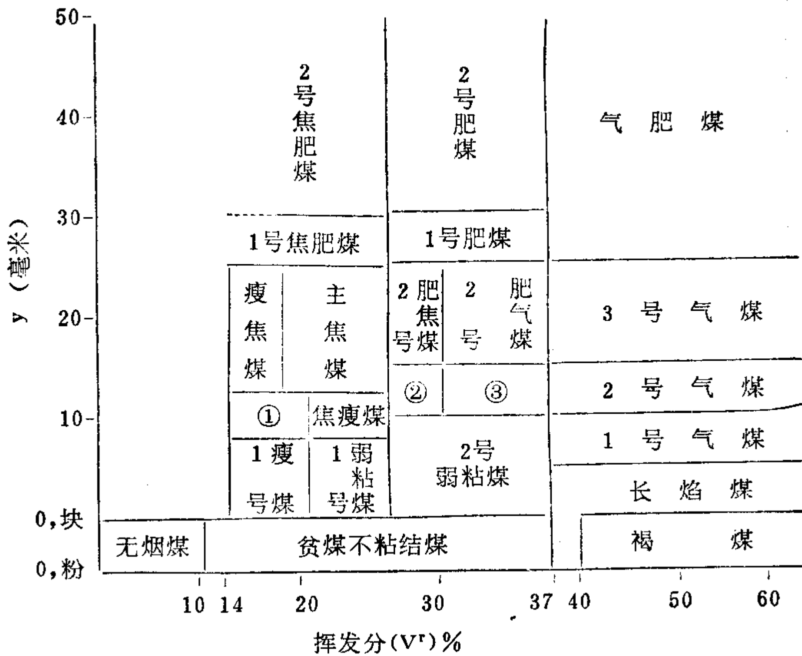
②分类指标为煤的可燃基挥发分 V^r% 及胶质层最大厚度 y 值（毫米）；

③一般可用煤的可燃基含碳量（C_r）来区分褐煤和长焰煤，如 $C^r<77\%$ 为褐煤，$C^r\geq77\%$ 为长焰煤或其它烟煤；

④一般可用煤的 Q^r_{Gw} 来区别褐煤和泥炭，泥炭的 $Q^r_{GW}\leq6000$ 卡/克，褐煤的 Q^r GW＞6000卡/克

⑤一般可用成煤时代来区分石煤和无烟煤，如在早古生代以前生成的无烟煤即石煤。

【中国煤炭分类方案图】（以炼焦煤为主）



①2号瘦煤；②1号肥焦煤；③1号肥气煤

【国际褐煤分类表】

组的指标 T^r%	组　　号	代			号		
＞25	4	14	24	34	44	54	64
＞20－25	3	13	23	33	43	53	63
＞15－20	2	12	22	32	42	52	62
〉10－15	1	11	21	31	41	51	61
≤10	0	10	20	30	40	50	60
类　别　号		1	2	3	4	5	6
类别指标	W^A Q%（**原煤**）	≤20	＞20－30	＞30－40	＞40－50	＞50－60	＞60－70

【国际硬煤分类表】(1956年3月日内瓦国际煤炭分类会议修订)

组别号	确定组别的指数(任选一种) 坩埚(自由)膨胀序数	罗加指数	类型代号 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	亚组别号数	确定亚组别指数(任选一种) 膨胀性试验(6%)	葛金试验
3	>4	>45					435	53	635				5	>140	$>G_8$
						334	434	534	V_C634				4	50—140	$G_5—G_8$
						V_A333	V_B433	533	633	733			3	0—50	$G_1—G_4$
						332a | 332b	432	532	632	V_D732	823		2	≤0	E—G
2	$2\frac{1}{2}$—4	>20—45				323	423	523	623	723	823		3	0—50	$G_1—G_4$
						322	422	522	622	VI_A722	822		2	≤0	E—G
						321	421	521	621	721	821		1	只收缩	B—D
1	1—2	>5—20			212	312	IV412	512	612	VI_B712	812		2	≤0	E—G
					211	311	411	511	611	711	811		1	只收缩	B—D
0	0—1/2	0—5	000	100 (I A | B)	II 200	300	III 400	500	VII 600	700	800	900	0	无粘结性	A
类别号			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	各类煤挥发分(V^r)大致范围(%)		
确定类别的指数	挥发分(无水无灰基)%		0—30	>3—10 (A: >3—6.5; B: >6.5—10)	>10—14	>14—20	>20—28	>28—33	>33	>33	>33	>33	类别 6: >33—41; 7: >33—44; 8: 35—50; 9: 42—50		
	发热量(恒湿无灰基)Kcal/Kg(30℃湿度96%)		—	—	—	—	—	—	>7750	>7200—7750	>6100—7200	>5700—6100			

类别：以挥发分指数（煤中挥发分≤33%）或发热量指数（煤中挥发分>33%）确定

第一个数字表示根据挥发分（煤中挥发分≤33%）或发热量（煤中挥发分>33%）确定煤的类别；

第二个数字表示根据煤的粘结性确定煤的组别；

第三个数字表示根据煤的结焦性确定煤的亚组别。

注：1.如果煤中灰分过高，实验前应洗选减灰，比重液的选择应能获得最高的回收率，灰分含量在5—10%；

2.332a V^r>14—16%　332b V^r>16—20%

【煤的热稳定性】 heat stabilitv of coal 又称“块煤的耐热强度”。指煤在高温燃烧、低温干馏或气化过程中对热的稳定程度，即块煤在高温下保持原来粒度的性质。它是评价气化用煤、干馏用煤和动力用煤的一项技术指标。煤的热稳定性是以耐热指数表示，如下表：

级　　别	热稳定性 K^p%
热稳定性好	≤30
热稳定好中等	>30－45
热稳定好差	>45

【煤的反应性】 reactivity of coal 又称“煤的化学活性”，简称“活性”。指煤气化时在高温条件下与气化剂（如二氧化碳、氧或水蒸气）反应的能力。影响煤的气化反应性的因素很多，主要取决于煤的性质和结构，一般是随着煤的变质程度加深而降低，变质程度低的煤活性高，变质程度高的煤活性低。活性高的煤在气化和燃烧过程中反应快、效率高，因此煤的活性是评价气化用煤特性的主要指标。

【煤的化学活性】 chemical activitv of coal 即“煤的反应性”。

【煤的可选性】 washability of coal 指煤通过特定的溶液洗选过程中，除去其中的夹矸煤和矿物质的难易程度。煤的可选性一般是通过筛分试验和浮沉试验来确定的。筛分试验是了解原煤中的夹干煤和矿物质在不同粒度级别中的分布情况，浮沉试验是测定各比重级和各级累计中的浮煤、沉煤的产率和灰分产率。据此绘成可选性曲线图，用以评价煤的可选性。煤的可选性与煤中矿物质的分布状况有关，矿物质在煤的有机质中分布均匀的可选性差。

【精煤】 cleaned coal，washed coal 指原煤经过浮沉试验后，比重小于 1．4 或 1．5 的浮煤。它与中煤产率（0/0）同为衡量煤的可选性的一项技术标准。

【精煤理论回收率】 指原煤经过浮沉试验后，比重小于 1．4 或小于 1．5 的浮煤占入选煤（去掉 0．5 毫米以下的煤泥为 100% 计算）的百分比，是评价煤的可选性的一项技术指标。它基本上可以反映洗煤厂的精煤回收率（一般是高于洗煤厂的回收率）。工业上把精煤理论回收率分为四个等级，作为评价煤的可选性的标准：精煤理论回收率% 等级 >70 优等 >50—70 良等 >40—50 中等 <40 低等

【中煤产率】 指煤样在各级比重液中进行浮沉试验时，1．4—<1．8 比重级间的浮煤产率。它与精煤理论回收率同为评价煤的可选性的一项技术指标。中煤产率愈高，煤的可选性愈差。根据中煤产率，将煤的可选性分为四个等级：中煤产率（0/0）可选性等级 C10 易选煤 >10—20 中等可选煤 >20—30 难选煤 >30 很难选煤

【煤矿瓦斯】 coal mine gaq 简称‘瓦斯’。指煤矿井下以甲烷（CH_4）为主的气体。瓦斯是在成煤过程中，植物残体与空气隔绝的条件下，受生物化学和地球化学作用分解而成。采掘过程中瓦斯从煤层及其顶、底板中逸出，在一定条件下，当空气中瓦斯浓度达到一定范围后，可发生强烈的爆炸，造成巨大的损失。根据矿井中每昼夜开采

一吨煤的平均瓦斯涌出量，把矿井分为超级瓦斯矿、三级瓦斯矿、二级瓦斯矿和一级瓦斯矿四个等级。煤田地质勘探中，应采取瓦斯煤样，测定瓦斯含量，为矿井设计提供依据。

【超级瓦斯矿】 指一昼夜内每开采一吨煤平均瓦斯涌出量大于15立方米的煤矿，是煤矿中瓦斯涌出量的最高等级。参见“煤矿瓦斯”。

【三级瓦斯矿】 指一昼夜内每开采一吨煤瓦斯涌出量为10—15立方米的矿井。参见“煤矿瓦斯”。

【二级瓦斯矿】 指一昼夜内每开采一吨煤瓦斯涌出量为5—10立方米的矿井。参见“煤矿瓦斯”。

【一级瓦斯矿】 指一昼夜内每开采一吨煤的瓦斯涌出量<5立方米的矿井。参见“煤矿瓦斯”。

【含油率】 oil conteht 指从油页岩和褐煤、长焰煤等某些不粘结煤及弱粘结煤等炼油用煤中，用低温干馏法获得的低温焦油的实出率，以焦油的重量占试样重量的百分比表示。它是评价油页岩及炼油用煤的一项主要指标。

遥感地质

遥感技术

【遥感】 remoto sensing “遥感技术”的简称。用各种仪器，从远距离探查、测量或侦察地球上、大气中及其它星球上的各种事物和变化情况，这种与目标不直接接触而获取有关目标的、信息的技术方法称遥感。1960 年，地理学家普鲁特（Evelyn Pruitt）首先提出这一术语。遥感技术是六十年代以来在航空摄影、航空地球物理测量等方法基础上，综合应用空间科学、光学、电子学及计算机技术等最新成果而迅速发展起来的。现阶段的遥感技术仍以地球（包括大气圈）为主要研究对象，主要是利用各种物体反射或发射电磁波的性能，由飞机、火箭、人造卫星、宇宙飞船等运载工具上的各种传感仪器，从远距离接收或探测目标物的电磁波信息，从而获得多方面的情况和动态资料。由于这种方法具有覆盖面积大、获取情报速度快、受地面障碍限制小，并能在短时期内连续、反复进行观测等优点，因而在探测自然资源、监视环境动态变化、气象观测、军事侦察等方面都有重要的应用价值和广阔的发展前景。遥感技术系统，一般由遥感仪器（传感器）、运载工具（遥感台）、地面管理和数据处理系统以及资料判译和应用机构等四个部分组成。按运载工具的类型，遥感技术可分为地面遥感、航空（机载）遥感和航天（星载）遥感等。

【主动遥感】 active relnote sensing 又称有源遥感，有时也称遥测，指从遥感台上的人工辐射源，向目标物发射一定形式的电磁波，再由传感器接收和记录其反射波的遥感系统。其主要优点是不依赖太阳辐射，可以昼夜工作，而且可以根据探测目的的不同，主动选择电磁波的波长和发射方式。主动遥感一般使用的电磁波是微波波段和激光，多用脉冲信号，也有的用连续波束。普通雷达、侧视雷达，合成孔径雷达，红外雷达、激光雷达等都属于主动遥感系统。

【有源遥感】 即“主动遥感”。

【被动遥感】 passive remote sensing 又称无源遥感，指由传感器从远距离接收和记录目标物所反射的太阳辐射电磁波及物体自身发射的电磁波（主要是热辐射）的遥感系统。普通航空摄影、多光谱摄影及扫描、红外扫描及辐射测量等，都属于被动遥感系统。

【无源遥感】 即“被动遥感”。

【遥测】 telemetry 泛指各种对远处目标进行定性或定量测量，并把测量结果传送

到接收站进行记录、显示及判释的技术和方法。有时遥测一词被用作主动遥感的同义词。

【航天遥感】 space remote sensing 也叫星载遥感，是指以人造卫星、宇宙飞船、火箭等航天飞行器作为传感台和运载工具的遥感技术。和航空遥感相比，航天遥感飞行高度大、成象比例尺小、分辨率差。但它也有突出的优点，如可以进行定时重复的轨道摄影或摄象，短时间内能进行全球性覆盖，获取大量信息，所取得的图象覆盖面积大，概括性强，而且价格较低。航天遥感在技术上要求更高，如运载工具和传感器必须完全自动控制，取得的信息能自动发送到地面接收站等。航天遥感最早应用于军事侦察，随后应用于气象探测和卫星通讯等方面。

【星载遥感】 即“航天遥感”。

【航空遥感】 aerial remote sensing 也称机载遥感，是指以各种飞机、气球等作为传感台和运载工具的遥感技术。飞行高度一般在25公里以下。现代航空遥感技术已由常规的航空摄影发展到多种探测技术，如紫外摄影、红外摄影、多光谱摄影、多光谱扫描、热红外摄象及各种雷达技术等。在航天遥感日益发展的同时，航空遥感更能充分发挥其成象比例尺大，地面分辨率高，机动灵活，适于小区域内详查工作等优点。

【机载遥感】 即“航空遥感”。

【可见光遥感】 visible spectral remote sensing 传感器工作波段限于可见光波段（波长0．38—0．76微米）范围之内的遥感技术。成象方式有摄影与扫描两种，并有单波段和多波段之分。目前很少采用单一的可见光扫描成象，往往同反射红外波段一起进行多波段扫描或摄影。

【紫外遥感】 ultraviolet remote sensing 紫外线的波长为0．03—0．4微米，但小于0．3微米的紫外线通过大气层时，几乎全部被臭氧吸收。所以，紫外遥感是指传感器工作波段限于0．3—0．4微米的遥感技术。紫外遥感既可采用摄影方式，也可采用扫描方式。它对萤石矿普查及石油调查，了解碳酸盐岩石的分布，地下水勘探以及石油污染鉴测，都有一定的效果。

【红外遥感】 infrared remote sensing 应用红外波段（波长0．7—300微米）的反射或辐射能量的遥感技术，称为红外遥感。红外波段包括0．7—3微米的反射红外（其中0．7—0．9微米为摄影红外波段）及3—300微米的热红外波段。由于波长14微米以上的红外辐射几乎全被大气吸收，所以目前热红外传感器使用的波长是3—5微米及8—14微米。红外遥感包括使用反射红外波段的红外摄影及红外摄象，使用热红外辐射的红外扫描（摄象）及红外辐射测量。红外遥感在。探测地热、火山活动、地下水等方面有特殊效果，对区分岩石类型、查明地质构造及土壤、植被等方面都有实用价值。

【微波遥感】 microwave remote sensing 传感器的工作波段选择在微波波段的遥感技术。它分主动式和被动式两种基本类型。主动式的基本手段是雷达，即人为地向地物发射一定频率的电磁辐射（脉冲），然后接受从地物来的反射脉冲，从而得到目标物的图象。主动式目前主要应用的是侧视雷达。被动式的微波遥感，是用 微波辐射计被

动地记录等效温度变化，确定不同目标的发射率，以此来分辨地物的遥感技术。微波遥感的特点是不受光照、气候条件的限制，可以日夜工作、能够穿透云层，对植被覆盖区和松散盖层具有一定的透视能力。

【多光谱遥感】 multisspectral remote sensing 是指同时使用一个以上的电磁波段的遥感技术。它一般包含两层含义；①把两种或两种以上的遥感方法（包括紫外线、可见光、红外线、微波等不同光谱区域）或其成果（照片、图象、数字信息等）结合起来加以分析应用，以取得更多的信息和更好的效果；②用同一传感器或遥感装置，选择一个或几个光谱区域中若干波长范围更小的电磁波段，进行同步摄影、电视摄象或扫描，以取得同一地面景象不同波段的照片、图象或数字信息。例如美国陆地卫星上的多光谱扫描仪（MSS）使用了四个或五个（陆地卫星 3 号）波段，因而同一目标物有四幅或五幅不同波段的图象。多光谱遥感也可称为多波段遥感，但“多光谱”用于第一种含义的情况较多，而“多波段”多限于第二种含义。

【多波段遥感】 multiband remote sensing 见“多光谱遥感”。

【遥感地质】 remote sensing geology 又称地质遥感，是综合应用现代的遥感技术来研究地质规律，进行地质调查和资源勘察的一种方法。它从宏观的角度，着眼于由空中取得的地质信息，即以各种地质体对电磁辐射的反应作为基本依据，结合其它各种地质资料及遥感资料的综合应用，以分析、判断一定地区内的地质构造情况。遥感地质工作的基本内容是：地面及航空遥感试验，发展适用于地质找矿的遥感系统，进行图象、数字数据的处理和地质判释。遥感地质需要应用电子计算机技术、电磁辐射理论、现代光学和电子学技术以及数学地质的理论与方法，是促进地质工作现代化的一个重要技术领域。

【地质遥感】 geological remote sensing 即“遥感地质”。

【遥感试验】 remotesensing tests 由于遥感技术正处于发展过程，同时它又是对远距离目标物进行探测，因而需要进行大量的试验和实况调查工作，这种工作统称为遥感试验。特别是航天遥感系统，在发射之前必须进行系统的航空试验，以选定最佳的光谱带，对传感器进行定标核准、检验各种系统的技术性能、确定大气影响的参数等。遥感试验包括航空遥感试验、地面实况调查（特别是遥感试验区的调查）及室内试验和模拟分析。

【试验区】 test sites 在大面积地区内进行遥感工作，特别是进行航天遥感工作时，不可能也没有必要对整个地区都进行详细的调查和检验。有效的办法是从中选择几处有代表性的小地区，通过对这些小地区的详细研究，以取得判释整个区域的遥感资料的依据。这种小地区就叫做遥感试验区，或简称试验区。试验区又可分为基本试验区和推广试验区。基本试验区面积小，对各种地物特征都要进行深入研究，各种类型的传感器要在这里进行大量不同高度的试验，以确定各种地物的光谱反应。推广试验区面积较大，要求比基本试验区具有更多 种类的地质、地形、生物等方面的特征，从而使传感器能够在更为多样的条件下进行试验。此外，还根据不同专业的要求选择不同的试验区。

【遥感台】 remote sensing plateform 又称传感台，泛指装载传感器进行遥感作业的运载工具，如飞机、气球、火箭、人造卫星及宇宙飞船等。各种遥感台各有其优缺点，适用于不同的目的。气球多用于初期阶段的遥感试验，检验传感器和传输设备的性能。火箭在空中存在寿命很短，只用于特殊要求的遥感。目前最基本的遥感台是飞机和不同高度及轨道的卫星。对同一类型的传感器来说，遥感台运行的高度愈高，探测地面的覆盖面积（象幅）愈大，但分辨率愈差。人造卫星在一定时间内能反复运转，便于作全球性覆盖以及定期重复观测。飞机的航线和高度可以在一定范围内变化，具有更大的灵活性，而且便于载人和资料、设备的回收、检修和更换。不同种类和高度的遥感台互相配合，才能取得最好的效果。

【传感台】 即“遥感台”。

【地球资源技术卫星】 ERTS（Earth Resources Technology Satellite）专门用于勘测和研究地球上的各种自然资源、人工作物、自然环境和各种动态变化的遥感卫星。1972年7月，美国发射了第一颗实验性的地球资源技术卫星（ERTS－1），轨道高度约900公里，用两种传感器对地面进行多波段电视摄象和多光谱扫描。由于采用了近极圆形轨道，18天内能覆盖南，北纬81°之间的全球表面一次，因而可以进行定期的重复观测。由于所用的传感器主要适用于陆地和近海岸浅水区，因而后来又把这种卫星改名为陆地卫星（Landsat）。1975及1978年又相继发射了两颗同类卫星，其中陆地卫星3号增加了一个热红外波段。按原计划，美国还要发射三颗类似的卫星，其中5号、6号将着重于研究海洋，称为海洋卫星（Seasat）。鉴于这种卫星的广泛实用价值，其它一些国家和国际组织也计划发射类似性质的卫星，因而“地球资源卫星”或“资源卫星”又可泛指任何以勘测和研究地球资源和环境为主要目的的人造地球卫星。

【地球资源卫星】 见“地球资源技术卫星”。

【陆地卫星】 landsat 或译大地卫星。见“地球资源技术卫星”。

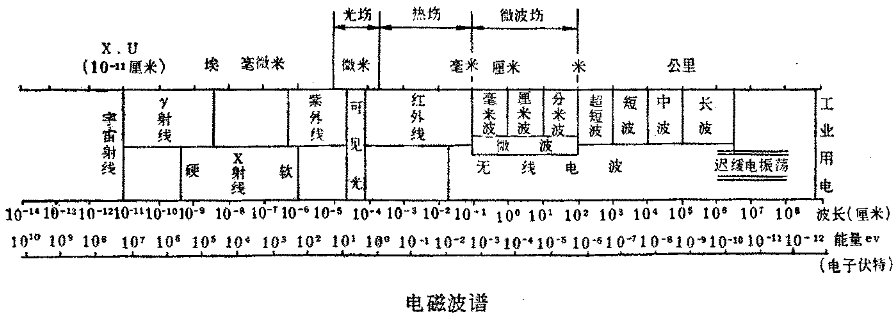
【大地卫星】 即“陆地卫星”，见“地球资源技术卫星”。

【海洋卫星】 Seasat 主要用于海洋学研究，如测量海洋的波浪、潮汐、海流、海面温度和风速、海洋污染等的卫星。1978年6月26日，美国发射了海洋卫星1号。它是一颗高度为800公里的极轨卫星。

【热容量测绘卫星】 Heat－Capacity Mapping Mission 美国在1978年4月26日发射，用于探测地表温度与热力变化的一颗人造卫星。它用0．5—1．1微米和10．5—12．5微米两个波段进行热红外摄象。轨道要求每天二次（2点30分和13点30分左右）飞经地球上的同一地点。它所测得的数据，将用来计算地表物质的热惯量，并利用地面目标的散热变化来辨别岩石、土壤、植被及含水量等。

【电磁波谱】 electromagnetic spectrum 电磁波是以波动形式在空间高速（真空中为光速30万公里/秒）传播着的交变电磁场，即以场的形式存在的一种物质。宇宙射线、γ射线、X射线、紫外线、可见光、红外线、微波以及无线电波等，都属于电磁波，或叫电磁辐射。各种电磁波的根本差别在于它们的波长和频率不同。在理论上把各种电磁波按其波长或频率的大小依次排列，即构成电磁波谱（见图）。电磁波的波长越

短，频率越高，能量越大。根据实际情况或需要，可以把电磁波谱划分成大大小小的段落，每一段落称为一个波段或光谱带（光谱段）。目前遥感技术使用的光谱带，主要是可见光、红外波段及某些微波波段。



电磁波谱

【光谱带】 spectral bands 整个电磁波谱按照波长及频率的不同，可以分为γ射线、X 射线，紫外线、可见光、红外线、微波、无线电波等几个大的段落或区间，这些光谱区间又可以根据来源、性质和使用的需要再分为更小的段落。这些或大或小的段落都称为光谱带，或叫波谱带、波段、频带。非常狭窄的光谱带常称为谱线。

【波谱带】 即“光谱带”。

【波段】 band 即“光谱带’。

【波段选择】 band selection 多光谱遥感的重要优点之一，是能够根据研究对象的不同选用适当的由磁波段或波段组合。例如，蓝绿光波段（0. 5— 0. 6 微米）的电磁辐射能够透过水体，反映出水底地形和水中的悬浮沉积物；近红外波段（0. 8—1. 1 微米）的电磁辐射被水强烈吸收，因而水体和湿地在照片上呈黑色或暗色，易于识别；热红外波段对地热显示和温度变化最为敏感；某些红外波段可以反映出岩石、矿物组成的差别；等等。目前在地质遥感方面选择哪些波段最有利于显示和增强地质体之间的差别，仍是一个需要深入研究的课题。

【最佳光谱带】 optimum spectral bands 各种地物及地质体，在不同的光谱带或波段里，对电磁波可表现 出不同的反射或发射特征。在遥感应用中最理想的光谱带，是使所要区分的不同地物或地质体，在这个光谱带中具有明显不同的光谱反应或光谱特征。但事实上没有一个光谱带能适于区分复杂多样的地物和地质体。因而需要根据不同的研究和探测目的，选择最适于识别或区分研究对象的光谱带。这种光谱带就称为这一研究领域的最佳光谱带。例如，陆地卫星多光谱扫描的四个波段或光谱带，最适于研究和区分植被、农作物和森林等，是这些领域的最佳光谱带；而对地质找矿中区分蚀变带和岩石类型来说，已知的最佳光谱带是0. 45—0. 50 微米、0. 7—0. 9 微米及1. 5—2. 2 微米。

【光谱通道】 spectral channel 简称通道。在遥感技术中，光谱通道一般是指传感器选择接收电磁波的能力，实际上就是指传感器的工作波段。传感器的每一个工作波段，都称为一个通道。一台传感器能接收几个电磁波段，就称之为几通道传感器。

【通道】 即“光谱通道”。

【大气窗口】 atmospheric windows 由地面物体向空中反射或发射的电磁波，在通过大气层时，一部分波段的电磁波被大气中的水蒸气、二氧化碳、臭氧等气体所吸收，使这些波段的电磁波减弱或完全消失。其余波段的电磁波则不被大气吸收或吸收很少。这些透射率较高、能够穿过大气层的电磁波波段，就称为大气窗口。目前已知的主要大气窗口的波长范围有：0．3—1．3 微米，包括全部可见光及部分紫外和红外波段，1．3—2．5 微米属于近红外波段；3．5—4．2 微米及 4．5—5．5 微米，属于中间红外波段；8—14 微米，属于远红外波段；波长 1．5 厘米以上的电磁波已经不受大气干扰。遥感技术所应用的电磁波段一般都在大气窗口的波长范围之内，目前应用最多的是第一个大气窗口，正在研究、试验充分利用所有的大气窗口。

【黑体】 black body 也叫绝对黑体，是研究物体热辐射中应用的一种理想物体。这种物体吸收所有照射到它上面的辐射能量，并且在任何温度下以最大可能的强度发射出所有波长的辐射能量。没有任何实际存在的物体是真正的黑体，只有接近于黑体的东西，如铂黑、灯烟等。

【绝对黑体】 即“黑体”。

【光学扫描】 optical scanning 或称光学机械扫描（optical－mechanicalscanning），是一种不同于光学摄影的摄象方法。它不是象摄影那样在同一瞬时内摄取整个影象，而是通过一个转动或摆动的扫描装置（如扫描镜），一条线接一条线地扫过景象，逐个接收每一瞬间视场范围内的辐射能量，从而取得整幅影象。光学扫描方式的优点，一是可以应用于不能在摄影胶片上成象的波段（如热红外、微波等）；二是便于取得数字化影象，便于在空中用磁带记录或向地面直接传送。

【传感器】 sensor 或称感知器，即用以接收和记录电磁波等信息的仪器，一般专指用于遥感技术的传感器，又称遥感器或遥感装置。根据工作的目的要求及所接受的电磁波波段，传感器有多种类型，目前主要有航空摄影机（如普通航空摄影机、多波段同步摄影机、红外摄影机），电视摄象机（如反束光导管摄象机）、自动扫描器（如多光谱扫描仪、红外扫描仪）、辐射仪（如红外辐射仪、微波辐射仪），以及各种类型的雷达（如侧视雷达、激光雷达）。摄影机类型的传感器只用于可见光和紫外、近红外波段，可以在感光胶片上成象，直接得到单波段或多波段的照象底片。电视摄象机是在传感器内部用光导管成象，然后经电子束扫描变成电信号输出或记录在磁带上。扫描器、辐射仪和雷达系统都是把接收到的电磁波（连续波或脉冲）转变成电信号输出或用磁带记录，电信号或磁带记录经过处理后都可显示成图象或象片。进一步改进传感器的主要要求是：①充分利用一切可用于遥感的电磁波段，取得更多的有用信息；②提高分辨率，③增强影象的立体效应，④提高传感器的透视能力和全天候作业能力；⑤充分利用先进技术，如激光、全息技术等。

【遥感器】 见“传感器”。

【遥感装置】 见“传感器”。

【多光谱摄影】 multispectral photography 或称多波段摄影，是把目标物所反射的可见光及紫外，近红外光谱（统称摄影波段）划分为若干个更小的波段，使各个波段同时分别在几张感光胶片上曝光，从而获得同一景物不同波段的几张底片（黑白片）的摄影技术。由于几个波段分别成象，可以更好地反映出不同物体的反射光谱特征，而且便于通过不同波段和各种滤色片的组合，使用假彩色合成及增强等处理技术。多光谱摄影在遥感技术中主要用于航空（机载）遥感及载人宇宙飞船上。一般的多光谱摄影多用三个或四个波段，其中有一个是近红外波段。

【多波段摄影】 multiband photography 即“多光谱摄影”。

【多光谱摄象】 multispectral im agery 或称多波段摄象。即通过多光谱扫描方式进行摄象，使同一景物同时在几个波段成象，不同于多光谱摄影。参见“光学扫描”及“多光谱扫描”。

【多波段摄象】 multiband imagery 即“多光谱摄象”。

【多光谱相机】 multispectral camera 或称多波段相机，是进行多光谱摄影的照相机。航空（机载）多光谱相机又称为多波段航摄仪。目前多光谱相机按构造有三种类型：①多相机组合型；②多镜头型；③单镜头分光束多底片型。多光谱相机一般使用感红外黑白胶片。

【多波段相机】 multiband camera 即“多光谱相机”。

【多光谱扫描】 multispectral scanning 或称多波段扫描。由传感器以扫描方式直接接收目标物所反射、发射的电磁波，并通过光学系统把这些电磁波分成不同波长的若干个波段，然后分别成象和进行记录的遥感技术。按传感器性能及选用的波段，多光谱扫描有不同种类，如太阳反射多光谱扫描、红外多光谱扫描等。

【多波段扫描】 multiband soannmg 即“多光谱扫描”。

【多光谱扫描仪】 MSS（multispectral scanner） 或称“多波段扫描仪”。指进行多光谱扫描的传感器。多光谱扫描仪一般用扫描反射镜（摆动或转动）依次拾取来自目标物的电磁波，同时随着遥感台（卫星、飞机等）的前进而连续摄取一定宽度地带的图象信息。这些电磁波信息立即通过光学系统分成若干个波段，再分别通过各种光电管检波器转变为电信号输出，并传送到地面接收系统。美国陆地卫星上运载的多光谱扫描仪主要使用太阳反射光谱带，包括三个可见光波段（0．5—0．6 微米、0．6—0．7 微米，0．7— 0．8 微米）和一个近红外波段（0．8— 1．1 微米）；陆地卫星 3 号增加了一个热红外波段（10．4—12．6 微米）。目前已有更多波段的多光谱扫描仪，实际应用的最多可达 24 个波段。

【多波段扫描仪】　multiband scanner　即“多光谱扫描仪”。

【光导管摄象机】　vidicon camera　是一种电视摄象机，其基本原理是使要拍摄的景物通过镜头系统在用光导材料制成的光导靶屏幕上成象，随之用电子束在光导靶背后进行扫描，被扫描的图象即转变为一系列电信号，经放大、输出，传送到接收系统。电视摄象的主要优点是能对摄取的图象进行实时观察。目前在遥感技术中使用的光导管摄象机主要用于某些卫星和宇宙飞船上，如美国陆地卫星上运载的反束光导管摄象机就是一种。

【反束光导管摄象机】　RBV（return beam vidicon）　又名高分辨率电视摄象机，指一种光导管摄象机。其特点是电子扫描产生的电信号不是光导靶上的传导电流，而是由光导靶面把扫描的电子束反射回来，经过光电倍增器进行放大后输出，因而较一般光导管摄象机具有更高的分辨率。美国陆地卫星（1 号、2 号）曾用三台相同型号的反束光导管摄象机组合起来，分别以三个波段（0. 475—0. 575 微米、0. 580—0. 680 微米、0. 690— 0. 830 微米进行同步摄象，属于多通道（多波段）型式。

【热红外传感器】　thermal infrared sensor　或简称红外传感器，指用热红外波段探测地面辐射温度的传感器，一般包括红外辐射仪及热红外扫描器两类。红外辐射仪属于非成象传感器，一般是沿航线记录辐射温度，得出温度剖面曲线。热红外扫描器为成象系统，也叫热红外摄象仪。

【红外传感器】　即“热红外传感器”。

【红外摄影】　infrared photography　利用摄影胶片可以记录的近红外波段（0. 7—0. 9 微米）所进行的摄影，称红外摄影。它分为黑白红外摄影及彩色红外摄影。彩色红外象片显示的颜色是假彩色。红外摄影的优点是：第一去掉了大气强烈散射的可见光及紫外波段，而且植物、土壤、岩石的反射率差别较大，因而提高了象片的反差和分辨率；第二水陆界线显示清楚，而且能区分健康植物及不健康植物，区分植被类型及不同水体。

【热红外扫描器】　thermal infrared scanner　指用扫描方式接收和记录红外线辐射能，显示目标物的仪器。它与一般可见光的传感器不同，昼夜都能工作。红外传感器基本上由光学扫描装置、热红外检测器和记录部件三部分组成。光学扫描装置收集来自地面的红外线辐射能，并使其聚焦于探测器，检测器将红外线辐射能转换成电信号，记录部件则把信号记录在磁带上，或者以放大了的电信号调制一个小光源的强度，通过光束扫描记录在黑白胶卷上。

【红外扫描器】 infrared scanner 即“热红外扫描器”。

【热惯量制图】 thermal inertia mapping 指在热红外摄象中，用测得的地面物体的周日温度变化范围、反照率及地形数据等，通过热模型的计算，求出地面物体的热惯量，制成热惯量图。热惯量是物体对温度变化的热反应的度量，决定于物体的密度、导热率及热容量。不同的岩石，土壤及松散沉积物，具有不同的热惯量，因而用热惯量制图可以圈定不同的岩石和表土。

【侧视雷达】 SLAR（side－looking airborne radar） 是一种机载的主动式遥感摄象和测量系统。它用自身发射的微波脉冲，向机身侧下方形成垂直于飞行方向的扇形波束扫射地面，随着飞机前进而扫过相应宽度的地面，同时逐一接收地面反射的脉冲，并记录在摄影胶片上而形成一条连续的地面图象。侧视雷达的优点是能昼夜工作，不受自然光照条件及天气情况的影响，能透过云、雾、雨等。根据所用天线孔径的不同，侧视雷达又分为真实孔径侧视雷达及合成孔径侧视雷达。

【真实孔径雷达】 real－aperture radar 侧视雷达的一种，其方位分辨率取决于天线的实际长度和微波脉冲的波长，记录下来的回波直接产生图象。由于天线的长度总是有限的，因而这种雷达分辨率的提高受到限制。

【合成孔径雷达】 SAR（syntheticapertnre radar） 指采用合成孔径天线的雷达系统。合成孔径的基本原理是把整个天线分割为一系列的小单元，而使飞机在飞行中能从几个位置上接收地面截辐内每一点上不同位相和幅度的若干反射信号。把这些信号存储起来经过复杂的信号处理后得出图象。这种雷达信号处理系统复杂，成本高，但能大大提高分辨率并适于发展多光谱雷达技术。合成孔径雷达使用的是相干辐射，故又称相干雷达。

【散射计】 scatterometer 即微波散射计，也叫雷达散射计，是一种非成象的雷达系统，用于定量地测定在不同的入射角情况下地面的后向散射，得出剖面曲线，主要用于查明物体表面的粗糙程度及起伏情况。

【激光雷达】 lidar（1ight detection and ranging 的缩词）也叫“光达”，是使用激光脉冲或连续激光束的雷达装置，其工作波段在可见光或近红外。由于它具有使用的波长短和激光光束发散度很小的优点，所以较微波雷达的分辨率要高得多；但由于受大气吸收影响大，只适用于较短的距离（一、二十公里以内），故宜于在小范围地区内作较大比例尺的详细探测。

【光达】 即“激光雷达”。

【遥感信息】 remote sensing information 一般是指遥感数据和图象资料中有用的部分，即可以用来进行处理和判释的部分。有时也用遥感信息一词泛指所有的遥感资料。反映遥感对象（地物、地质体等）的空间形态和分布特征的遥感信息，称为空间信息，例如线性特征、环形特征等。反映遥感对象在不同的电磁波段的光谱特征的遥感信息，称为光谱信息。反映遥感对象在不同时间对电磁波反射或辐射的能力变化情况的信息，称 为时间信息。

【光谱信息】　spectral information　见“遥感信息”。

【空间信息】　spatial information　见“遥感信息”。

【时间信息】　temporal information　见“遥感信息”。

【光谱特征】　spectral signature　在遥感技术中，光谱特征是指某种地物或地质体在不同电磁波段的一组反射率或辐射率数值。例如，在陆地卫星多光谱图象中，每种地物的光谱特征以其在四个波段的反射率数值及其组合特征来表示。

【光谱分辨率】　spectral resolution　是指传感器或光谱测量仪器能够区分或分辨的最小波段范围或波长间隔。例如，实验室应用的分光光度计，光谱分辨率约0.001微米，而摄影及多光谱遥感的滤光镜或滤波器的光谱分辨率一般为0.1微米。

【实时】　real time　传感器在空中取得遥感图象或数据，不经贮存记录而立即发送到接收装置进行显示，供研究人员观察、检验。这种情况称实时。

【地面覆盖】　ground coverage　一张照片或一幅影象（图象）所收容的地面区域范围。

【重复覆盖】　repeat coverage　遥感卫星按照一定的轨道参数长期运行，可以保证按一定的时间间隔对同一地区进行重复摄象，从而提供同一地区在不同时间条件下的多幅遥感图象。这对环境监测和研究动态变化十分有利。这种摄象体制称为重复覆盖。在地质应用中，重复覆盖不仅有助于研究活火山活动、地震、外力地质作用等动态变化，而且可以通过不同季节、不同时间的植被、湿度、地温变化及不同太阳角的阴影效应等，提高基岩地质判释的效果。

【截幅】　swath　传感器上的扫描装置有一定的转动角度和扫描宽度，与扫描宽度相对应的地面宽度称截幅。美国陆地卫星的截幅为185公里。

【光谱反应】　spectral response　又称光谱响应，是指地面物体对不同波长电磁波所具有的发射、吸收、透射、反射和散射的特性。由于各种地物的光谱反应特性不同，图象上具有不同的色调，从而可借以区分各种地物。例如，水在近红外波段几乎吸收全部电磁波，反射率几乎等于零，故在黑白影象上呈黑色；而植被在近红外波段则有较强反射率，黑白影象上色调明亮。

【光谱响应】　即“光谱反应”。

【分辨率】　resolution　在遥感技术中，分辨率一般是指遥感图象中能够分辨的两个相邻物体的最小间隔，常用单位长度内能够分辨的黑白相间的线对的数目或两线之间的间隔表示。在扫描图象中，常用探测器的瞬时视场的大小代表其分辨率。图象上的分辨率所代表的地面实际大小，又称为地面分辨率。如陆地卫星多光谱扫描图象的地面分辨率是79米或79×79平方米。分辨率的大小既取决于摄象系统的分辨力，也决定于其它有关条件，如飞行高度，所用的电磁波段，物体的反差、形态及组合特征等。

【分辨力】　resolving power　在遥感技术中，分辨力一般是指摄象系统（照相机，扫描仪等）或其中某个部件在决定所取得的图象的分辨率大小方面所具有的能力。例如，不同类型和质量的照相机镜头及摄影胶片具有不同的分辨力。但在不少文献中，“分辨力”和“分辨率”往往被混淆使用。

【地面分辨率】 见“分辨率”。

【温度分辨率】 temperature reso lution 又称热分辨率。是指红外摄象或扫描过程中，能够区别目标物与背景热辐射温度差异的最小值。由于地质工作中要求区别的岩石、地下水等和背景之间热辐射温差很小，故温度分辨率一般要求不超过1℃。

【热分辨率】 即“温度分辨率”。

航空地质方法

【航空地质调查方法】 aerial method of geology 简称航空地质方法或航空地质。目前常用的一类地质资源遥感方法，是利用以飞机为主的飞行器在空中所进行的地质和矿产的综合性探测及调查的方法，主要包括航空摄影地质、航空地球物理探测、航空地球化学探测及空中地质观测等。

【航空地质】 aerogeology 即“航空地质调查方法”的简称。

【航空摄影地质】 aerophotogeologY 又称航空地质测量。航空地质调查方法中的一种主要方法，是利用航空摄影资料分析、研究地质和矿产问题及编制地质图件的方法。它广泛应用于区域地质调查、矿产普查、水文地质、工程地质、海洋地质及石油地质等方面。

【航空地质测量】 aerogeological mapping 即“航空摄影地质”。

【地质专业航空摄影】 aerophotography of geology 指从地质矿产调查的目的出发所进行的航空摄影，是航空地质调查的基础工作。其任务是为地质调查提供各类摄影资料，并为矿产远景地段的地形地质测量提供大比例尺航空象片。为了保证航空摄影的地质效果，必须选择合适的航摄仪、航摄比例尺、摄影航线、感光材料、摄影季节和时间等。通常情况下，在进行地质专业航空摄影同时，还配合空中地质观测、航空物化探及其他空中测试等工作。

【空中水域透视摄影】 是在空中对一定深度水层下的地质构造及其他现象（例如地形、底积、基岩、生物、水温、水质、水流动态等）所进行的摄影，为海洋地质资源调查提供图象资料。透视深度取决于天气条件、水介质的光学性质、摄影器材性能、摄影技术等因素。

【地质静态比较摄影】 为了提高航空象片的地质分辨能力和地质体的成象性，以辨认和研究某些难于察觉的地质现象，而对同一地区和同一研究对象改变摄影条件（摄影高度、角度等）或更换不同性能的感光材料所进行的重复摄影或多谱段扫描。

【地质动态程序摄影】 是利用摄影技术，观测、研究现代动力地质作用的一种方法。即在相似的摄影或扫描条件下，按一定时间间隔所进行的重复或高速摄影，用于取得火山、地 震、水流泥沙运动、侵蚀冲刷、崩塌滑坡、地面升降等有关活动的图象及数据资料。对于急剧变化的地质现象，如火山喷发、地震、山崩、岩块重力移动、泥石流、大规模地下核爆炸等，则可以采用高速连续摄影技术进行记录。

【航空雷达成象】 aerial radar imagery 从飞机或其他飞行器上装载的雷达向地面发射超短电磁波（微波），经过地面反射回来，再由雷达系统接收、扫描成象。这种图象资料的利用与其他空中摄影图象相似。雷达成象可以在黑夜、云雾、风沙、尘霾的条件下进行，不受天气条件影响。同时，超短电磁波对植被、冰雪、浮土等盖层具有一定的穿透能力，可以部分克服这些障碍。空中雷达的类型很多，按探测方向，有俯视雷达、侧视雷达、按结构，分真实孔径雷达、合成孔径雷达及阵列雷达；按发射源，分微波雷达、激光雷达及红外雷达、按频道，又分单频、多频、单极化、多极化及全息雷达等。用于航空地质调查中的雷达系统及其图象、数据资料，具有较高的分辨率（2—5米）及制图学精度。

【空中立体摄影地质测量】 aerophoto－stereogeologieal surveying 利用航空摄影象片，通过实地控制测量、象片地物调绘、象片地质解译以及地面地质观测验证等步骤，然后用立体测绘仪器编绘成地形地质图的工作。其特点是测绘和地质人员配合作业，根据地形和地质要素一次或分次编绘成图。

【象片构造地质测量】 structural geological surveying of photo 用立体摄影测量的方法，在航空象片上量测岩层产状要素，测算岩层厚度，勾绘构造等高线，勾绘某一地质界面的空间形态，并结合钻探和物探资料，编绘基岩地质图、构造地质图和地质剖面图的工作。

【空中地质观测】 geological airview，geological aerovisual observation 亦称航空地质目测或航空目测。航空地质调查方法之一，指地质人员在空中以肉眼和一些辅助探测仪器对地面地质现象进行的观测工作。它是配合航空地质摄影、航空物化探的一种辅助性方法，一般与其他工作同时进行，有时也单独进行。空中地质观测的特点是视野范围大，可以在短时间内全面、综合地观察地质现象，获得较大地区内的地质概况，发现并解决航摄象片或野外工作中未解决的某些地质问题。

【航空地质目测】 geological airview，geological aerovisual observation 即“空中地质观测”。

【影象地质图】 photogeologic map 根据航空象片及其他遥感资料编制的一种地质图。它是在航空象片及其他遥感资料的影象平面图上，或叠加其上的透明图片上，按规定符号标绘出各种地质要素，必要的地形、地物及有关的物化探工作成果，从而成为一种可供直观分析的，带有地质影象的地质图件。这种地质图主要用于地质矿产调查、工程和水文地质勘测等。

【解译地质图】 geological map of interpretation 以摄影图象为主要依据，结合已有的资料，通过室内解译而编制出的一种地质图。其内容的确切程度和完备程度，决定于地质体在影象上的可辨认程度和解译人员的实践经验。图件的质量和精度也差异较大，通常都需要经过不同程度的地面检查验证和其他地面工作的配合，才能成为正式的航空摄影地质图。但是，在不少情况下，它也可以直接用于实际工作。如果图上保留原有的象片影象，这种解译地质图则称解译影象地质图。

【解译影象地质图】 在解译地质图上仍保留原有的地质影象，这种解译地质图称解译影象地质图。详见“ 解译地质图 ”。

【航空摄影地质图】 aerophotogeological map 在解译地质图的基础上，通过一定的地面检查、验证，并配合其他必要的地面工作，最后修改、编制而成的地质图，称航空摄影地质图。详见“ 解译地质图 ”。

【空中红外探测】 airborne infrared survey 根据不同物体辐射或反射红外线的差异，采用红外摄影、红外扫描、红外电耦及其他红外技术在空中进行探测的一种遥感方法。由于各种地质体的热传导能力和热容量不同，它们对太阳热能的反射、吸收以及对地壳深部的热传导作用也有差异，从而就构成了地质体的微热效应。因此，在地质工作中，就可以利用红外探测所取得的地质热力图象，研究热反差较高的地质体或地质现象，为解决有关地质矿产、地下水和地热资源、火山、地震等问题，提供参考资料。

【地质体反射光谱测试】 reflective spectral measure of geobody 是研究地质体宏观光学反射特征的一项基础工作。它利用地面或空中分光光度计，测定不同地质体对太阳光各谱段的反射强度，为选择地质摄影的感光材料和滤色镜，进行象片定量解译以及探索地质体物质成分等方面的工作，提供资料依据。由于遥感技术的发展，这种测定工作，目前已由可见光扩及到红外、微波等波段，从而出现了地质体电磁波波谱特性测试等概念。参见“ 地质体电磁波波谱特性测试 ”。

【地质体电磁波波谱特性测试】 为了研究地质体遥感信息的构成机理，配合遥感仪器的研制，合理选择最佳的遥感波段，以及为遥感数据资料的处理，提供对比参数等目的，而对地质体在太阳能及其他能源激发场中表现出来的自身辐射能谱、反射特征、热性能等特性所进行的测定工作，如地质体光谱反射率的测试、红外辐射温度测试等。测试的方法有实验室标本测试、野外露头测试、遥感高台（汽车）测试和空中测试等。

【地质“ 透视 ”效应】 在浮土覆盖层或一定深度基岩之下的地质构造，有时可以通过航空象片或其他遥感资料所反映的地热、水文、土壤、植被、地貌等特征，间接表现出某些明显或微弱迹象，这种情况有人称之为地质“ 透视 ”效应。它在地面地质调查时 往往难于察觉，但通过航空象片或其他遥感资料，一定程度上可以克服稠密植被、浮土、上覆基岩以及冰雪覆盖层的障碍而被识别出来，从而为推断下伏的地质构造情况提供依据。有人认为从理论上讲现代遥感技术记录的表面信息，没有透视能力，因而“ 透视 ”效应的提法不妥。

遥感图象处理及地质解译

【遥感资料】 remote sensing data 又称遥感图象与数据。在遥感技术中，凡通过传感器所收到的电磁波信号记录，即获得的一切资料，统称遥感资料。它一般包括两大类，一类是各种遥感图象，包括正片、负片（详见“遥感图象”）；另一类是以视频高密度磁带（HDDT）记录的遥感数据，经计算机处理后可制成计算机适用磁带（CCT），供电子计算机进行各种处理，通过处理也可以制成遥感图象。

【遥感图象】 remote sensing im - ages 又称“遥感影象”，指用图象方式记录的遥感资料。不同的遥感方法和传感器所获得的遥感图象种类也不同。例如，地球资源技术卫星（陆地卫星）所获得的遥感图象有通过反光束导管电视摄象机取得的卫星象片和多光谱扫描图象；航空遥感获得的图象有黑白航空象片、彩色航空象片、近红外航空象片、航空热红外扫描图象、全景雷达和侧视雷达图象、紫外象片，以及用航空多波段照相机、多波段扫描系统、多通道电视摄影机系统所获得的不同波段的图象资料等。

【卫星图象】 satellite images 是各种人造地球卫星在运行过程中，通过照相机、电视摄象机、多光谱扫描仪等设备，对地面地物进行摄影或扫描所获得的图象资料，有时也称卫星象片，简称卫片。其回收的方式有：①通过回收运载工具取得摄影胶片；②在运行过程中，通过电子仪器把图象资料转变为电信信号记录在磁带上，然后回放到地面接收站，记录在视频磁带上，再经过处理系统变换为胶片影象。

【卫星象片】 见“卫星图象”。

【计算机适用磁带】 CCT（computer compatible tape）简称计算机用带，又译计算机兼容磁带或计算机协调磁带，是记录陆地卫星多光谱图象的数字数据的磁带产品。每一个这种磁带包含四个条幅，每个条幅相当一幅图象的四分之一，即东西宽 46 公里，南北长 185 公里的条带。每一个条幅上依次记录着四个波段的亮度数据。另有第五个条幅记录图象的注记数据。计算机适用磁带是由原始的视频记录和注记磁带改制成的，以便于输入计算机中进行图象处理。

【计算机用带】 即“计算机适用磁带”。

【热红外图象】 thermal infrared image 简称红外图象，是由热红外扫描器接收和记录目标物发射的热辐射能而形成的图象。这种图象显示的是肉眼看不到的热辐射差异，其明暗色调取决于物质的表面温度及发射率，代表着物质发射和吸收热能的能力大小，故又称为热象。热红外图象的解译有助于区分岩石类型，圈定地质构造，探测地热资源及地表温度以及监测环境变化等。热红外图象受环境因素、昼夜变化的影响大，解译时要特别注意摄象的时间和条件。

【红外图象】 infrared image 即“热红外图象”。

【热象】 thermal image 即“热红外图象”。

【热模型】 thermal models 红外遥感中建立的一种数学模型，反映物质的热性质（热惯量，反照率等）及其它物理性质与其表面温度之间的定量关系。热模型计算可以根据已知的热惯量和反照率预测物质的温度；也可以根据一个周日循环中测得的最大和最小辐射温度，求出物质的热惯量值，并进行热惯量制图等。

【图象处理】 image processing 图象处理是对遥感或非遥感图象进行校正、补偿、增强、统计分析等各种处理的技术方法的总称。图象处理方法按技术手段的不同分为：①光学处理方法，包括非相干光学处理（相当摄影处理方法）及相干光学处理；②电子光学处理，或叫电子模拟处理方法；③数字处理，或叫计算机处理方法。这些方法也可混合使用，各取所长。

【图象处理系统】 image processing system 或称为遥感数据处理系统，是以电子计算机为中心的进行遥感图象处理的一整套设备和程序。它包括通用的或专用的电子计算机，各种外围设备（如磁带机、磁盘机、数字化器、控制台及显示设备、打印机、绘图机等）及软件系统。图象处理系统又分为两类，即数字数据处理系统及模拟。数据处理系统。适于专业人员直接操作的是交互式处理系统，也称人机对话处理系统。

【交互式图象处理系统】 interactive image processing system 是一种比较方便、完善的图象处理系统，用这种计算机系统，操作人员和机器可以通过计算机语言进行对话，故又叫人机对话处理系统。这种系统有一套应用程序，在操作过程中向操作人员提出一系列问题以供选择，操作人员又随时可以根据计算机显示的效果提出进一步的要求。这种系统便于专业人员直接操作，能迅速得出最佳成果。

【人机对话处理系统】 inan – ma – chine interactive processing system 即“交互式图象处理系统”。

【假彩色合成】 false color eom – posite 又称多软片法、彩色合成。一种遥感图象（航空象片、多光谱卫星图象等）的电子光学处理技术。将一组不同波段的黑白多光谱透明片，放入配有特定的红绿蓝三色滤光片的光学系统，投影到一个屏幕上，使它们的影象精密地重合在一起，合成彩色图象。假彩色合成一般可有三色合成，也可二色或四色合成，颜色组合是任意的。由于这种方法获得的合成图象的颜色与自然界原来的彩色完全不同，故称假彩色合成。合成的方法有仪器合成、彩色透明片合成及印染法三种。

【多软片法】 即“假彩色合成”。

【彩色合成】 color composite 即“假彩色合成”。

【加色观察器】 additive color viewer 也叫彩色合成观察器，是一种简便的光学合成仪器。把几个波段的黑白图象放在这种仪器上，使其对准重叠便可得到彩色合成图象，并显示 在屏幕上。

【彩色合成观察器】 color compo－ sitor vmwer 即“加色观察器”。

【相关掩膜技术】 利用一组由不同曝光时间的遥感影象（同一地区）拷贝获得的具有不同特征而又能彼此重叠的模片，通过组合变换和相互叠掩，以完成各种图象处理技术的总称。

【密度分割】 densioy slicing 是处理的一种方法，即把图象中连续变化的灰色调分割成一系列的密度间隔或等级，每一等级相当于一个灰度范围或亮度数值范围。进行密度分割，可以用计算机对数字化的图象资料进行划分，显示为不同的颜色、不同的线条打印符号或等值线图；也可用胶片或象片在专用的电子光学设备上以不同的颜色显示在屏幕上或印制成等密度假彩色图象。

【假彩色密度分割法】 false color density slicing 又称“假彩色等密度分割法”；也称“单软片－电子光学技术”。它是卫星遥感图象的一种电子光学处理技术。在遥感图象（航空象片、航空热扫描图象、卫星多光谱扫描图象等）上，任何目标的光谱特性都是通过灰阶的密度反映出来的，所以密度是图象分析的最主要参数，它的微小变化，都是鉴别各种地物的主要依据。假彩色密度分割法，就是一种有效的图象密度分析方法。这种方法系用一光导摄影管对单张图象（正片或负片）进行扫描，以摄取图象上各点的光信号，然后将光信号转换成模拟电压信号。这种信号经过加工、整理及模数转换，分为若干个电压不同的等级。每一种等级用一种色彩代表，这样就在彩色电视监视器屏幕上出现一幅经过分割的等密度假彩色影象，其中同一色彩表示为同一密度等级。其特点是能明确地表示出各级密度的范围，突出影象的轮廓，便于分析解译，大大提高了肉眼对密度等级的分辨率，图象处理速度快，并能和电子计算机联机使用等。

【单软片—电子光学技术】 即“假彩色密度分割法”。

【彩色增强】 color enhancement 一般是指用多波段的黑白遥感图象（胶片），通过各种方法和手段进行彩色合成或彩色显示，以突出不同地物之间的差别，提高解译效果的技术。彩色增强根据生色的原理分为加色增强及减色增强。如用一般摄影方法制成假彩色合成图象，一般为减色法；用加色观察器通过光学投影得出合成图象，为加色法。此外，还有进行彩色增强或彩色合成的电子模拟设备。

【数字图象处理】 digital image processing 数字图象处理是用计算机技术对数字化的图象资料（如遥感图象的数字磁带、航空象片及地质图件等的数字化资料等）进行计算、处理、校正、信息抽取、分类及显示、成图等方面的多种方法和技术。在遥感应用中，数字图象处理大体包括图象恢复、图象增强及信息抽取三类常规处理及其它特殊处理方法。

【图象恢复】 image restoration 对遥感原始图象资料进行图象恢复处理，就是要识别和补偿在扫描和传送过程中所产生的误差、几何畸变、噪声等，使图象尽可能地接近于实际。这项处理包括大气影响的校正、几何校正及对由于设备原因造成的扫描线漏失、错位等进行的改正。

【图象增强】 image enhancement 是通过各种处理方法对原来的遥感图象进行加工，使图象中包含的信息更加鲜明，便于区分和解译的技术。图象增强方法包括摄影方法（光学及电子光学方法）及数字处理方法。根据增强的对象和效果的不同，一般分为反差增强、彩色合成、密度分割、边缘增强、空间滤波等多种方法。

【边缘增强】 edge enhancement 是遥感图象增强的一类方法，其目的是突出不同物体影象之间的边界。进行边缘增强可以采用多种光学（摄影）方法，例如将同一图象的正、负片叠合并略为错开进行印相，或正、负片对准重叠，用直、斜光照射或旋转曝光等；也可用相应的电子光学设备。这类光学方法又称“多层底片法”。另外，还可用计算机处理进行边缘增强，处理方法包括统计分类方法，图形识别，以及求梯度、拉普拉斯算子等。如预先对相邻象元之间的亮度差给定一个阈值，经处理后，大于这个阈值的边界就用线条、灰度差异或颜色变化显示出来。经过边缘增强处理的图象，边界清晰，富于立体感，犹如浮雕一样，又称“浮雕图象”。因而，这类方法也称“浮雕法”。

【多层底片法】 见“边缘增强”。

【浮雕法】 即“边缘增强”。

【反差增强】 contrastenhancement 遥感图象增强的一类方法，是增强不同亮度（或灰阶）物体之间的反差，并充分利用感光材料或其它显示设备的最大灰度范围的图象处理方法。采用高反差的照相材料进行图象复制，是最简便、经济的增强方法，但增强范围很有限，而且信息丢失量大。用计算机（数字处理）进行反差增强，具有精度高，亮度等级多（128，256 或更多），方法多，灵活性大，速度快等优点。计算机增强反差的主要原理是把原来亮度变化范围小（反差小）的图象数字数据，用数学方法扩展到整个亮度等级范围，再显示出来，故又称为反差扩展。

【反差扩展】 contrast streching 或称反差扩大，是用数字处理进行图象反差增强的基本方法。其基本原理是把原来亮度（或灰度）范围小的图象或图象中的部分亮度等级，通过数学方法改变其亮度数值，从而使之扩展到整个亮度等级范围，达到增强反差，便于解译的效果。同时，那些原来在被扩大的亮度范围以外的信息则被掩盖。反差扩展有多种方法，如线性扩展，均匀分布扩展，高氏扩展等。参见“反差增强”。

【数字镶嵌】 digital mosaic 是用数字处理进行遥感图象镶嵌的方法。进行这种镶嵌需要在重叠地区有地面控制点。其优点是可以通过适当的反差扩展使相邻图象的反差和色调协调一致。

【信息抽取】 information extrac - tion 或称信息提取，是数字图象处理技术中的一类，其特点是应用计算机的决断能力来判断和抽取所需要的信息。操作人员要向计算机提供训练数据和指令，并评定抽取出来的信息的意义。信息抽取往往同时处理多波段或多种来源的图象数据，包括比值法，多光谱分类等。

【比值法】 ratioing 是对多波段遥感图象进行数字处理的方法之一。其原理一般是求出每个象元在两个不同波段的亮度值的比值，然后用这些比值构成新的图象（比值图象）。原则上可以求任何两个波段的比值，也可求某一波段与各波段平均值的比值或者波段和、差的比值。实际应用何种比值，要根据研究的目的和试验效果而定。

【比值图象】 ratio image 用多波段遥感图象中每一象元在两个波段中的反射率的比值或其它比值（参见“比值法”）构成的新图象，称为比值图象或比值影象。比值图象的优点是：第一，同一物质具有同样的比值，表现为相同或相近的灰度，排除了光照条件（地形、阴影等）的影响；第二，比值图象表现出两个波段的光谱反射率曲线的坡度差别，有助于区分不同的岩石类型。同一象幅几个不同比值的比值图象，或者比值图象与原始的单波段图象一起，都可进行假彩色合成，取得较好的地质解译效果。

【模拟真彩色图象】 simulated normai color images 或叫“模拟天然色图象”（Simulated natural color images），是通过数字图象处理得出的逼近于地物天然色彩的多波段合成图象。例如，陆地卫星多光谱系统缺蓝色波段，在此情况下模拟真彩色的关键是用计算机根据已有各波段的光谱特征，推算出蓝色波段，然后与4、5两波段进行合成。

【变化检测图象】 change－detection images 或叫“差别图象”，是在信息抽取处理中，用同一地区不同时间获取的两幅（或更多）图象相应波段每个象元的亮度值相减后得出的新图象。这种图象显示出在两次摄象间隔的时间内该地区所发生的变化，如用中等灰色调代表零值（无变化），则黑色和白色分别表示最大的负变化和正变化。

【差别图象】 difference images 即“变化检测图象”。

【合成立体图象】 synthetic stereo－ images 或叫“假立体图象”，是用数字处理方法，由一幅陆地卫星图象，参照地面控制点，得出的人为的立体象对。这种方法可以弥补陆地卫星图象侧向重叠小、立体效应差的缺陷，但处理成本高。

【假立体图象】 即“合成立体图象”。

【空间滤波】 spatial filtering 是图象增强的数字处理方法之一。其基本原理是通过一定的数学程序，对图象数字资料按不同的空间频率进行滤波，从而突出所需要的信息或削弱不需要的部分。例如，一条扫描线的反射率曲线可分为不同波长、不同频率的组份，通过数字滤波可以突出其中某一部分。节理、裂隙和断层属于具有高空间频率的线性构造，通过高通滤波可以得到增强。其走向垂直于滤波方向的被增强，而平行于滤波方向的则被削弱。

【多光谱分类法】 multispectral classification 或称图象分类法，属于遥感图象处理中信息抽取的一种，是把计算机的数字分类方法应用于图象处理，以求实现解译对象（如地层、岩石、矿带等）的自动分类。多光谱分类的基本内容是，在分析每个象元的光谱特征基础上，根据光谱特性的相近程度把所有象元分为不同的类别，使每一类都相当于一种地物或地面覆盖情况。多光谱分类法根据其确定分类标准的方式不同又分为监督分类法和非监督分类法两类。

【图象分类法】 image classification 即“多光谱分类法”。

【监督分类法】 supervised elassi - fication 也叫监督学习法，属于多光谱分类法的一种；广而言之，是图形识别的一类决策技术，又叫“图形判别”。进行这种分类，首先由解译人员根据情况已知的小面积或少数象元作为训练组或训练区，确定分类标准（训练数据），让计算机认识这些标准，然后用这些标准对整个图象的所有象元进行判别分类。

【监督学习法】 supervised learning 即“监督分类法”。

【图形判别】 pattern discrimination 见“监督分类法”。

【非监督分类法】 unsupervised classification 也叫非监督学习法，属于多光谱分类法的一种；在图形识别技术中属于狭义的图形分类（pattern classification），包括各种积群分析方法或空间积群法。在这类方法中，没有训练样本，而是直接根据空间光谱特征或图形的差异进行自然分组，然后根据地面抽样资料进行对照，确定每一类的性质并改进分类标准，直到得出最佳分类为止。

【非监督学习法】 unsupervised learning 即“非监督分类法”。

【训练组】 training sets 或叫训练样本、训练区（training areas），是指用监督分类法对遥感图象进行自动识别和分类时，首先从研究的图象中选择出的，有代表性的，实际地物情况已知的小面积或少数象元。以其光谱特征数据作为分类标准，对计算机进行训练，计算机将按同样的分类标准对整个图象进行识别和分类。

【训练样本】 training samples 即“训练组”。

【空间积群法】 spatial clustering 也叫积群分析或点群分析，是应用概率统计原理进行数字分类的一种非监督分类方法。它是依据在多维空间具有相近的数字特征的样本，集合于一定的空间范围而形成点群，并反映其内在相似性这一原理，用数字处理方法把大量数据按空间分布划分为若干点群，使每一点群与某一类地物相当的图象分类方法。例如，用多光谱图象数据进行积群分析，每一波段的亮度值相当一个座标轴，构成多维空间，每一个象元按其亮度值相当空间中的一点，光谱特征相近的象元点就集合在一起成为点群。每一点群相当什么类型的地物，需经地面调查或与已知类型的点比较确定。

【积群分析】 cluster analysis 即“空间积群法”。

【点群分析】 即“空间积群法”。

【图形识别】 pattern recognition 又称图象识别或模式识别，是用电子计算机对有解译意义的图形进行自动识别、计数和定位，进而自动分类和解译的技术。这里所谓图形，并不一定是实际存在的某种空间图形，也可以只是代表某种特征的一组数据，例如同一个象元在几个波段的亮度或反射率数据等。因而遥感图形识别可分为以实际的空间图形（如线性特征、环形特征等）为对象的空间图形识别及以多光谱数据为对象的多光谱图形识别两类。

【图象识别】 即“图形识别”。

【模式识别】 即“图形识别”。

【解象能力】 interpretive availa－bility 指遥感图象的可解译程度，是一个广义的概念。它既包括一般遥感图象的空间分辨力和光谱分辨力，又包括不同季节、不同成象钟点及不同天气条件下图象的分辨力。

【象元】 picture element，pixel 也叫影象单元或象点，是指在数字化的图象（包括空中扫描中直接取得的数字图象及象片等模拟图象的数字化产物）中，每个数字值所代表的地面面积，也就是组成数字化图象的最小单位。每个象元用它在图象中的坐标位置及表示亮度（或反射率）的数字值来确定。由于象元是从扫描器中的检测器所取得的模拟信号中，以某个最佳的间隔抽样而来的，因而象元面积可能小于检测器的地面分辨率单位或瞬时视场。例如陆地卫星多光谱扫描图象的地面分辨率为 79×79 米^2，而象元为 57×79 米^2。

【影象单元】 即“象元”。

【象点】 即“象元”。

【地面实况】 ground truth 又叫地面真象，即和遥感图象相对应的地面真实状况。对地质解译来说，地面实况主要是指各种地质体在地面实测的光谱反应特征。

【卫星图象解译】 interpretation of satellite image 又称卫星图象判释、卫星图象判读。利用卫星图象的各种信息特征，通过各种处理技术，区分和识别不同种类的地物。例如，卫星图象的地质解译，即为识别一定地区内的岩性、地层单位、地质构造和矿产特征等，并对它们的成因、分布及发展规律进行分析研究和作出判断，从而获得各种影象地质图、线状构造图、岩块构造图、比值分析图及色调异常图等解译成果的过程。卫星图象的解译方法有常规目视解译、电子光学解译、电子计算机处理三类。解译工作须要同地面的检查相结合。

【卫星图象判释】 即“卫星图象解译”。

【卫星图象判读】 即“卫星图象解译”。

【目视解译】 visual interpretation 又称“常规目视解译”。主要依靠肉眼，借助放大镜、立体镜等简单光学工具，对卫星图象进行各种目的解译的方法。例如，在放大镜或立体镜下，辨别卫星图象上的各种地质解译要素，对其作出分析判断，然后用地质符号或注记将它们记录下来，以形成地质资料的目视地质解译，就是卫星图象地质解译的一种基本方法。它与航空象片的解译相似，所不同的是卫星图象的比例尺小，而且只有在高纬度地区才具有足够的旁向重叠供立体镜下进行立体量测。

【图象判释要素】 elements of inage interpretation 又称“图象解译标志”，一般是指遥感图象上可用以判断和识别各种目标物的标志，包括目标物在图象上的大小、形状、阴影、色调深浅（灰阶）和颜色、结构、排列和分布的样式、与其它目标物的相对位置和组合关系、以及图象的分辨率等。在实际判释工作中，可根据不同的情况和判释目的而有所侧重。

【图象解译标志】 即“图象判释要素”。

【地质信息】 geological informa－tion 地质体或地质现象在遥感图象上表现出各种色调、形状、规模、花纹等等，它们直接或间接地反映了地质体或地质现象的特征，故

统称地质信息。概括起来，地质信息基本上分为色调特征信息和形态特征信息两大类。

【色调特征信息】 informationfrom imaging tone 不同的地表物体，对太阳电磁波的反射、吸收和透射能力不同。它们对可见光部分的反射、吸收和透射的差异，通过传感器在图象上的反映，即表现为色调的差异。这种差异在黑白象片上表现为不同的黑白深浅程度，在彩色象片上表现为不同的色彩。上述来自地表物体的信息，即为色调特征信息。地质体的色调主要决定于它们的成分、结构、构造、形态等特征，但同时还受各种自然因素的影响，如植被覆盖度及植物群落类型、土壤覆盖度及土壤类型和含水性、当时的季节和大气状况等。此外，同一地质体的坡度变化引起反射角的不同，或在不同波段的象片上，都能产生不同的色调特征。

【灰阶】 gray scale 又称“灰度”、“灰标”。地表物体对太阳可见光部分的反射、吸收、透射性能的差异，表现出不同的颜色和亮度，反映在黑白图象（包括黑白航空象片、卫星图象及红外图象等）上则呈现不同的黑白深浅程度。把白色与黑色之间按对数关系分为若干等级，以此作为划分地面物体电磁波能量强度的尺度，印称为灰阶。一般航空象片的灰阶分为 10 级；高分辨率电视摄象机卫星象片的灰阶也分为 10 级；多波段扫描的卫星图象的灰阶一般划分 15 级，用电子计算机处理的目前可划分 256 级。

【灰度】 即“灰阶”。

【灰标】 即“灰阶”。

【彩色地质体】 color geological mass 所有地质体都有自己特有的颜色，是它们对太阳可见光部分的反射、吸收和透射造成的。所谓彩色地质体，是指对外来入射的可见光具有分解成单色光，并对不同波长单色光进行选择性吸收或反射能力的地质体。例如，红色砂岩是一种彩色地质体，它具有把太阳的可见光分解为单色光，并把已分解的其他单色光完全吸收而只反射红光的能力，因而呈现为红色。

【消色地质体】 non－color geolog－ ical mass 指对入射的白色可见光（混合光）只能全部或部分地反射、吸收，而没有分解成单色光及选择性吸收能力的地质体。凡是全部或大部分反射的地质体呈白色，如白云岩、石膏等；全部或大部分吸收的呈黑色，如碳质页岩和某些超基性岩；介于两者之间的呈灰色。

【形态特征信息】 information from objective pattern 地表的电磁波能量，通过传感器记录在遥感图象上的影象是各种各样的，这些影象的形态、规模、图形、结构、位置以及它们之间的组合等特征，是地表自然景观的综合反映，也是据以识别、区分地物、地形和地质现象的重要标志。这些除色调特征以外的影象特征，统称形态特征信息。不同性质的地质体，可能在图象上组成不同的形态特征信息，反过来可以根据形态特征信息来识别地质体的属性。

【线性特征】 lineaments，linear features 指在航空象片、卫星图象等遥感图象上呈直线、折线或弧形曲 线的线状影象。其规模可由数百米至几百公里，清晰程度视图象的比例尺和分辨率而定。除了人为因素（如运河、铁路、渠道等）外，自然界一些纯地理因素（如滑坡、某些河谷、陡崖等）以及不同植被类型的界面，也可构成线状影象。凡由地质构造因素构成的线状影象，称线性构造或线状构造。

【线性构造】 linear structure 或称线状构造。指在航空象片、卫星图象等遥感图象上，由地质构造因素控制的线状影象。它包括呈线状分布的断层、破碎带、裂隙带、某些片理化带、不整合面等构造形迹所构成的影象。按照线性构造的地质意义，线条的组合方式、空间关系、频度、规模和连续性，线性构造可分为五类（据 W. L. Smith，1977）：①沿岩性构造（1ithostructural）接触带的线性构造；②沿线状排列的地形线分布的线性构造；③破裂带线性构造；④沿断层形迹展布的线性构造；⑤与大断裂（或称地壳断裂 geofault、“行星性”断裂 planetary fracture）有关的线性构造。对一个区域的线性构造特征和配套、组合、分布特征的综合分析，有助于区域地质构造及其发展历史的研究，并为某些矿产的形成和分布规律的研究提供依据，而且已成功地运用于地震地质、水工建设基础的地质研究。此外，还可据以编制区域线性构造图，并通过对线性构造分布频率的数理统计，探索区域线性构造的形成和分布规律。采用多波段扫描等方法成象时，一些在地面上比较隐晦或不明显的构造形迹，可能在图象上较清晰地显示出来，甚至某些被沉积物覆盖的隐伏构造，也可能因为覆盖物的岩性、植被类型、含水性的差异，而通过色调等特征在图象上得到显示。

【环状特征】 circular features 在航空象片、卫星图象等遥感图象上呈圆形、椭圆形或不规则封闭曲线等形状的影象。它包括的范围，直径由数公里到数百公里以上，其色调特征及地貌形态与周围地区常有显著的差异；沿边缘常发育有环状水系、放射状或向心状水系。反映地质构造的环状特征，称环状构造。

【环状构造】 circular structure 在航空象片、卫星图象等遥感图象上，反映地质构造的环状影象。这些环状影象可能反映的地质体有：前寒武纪片麻岩系的穹形和圆形构造，盐丘，包括被时代较新的沉积物覆盖的盐丘；各个时代沉积岩系的圆形、椭圆形构造；以及其中的礁体、古潜山和含油构造；隐伏的隆起区、拗陷区、穹窿构造和向斜构造；现代或古代残余的火山机构（火山锥体、火山口、破火山口等）及其他火山构造，包括现代或古代熔岩流覆盖区在内的火山–构造成因构造；环状的侵入体和环状岩墙；各种成因的爆发岩筒；规模不等的环状、椭圆状、弧状断裂；各种构造岩块，包括由断裂产生的断块及作为大地构造单元的刚性地块；爆炸的陨石坑；等等。除以上外，目前还有各种关于环状构造成因的推论，一种意见认为它与巨大的陨石击穿地壳有关；另一种推论认为可能是地球深部（主要是上地幔）的高能热核反应引起地球内部物质向外壳冲击、爆炸而产生的地壳构造，或者是由于能量上冲引起大气异常变化而产生的“晕梢”辐射被传感器接收。根据环状构造的解译，可编制岩块构造图。对一些规模较大的，主要是由构造岩块构成的环状构造分布规律的研究，有助于区域地质构造的分析。在一些环状构造内，已发现有金属矿床或储油构造。

【雷达岩石单位】 radar – rock units 在侧视雷达图象的地质解译中，根据雷达信息特征划分的岩石（包括基岩和松散堆积物）单位，主要反映岩石表面粗糙度的差异与岩性的关系。

【象片地质解译】 geological inter – proration of photograph 又称象片地质判读。是根据象片的各种影象特征来辨认、分析实际地质体和地质现象的过程。地质解译的内容随任务要求而定，解译效果决定于象片质量、地质体的可察觉和可辨认的程度，以及解译人员的实践经验。解译方法可分为直观判断解译法，标准象片类比解译法、综合辨认或逻辑推理解译法。供地质解译的象片主要是航空象片，也包括部分卫星或地面立体摄影的象片。

【象片地质判读】 即“象片地质解译”。

【象片地质解译程度】 extent of geological interpretation of photo – graph 是指象片影象所反映的地质现象的可辨认程度。根据可能取得的地质解译效果，一般可分为四类：①解译良好，即地质构造轮廓和各类地质要素细节可以从象片上辨认出来，并能编制出比较完备的解译地质草图；②解译中常，即主要地质构造轮廓清楚及大部分地质要素细节可以辨认出来，并能编制出粗略的解译地质草图；③解译困难，即只能看出部分构造轮廓和少量地质要素细节，仅可编制概略的地质构造示意图；④解译特别困难，即只能看出少量地质要素，不能构成完整的地质构造概念，无法编制同比例尺基岩地质解译图件。提高地质解译程度的途径有：改进摄影技术或采用其他遥感手段，以增强图象的表达能力；改进解译方法，提高对图象的识别能力；加强地面检查，提高对地质体及地质现象的成象规律的认识。

【象片地质解译标志】 index（key）of geological interpretation 是在航空或航天遥感图象上，反映地质体属性，并可作为推断、解释地质情况的影象特征。按其意义，可分为直接解译标志和间接解译标志。参见“直接象片地质解译标志”、“间接象片地质解译标志”。

【直接象片地质解译标志】 direct key of geological lnterpretation 航空或航天遥感图象上，直接反映地质体属性，并可作为推断、解释地质情况的影象特征。它包括反映地质体轮廓，形态、规模大小的图象几何特征及阴影特征，反映岩性及地质构造细节的影象颜色或色调及影纹结构等。根据这些标志，可以直接判断地质体的性质和数量，一般不致出现多解或曲解。

【间接象片地质解译标志】 indirect key of geological interpretation 航空或航天遥感图象上，那些与地质体或地质现象之间存在不同程度联系的影象特征。根据这些特征，可以分析、推断某些地质体及地质现象。它包括地貌、水文、土壤、植被特征、人类及动物活动迹象，以及其他深部的地质信息在图象上的反映。

【象片地质追索】 geological trac - ing Of photograph 根据象片地质解译标志，通过航空或航天遥感资料，对某一地质体或构造要素逐步向两侧（或深部）进行追索、推断或延拓的方法。它与地面地质调查中的追索法相似，例如沿含矿带、矿层、走向断层、小角度区域地层不整合以及其它重要地质界线所进行的追索，直到它们圈闭、归并、隐灭或被截切为止。

【象片地貌标志】 geomorpholo - gical marks of photograph 象片地质解译标志之一，是指在航空或航天遥感图象上可作为判断地面地质体和地质构造的地貌影象特征。它包括反映地质构造的地貌类型和地貌单元，反映岩石类型及其抗风化剥蚀强度的次一级地貌形态（如刻切形象、溶蚀地貌等），反映现代地质作用的新构造运动地貌，火山地貌、地震地貌及其他动力地貌现象等；而一般陆地或水下的很多地貌面（线）在象片上的影象，本身就是地质面（线）的反映。更多的地质细节，则广泛地通过微地貌影象反映出来，例如小冲沟、小陡坎、地质小面（小面积出露的岩层面、断裂面、劈理面等）、岩层线迹（连续或断续出露的岩层界线）、裂隙迹（断续出露或成群密集的断裂构造）、线形迹（无法判别的线形影象）、地质影纹（各种地质构造细节、岩性差异等在象片上表现出来的不同花纹及斑点）。

【象片水文标志】 hydrological marks of photograph 象片地质解译标志之一。指航空或航天遥感图象上能显示地质结构或地质发展历史的水文影象特征，主要包括反映水系（河流、小溪、湖泊、海滨、沼泽等）的平面形态、发育密度、结构特征及河谷的剖面特征，以及地下水溢流区、基岩或松散堆积层的含水性等方面的影象特征。在一定的地质基础上，象片上常具有特殊的水文影象或水文影象异常，这对干旱、半干旱或大面积浮土覆盖地区的基岩地质构造分析有重要意义。

【象片浮土标志】 index of eluvial soil of photograph 象片地质解译标志之一，指在航空或航天遥感图象上对基岩地质构造有指示意义的浮土影象特征。它包括松散堆积层和土壤层的类型、分布、含水性、植被以及农林垦殖活动等方面的影象特征。

【象片植被标志】 vegetational index of photograph 象片地质解译标志之一。指在航空或航天遥感图象上那些与地质体和地质构造存在着直接生态及环境联系的影象特征，例如植物群落的外貌、分布特征、种属、层级、密度、长势、茂盛程度，宏观生态特征，单株与群落畸形，矿产指示植物，水文指示植物和植被异常（如植被破裂、醉

林、异常夭亡、生态变异、生长减少，中毒现象）等在图象上的反映。

【象片地物阴影特征】 geobody shadow feature of photograph 象片地质解译标志之一。指在航空或航天遥感图象上反映地质体形态的地物阴影特征。在象片地质解译工作中，特别是无法进行象片立体观测时，根据阴影的形状、规模、色调，并结合太阳入射方向角度，可以推断地质体的地面形态。

【象片环境地质标志】 environmen - tal geological index of photograph 象片地质解译标志之一。指在航空或航天遥感图象上可供地质解译时参考的，人类对地壳表层进行各种改造活动所形成的一系列影象标志。例如采矿和冶炼、地质勘探、利用地下水和地热的各种工程、大型现代坍陷、农垦活动、水利工程、道路、各种管道、城市与工业建筑、环境污染及历史考古等迹象在图象上的反映。

【象片地质景观】 geological land - scape of photograph 所谓地质景观，是指地质体在自然地理各因素及人类活动的综合影响下所构成的复杂风化壳外貌。它们在航空及航天遥感图象上的影象特征，即为象片地质景观。在同一自然地理区划带内，由于各因素相似，同一地质体的景观特征也相近，从而具有大体一致的象片地质景观解译标志。不同自然地理区划带之间，象片地质景观则呈现明显的差异。

【象片地质景观异常】 anomaly of geological landscape in photo 在航空及航天遥感图象上反映特殊地质现象（如隐伏构造、隐伏侵入体及蚀变带等）的图象结构。它与一般自然地理、地质和人类活动所呈现的象片地质景观不同，往往具有较重要的地质和矿产意义。它包括单要素异常和多要素综合异常，这些异常反映了所在地区地质情况明显的或微弱的变化，是象片地质解译时需要深入研究的对象。

【象片岩性解译】 lithological inter - pretation of photo 象片地质解译工作的基础内容。即根据航空及航天遥感图象的颜色、色调、影纹，以及反映微地貌和其他表面特征（如溶蚀、风化，渗漏、土壤、植被、水文等）的影象特征来分析岩性类别、成因类型、后期变化等，作为矿产及其他地质分析的基础依据。

【象片地质构造解译】 structural interpretation of photo 象片地质解译工作的重要内容之一，即在航空及航天遥感图象上确定各地质体的界限和时间、空间关系，测定产状要素，辨认并研究各类断裂和褶皱构造的形态、性质、类型，分析各种构造要素的空间和时间关系，以及进行矿 产构造条件分析等。

【象片地层岩相古地理分析】 strat－igraphic，lithologie and palaeogeo－graphic interpretation of photo 象片地质解译的内容之一。即在象片岩性解译和其他地质解译的基础上，推断地层的相对层序、接触关系、岩相特征、厚度变化，分析沉积时的地质构造背景、古地理条件，水动力状况等，为地层、岩相、古地理的研究提供辅助资料。

【象片地貌构造解译】 geomorphol－ogical structural interpretation of photo 象片地质解译内容之一。指根据航空及航天遥感图象上所反映的地貌影象特征（即象片地貌解译标志），分析和推断某些地质构造问题。例如，根据水系的变迁或变异来分析地面的差异运动、挠曲和倾斜变位，根据地貌面（剥蚀面、夷平面、堆积面等）的变位、破裂和水系异常来分析断裂、褶皱和断块运动，根据差异侵蚀和水系畸变来推测深部的断裂和隐伏褶皱，根据地表的裂隙和塑性变形来分析下伏地质体的构造等，从而为石油普查、深部构造研究、扩大矿区远景、地下水调查与开发、地震与地热调查，以及危害性地质现象的预测等提供资料。

【象片地貌第四纪地质解译】 quar－ternary geomorphological interpre－ration of photo 象片地质解译的重要内容之一。指在航空及航天遥感图象上辨认地貌形态，划分地貌单元和成因类型，研究地貌发展史，分析第四系沉积的岩石性质、成因类型、空间分布和相对层位等，从而为研究与地貌、第四纪地质有关的地质问题，编制地貌、第四纪地质图提供资料。

【象片矿产分析】 mineral interpre－ration of photo 象片地质解译工作的重要内容之一。即充分利用航空及航天遥感图象上的直接和间接找矿影象标志、已知矿区（点）的象片影象特征（如矿体露头、风化壳、油气苗、地质勘探和采矿、冶炼痕迹），并结合指示矿产可能存在的地貌、岩性、构造、土壤、水文、植被等解译标志的分析，来研究某一地区的成砂地质条件，预测矿产远景地段，或者推断矿带、矿体、含矿岩层的可能延展方向，提出进一步普查工作的具体建议。

【象片地貌动态分析】 象片地质解译的内容之一。指利用动态程序摄影或单次摄影的图象资料来分析近代动力地质作用，如河流变迁、侵蚀堆积、风力作用、火山活动、冰川活动、地震破坏、水下地貌变动、水流泥沙运动、水土流失、岩块重力变位、崩塌、滑坡、泥石流、地表升降及蠕变等。

【象片动力地质分析】 dynamic geological analysis of photo 属象片地质解译工作的范畴，即在航空及航天遥感图象上进行现代内、外力地质作用的对比和分析工作。分析的内容有新构造运动，侵蚀、搬运及堆积作用，火山和地震作用，地面升降，岩体或岩块移位，大型崩塌、滑坡及地表地质塑性变形等。

【象片地质标描】 geological paint－ing of photo 又称象片地质标绘。象片地质解

译过程中的工作内容之一，是按规定的图例、符号，配合简要的文字注记及示意图，将解译中已辨认出的各类地质现象和地质界限等要素，包括需要进一步研究和存在的问题等，标注及描绘在航空象片或航天遥感图象上的工作。

数学地质

【数学地质】 mathematical geology 数学地质是六十年代以来迅速形成的一门边缘学科。它是地质学与数学及电子计算机相结合的产物，目的是从量的方面研究和解决地质科学问题。它的出现反映地质学从定性的描述阶段向着定量研究发展的新趋势，为地质学开辟了新的发展途径。数学地质方法的应用范围是极其广泛的，几乎渗透到地质学的各个领域。目前数学地质工作在国际上已经有了比较普遍的开展，对某些地质问题的研究取得不少的实际效果。1968 年在第 23 届国际地质会议上成立了“国际数学地质协会”并在 1969 年开始出版“国际数学地质学会杂志”期刊（Journal of the International Association for Mathematical Geology），报导数学地质的理论与方法的最新进展；在国内也作了不少理论研究与方法应用方面的工作。目前，数学地质的基本内容或方法有：①地质数据的统计分析。其中常用的有：趋势面分析、回归分析、因子分析、判别分析、聚类分析、典型相关分析、克里格、时间序列分析、数字滤波等；②地质过程的计算机模拟。包括：确定性的数学模拟：如蒸发盆地的沉积模拟、地下水运动过程模拟、构造断裂的模拟、矿物地球化学的模拟等；概率性数学模拟：如地层剖面的马尔科夫过程模拟等；③地质数据储存、索取、自动处理和显示：如野外地质数据处理系统，矿产资源数据处理系统，各种专用地质数据处理系统，自动绘图系统等。

【数学模型】 mathematical model 一条基本运动规律、一个生产过程、一种技术设计活动等等，它们通常总是可以先通过分析试验、研究之后，再用一系列的适当的数学语言来描述。这种对某种自然规律进行的数学语言描述，就称为数学模型。数学地质的特征之一，是通过数学模型来研究地质现象，根据实际问题的性质不同，这些数学模型又分为确定性模型与概率性模型。例如用来描述蒸发盆地，河流的三角洲形成过程的微分方程就是属于确定性模型。又如，从四种岩相（或岩性）A、B、C、D 的柱状图导出的转移频数矩阵和转移概率矩阵：

转移频数矩阵

$$\begin{array}{c} \\ A \\ B \\ C \\ D \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} A & B & C & D \end{array} \\ \begin{pmatrix} n_{11} & n_{12} & n_{13} & n_{14} \\ n_{21} & n_{22} & n_{23} & n_{24} \\ n_{31} & n_{32} & n_{33} & n_{34} \\ n_{41} & n_{42} & n_{43} & n_{44} \end{pmatrix} \end{array}$$

n_{ij}为从状态 i 到状态 j 的转移频数；p_{ij}为从状态 i 到状态 j 的转移概率，并以此为根

据对岩相 A、B、C、D 进行马尔可夫特性研究，这种模型就是概率性模型。数学模型在数学地质中的应用是很广泛的。如在“数学地质”一词中提到的地质数据的统计处理；地质过程的计算机模拟和实验模拟；地质统计学等等都有相应的概率性模型或确定性模型。

转移概率矩阵

$$\begin{array}{c} \\ A \\ B \\ C \\ D \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} A & B & C & D \end{array} \\ \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} \\ p_{41} & p_{42} & p_{43} & p_{44} \end{pmatrix} \end{array}$$

【母体】 population 又称“总体”，它是数理统计中的基本概念之一。是指在一次统计分析工作中所要研究的对象单元全体，而其中的每个对象单元叫做个体。例如，要了解某个铁矿床中铁品位的情况，可以设想该矿床是由许多块矿石组成。从每块矿石中均可分析出一个铁品位值来，每个铁品位值就是一个个体，全部的铁品位值就是统计分析所要研究的母体。母体中凡含有限个个体的叫有限母体，包含无限个个体的叫无限母体。母体和个体是相对而言的，要看工作的要求而定。在上例中，如果只要研究某钻孔中铁品位变化的情况，则该钻孔中所能取得的岩心样品的铁品位数据全体就是一个母体。如果研究整个铁矿床含铁品位变化的情况，须把每个钻孔中所有岩心样品中铁品位数据的平均数（平均铁品位）当作一个个体。数理统计中母体的概念与概率论中随机变量的概念是相对应的，随机变量的所有可能的取值就是母体。

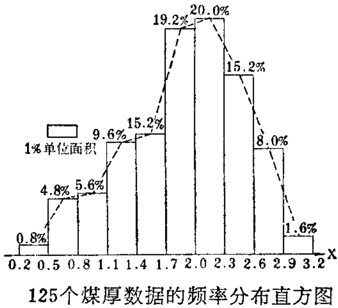
【子样】 sample 又称“样本”。它是数理统计中的基本概念之一。指从母体中抽取出的那一部分个体的集合。子样中所包含个体的个数称为子样的“大小”（或“容量”）。例如在某煤矿打了 50 个钻孔，得到的 50 个煤层厚度数据或 50 个煤样化验值，或 50 块煤样，就是大小为 50 的一个子样。统计理论中常将子样分为“大”、“小”两种。“大”和“小”是相对的，它与统计理论中的极限分布和近似检验有关。

【频率】 frequency，relative frequency 又称“相对频数”。设有一批实测数据，把它们分为 n 组，并把落在每一个组段中的所有数据都用该组的组中值 x_i（即该组段中点处的数值）来代表。于是，每个组中值 x_i（$i=1$，$2\cdots\cdots n$）所代表数据的个数，或说 x_i 出现的次数就称为 x_i 的频数，一般记为 f_i^*。n 个频数的总和称为总频数，一般记为 $\sum_{i=1}^{n} f_i^*$。显然，总频数就是数据总个数 N，故 $\sum_{i=1}^{n} f_i^* = N$。把 x_i 的频数 f_i^* 用总频数除，就得 x_i 的频率，它反映了每个组中值 x_i 出现的次数在总频数中（即整个数据个数中）所占比重的大小。所以又称为相对频数，一般记为 f_i 即 $f_i = \frac{f_i^*}{\sum_{i=1}^{n} f_i^*} = \frac{f_i^*}{N}$。频率通常是以百分数表示，故总频率恒等于 1。这是频率的一个重要性质。

【频率分布】　frequency distribu－tion　**指在一批实测数据中各个不同数值（对经过分组数据来说，就是组中值。）与其相应频率的对照关系。频率分布可以用表格给出，称频率分布表；也可以用图给出，称频率分布直方图。如将某煤矿区** 125 **个钻孔中的** 125 **个煤层厚度数据分为等组距的** 10 **组，求出各组的组中值** x_i**，再统计落入各组段中的数据个数，即为频数** f_i^* **。总频数** $\sum_{i=1}^{10} f_i^* = 125$**。各频数** f_i^* **被** 125 **除，即得相应的频率** f_i**。把这些数值列成表格，即为** 125 **个煤层厚度数据的频数，频率分布表。**

组号 i	组段 （米）	组中值 x_i（米）	频数 fi *	频率 fi（%）
1	0. 2－0. 5	0. 35	1	0. 8
2	0. 5－0. 8	0. 65	6	4. 8
3	0. 8－1－1	0. 95	7	5. 6
4	1. 1－1. 4	1. 25	12	9. 6
5	1. 4－1. 7	1. 55	19	15. 2
6	1. 7－2. 0	1. 85	24	19. 2
7	2. 0－2. 3	2. 15	25	20. 0
8	2. 3－2. 6	2. 45	19	15. 2
9	2. 6－2. 9	2. 75	10	8. 0
10	2. 9－3. 2	3. 05	2	1. 6
	总和∑		125	100. 0

若以横轴 X **表示煤层厚度的数值，在轴上标出各个分组点，以各组段为底边，在其上立一个直方形（即长方形），使其面积等于与该组对应的频率值（为此，需预先选定一个单位面积作为标准），则可作出频率分布直方图。**



125个煤厚数据的频率分布直方图

图中可以看出，所有直方形面积总和等于单位面积，这形象地表明总频率等于 1**。在实际工作中，往往将直方图中各直方形顶部中点顺序连接起来，构成一条折线，通称频率分布曲线（见图中虚线部分）。参见“频率”。**

【平均数】　mean　**又称“平均值”。通常所谓的平均数是算术平均数的简称，是一个最常用、最重要的母体代表性特征数。地质工作中常见的平均厚度、平均品位等就是一种平均数。算术平均数按所给数据形式的不同、计算公式的不同，又分为简单平均**

数和加权平均数两种。简单平均数是指参加平均的 N 个数 x_1，x_2，……x_N 之和被 N 除所得之商：

$$\bar{x}=\frac{x_1+x_2+\cdots\cdots+x_N}{N}=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}x_i$$

一般来说，对未经分组的数据求平均数时都是采用这个公式，这种计算方法称简单平均法。当数据非常多（即 N 很大时），往往要进行分组，并统计出各组中值 x_i 所对应的频数 f_i^*。这种给出组中值 x_i 和所对应的频数 f_i^* 的数据叫做分组数据。对分组数据求平均数时就不能用上述公式，而要用另一种求加权平均数的公式。

【加权平均数】 weighted tnean 除简单算术平均数外，加权平均数也是一种算术平均数。“权”就是“比重”之意，加权平均数就是权衡了参加平均的各数对结果所产生影响的轻重后所算出的平均数。设参加平均的各数值为 x_1，x_2，……x_n，它们的权数分别为 p_1，p_2，……p_n（p_i 值的大小反映了 x_i 在参与平均时重要性的大小，或应起作用的大小），则诸 x_i 的加权平均数 $\bar{x}$ 就是 x_ip_i 的总和被诸 p_i 的总和除所得之商，即：

$$\bar{x}=\frac{x_1p_1+x_2p_2+\cdots\cdots+x_np_n}{p_1+p_2+\cdots\cdots+p_n}$$

$$=\frac{\sum_{i=1}^{n}x_ip_i}{\sum_{i=1}^{n}p_i}$$

当一批数据的个数 N 很大时，为了简化计算，往往要进行分组。设把 N 个数据分为 n 组求出各组的组中值 x^i 及对应的频数 f_i^*（i=1，2，……n），f_i^* 的大小就反映了 x_i 在参与平均时重要性的大小，因此，用加权平均法计算平均数公式为：

$$\bar{x}=\frac{f_1^*x_1+f_2^*x_2+\cdots\cdots+f_n^*x_n}{f_1^*+f_2^*+\cdots\cdots+f_n^*}$$

$$=\frac{\sum_{i=1}^{n}f_i^*x_i}{\sum_{i=1}^{n}f_i^*}=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n}f_i^*x_i$$

加权平均数有一项重要性质：加权平均数不因诸权数成比例地变化而改变其数值。由于频率 f_i 比频数小 N 倍，故上述加权平均数也可以用频率 f_i 为权来计算，即

当各权数 p_i 皆相等时，即 $p_1=p_2=\cdots\cdots=p_n=p$ 时，对 x_1，x_2，……x_n 用加权平均法和用简单平均法算出的平均数相同。因此，简单平均数有时也称为“等权的加权平均数”，而一般加权平均数则称为“不等权的加权平均数”。地质工作中常用加权平均法来求得某一观测值（如厚度、品位等）的平均数。有时以观测值可靠性（精度）的大小为权数；有时以观测值代表性（观测点的间距等）的大小为权数；也有用采样长度或矿石体重为权数的，须视具体情况而定。总之，如何取得权数有很大的灵活性，只有

$$\bar{x} = \frac{f_1x_1 + f_2x_2 + \cdots\cdots + f_nx_n}{f_1 + f_2 + \cdots\cdots + f_n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i x_i}{\sum_{i=1}^{n} f_i} = \sum_{i=1}^{n} f_i x_i$$

取得合适，才可更好地反映实际情况。

【几何平均数】　geometrical mean　几何平均数是地质工作中常用的一个母体代表性特征数。N 个正数连乘后，再开 N 次方，称为这 N 个数的几何平均数。用式子表示，设有 N 个未分组的数据 x_1，x_2，…… x_N（均 > 0），其几何平均数 $\bar{x}g = \sqrt[N]{x_1 \cdot x_2 \cdot \cdots\cdots x_N}$。当 N 很大时，把数据分为 n 组，设各组中值为 x_i，相应的频数为 f_i^*（i = 1，2，……n），则这批数据的几何平均数 $\bar{x}_g = \sqrt[N]{{}_1f_i^* \cdot x_2f_i^* \cdot \cdots\cdots x_nf_i^*}$。对同一批数据 x_1，x_2……x_N 来说，总有 $\bar{x}_g \leqslant \bar{x}$。当诸 x_i 均相等时，$\bar{x}_g = \bar{x}$。几何平均数在地质工作中，特别是化探工作中整理那些服从对数正态分布的变量数据（或某些数据变化范围很大，正偏分布的数据）时，常被用来做为整体代表性特征数。

【标准差】　standard deviation　又称“均方差”、“标准离差”、“均方根差”等。它是反映一批数据对其平均数的离散程度大小的一个特征数，是最重要和最常用的一个离散性特征数，常用 S 表示。设有未分组的 N 个观测数据 x_1，x_2，……x_n，其平均数为 $\bar{x}$，则标准差 S 为

$$S = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + \cdots + (x_N - \bar{x})^2}{N}} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2}$$

标准差的平方 S^2 称为这批数据的方差，它也是一个常用的重要的离散性特征数，其公式为：

$$S^2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2$$

式中（$x_i - \bar{x}$）叫离差，S^2 实为离差平方的平均数，故 S^2 和 $S \geqslant 0$。它们越大，反映数据相对于 $\bar{x}$ 越分散；它们越小，反映数据越集中在 $\bar{x}$ 附近。如果 N 个数据被分为 n 组，组中值为 x_i，相应的频数为 f_i^*（i = 1，2，……n），则

$$\text{方差} S^2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n} f_i^* (x_i - \bar{x})^2$$

$$\text{标准差} S = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n} f_i^* (x_i - \bar{x})^2}$$

式中 $\bar{x}$ 是各组中值 x_i 以其相应频数 f_i^* 为权的加权平均数。实际计算 s 时，往往用

下列便于记忆和计算的公式：$S=\sqrt{(\overline{x^2})-(\bar{x})^2}$。其中，$(\overline{x^2})$ 是各 X_i^2 的平均数，$\bar{x}$ 是各 x_i 的平均数（对分组数据，均使用加权平均数）。在实际应用时，如果子样较小（N<25），通常将公式中分母上的 N 换为（N－1）（注：这是为了保证 S^2 是母体方差 σ^2 的无偏估计量，即保证 S^2 的数学期望等于 σ^2），即：

对不分组数据：

$$S=\sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_i-\bar{x})^2}$$

对分组数据：

$$S=\sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{n}f_i^*(x_i-\bar{x})^2}$$

当 N 较大时，用 N 或（N－1）做分母，两种公式计算的结果很近似，两个公式均可运算；但是当 N 较小时，则两种公式计算的结果差别较大。

【变化系数】 coefficient of varjation 又称“变异系数”。它也是一种常用的离散性特征数。是指一批观测数据的标准差与平均数之比值，常用符号 C 表示。$C=\frac{S}{\bar{x}}\times 100\%$。变化系数常用百分数表示之。两批数据，即使标准差相同，但若平均数不同时，则不能认为两者的变化程度相同。一般应认为平均数较大者变化程度较小，而平均数较小者变化程度较大。如果认为标准差反映了数据的绝对离散程度，则变化系数就反映了数据的相对离散程度，它能更好地反映地质变量的变化程度。在勘探地质学中，变化系数常用来作为衡量矿体品位或厚度变化性的尺度。

【统计假设检验】 test of statistical hypothesis 它与参数估计是统计推断中的两个重要内容。简单地说，统计假设检验就是根据子样的统计性质来检验对母体所作的假设 H_0 是否真实。也就是为了推断某一结论（例如母体平均数为 μ），需要先对母体作出一种假设 H_0（称原假设或解消假设），然后再选定一个合适的用来作检验的统计量（例如子样平均数 $\bar{x}$），在上述假设下，统计量的概率分布为已知，再根据实际工作要求选定显著性水平 α（实为判别小概率的标准），从而求出一个否定域来。如果根据一个实测子样的数据算出的该统计量的值落入否定域中，就表明在一次抽样中发生小概率事件，这在统计学中认为是不合理的。问题就在于原假设 H_0 的不适当，从而否定（或拒绝）原假设，并作出一种统计推断。如果算出的统计量的值在否定域以外，就接受原假设。根据选作检验的统计量（及其概率分布）的不同，常见的假设检验有 U 检验，t 检验，x^2 检验，F 检验，T^2 检验等。统计假设检验主要可解决两类问题：一是分布的假设检验，即对分布形式进行检验（如根据一批煤层厚度数据检验煤层厚度数据母体是否服从正态分布等）一是参数的假设检验，如已知两母体的分布型式（如都是正态分布），且方差相等，均为 σ^2，只对二母体平均数 μ_1 和 μ_2 进行检验，即 $\mu_1=\mu_2$ 是否成立。如成立，则推断二母体是同分布的。参见“显著性水平”。

【显著性水平】 level of significan ce 又称“信度”由统计假设检验的具体内容而

定，它是统计推断中的一个不可少的重要概念，一般记为 α，用百分数表示。任何一个统计推断的结论，都不总是绝对正确的，都带有一定大小的犯错误的可能性（概率）。但这并不减少结论的实际意义，因为只要能保证犯错误的可能性足够的小，则其结论就具有一定的实际价值。所谓显著性水平就是反映这种犯错误的可能性大小的一个数字，故任何一个统计推断的结论都是在一定大小显著性水平下作出的。在参数估计中，一种估计的可信程度可用置信概率（或保证概率）来描述，也可用显著性水平（α）从反面来描述。二者的关系是：置信概率 $=1-\alpha$。如果一个估计的置信概率为 95%，则 $\alpha=1-95\%=5\%=0.05$。这意味着，这个估计在 95% 的场合下都是正确的，犯错误的可能性只有 5%。在实用中常用 α 描述的理由是它类似精度（数值越小，表示精度越高）那样，α 值越小，表示估计的可信程度越高。在统计假设检验中，往往要检验假设两个母体的平均值 μ_1，μ_2 是否相等，即 $\mu_1=\mu_2$ 是否成立。方法是根据一次抽样所得的数据，计算出用作检验的统计量（已知其分布）的实得值，以其值落在否定域内或否定域外来决定否定假设或接受假设。如果接受假设，就表示断定 μ_1 和 μ_2 差异不显著。如果否定假设，就表示断定 μ_1 和 μ_2 差异显著。因此，统计假设检验实为差异显著性检验。而做出“差异显著”的结论时，发生判断错误的可能性大小的度量就是显著性水平（α）。只有先给出 α，才能确定否定域，不然差异显著的尺度就没有标准了。由上可见，统计假设检验的每个结论都是在一定的显著性水平下做出的。α 大小选得不同，结论就可能不同。α 越小，结论的可靠性越强；α 越大，结论的可靠性就越差。α 是在检验之前根据工作要求和实际情况人为地选定的。在地质工作中，α 一般多选为 5%，1%，10%，也有选为 20% 的。参见“统计假设检验”。

【自由度】 degree of freedom 它是从理论力学中借用的名词，它表示独立变量的个数，一般用 f 或 ν 表示。例如，用子样方差 S^2 来估计母体方差 σ^2 时，首先是承认子样平均数 $\bar{x}$ 为一定。于是这个变量 x_1，x_2，……，x_n 值的变化受到条件 $\frac{1}{n}(x_1+x_2+\cdots\cdots x_n)=\bar{x}$（为已知常数）的约束，因此这 n 个量变中只有（n－1）个值可以自由变化，故 S^2 的自由度为（n-1）。

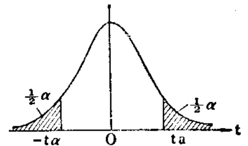
【t 检验】 t test 指选用服从 t 分布的统计量所作的假设检验。t 分布的密度函数为

$$P(t)=\frac{1}{\sqrt{f}\,B\left(\frac{1}{2},\ \frac{f}{2}\right)}\cdot\frac{1}{\left(1+\frac{t_2}{f}\right)\cdot\frac{(f+1)}{2}}$$

其中：$B\left(\frac{1}{2},\frac{f}{2}\right)=$

$$=\int_0^1 x^{-\frac{1}{2}}(1-x)^{\frac{f-2}{2}}dx$$

f 为统计量的自由度，实际进行 t 检验时可查数理统计表。只要知道自由度 f，并且选定显著性水平 α，就可从 t 分布表中查出满足 P（| t | > t_α） = α 的临界值 t_α 来。t 检验有二种常见的用法：①均值 μ（的假设检验：设从未知方差 σ^2 的正态母体中抽取大小、为 n 的一个子样 x_1，x_2，……x_n，要检验母体的均值（即数学期望）μ 是否等于已知常数 μ_0，假设 H_0：$\mu = \mu_0$，选择统计量为 $t = \dfrac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$，t 服从自由度 f 为（n—1）的 t 分布，当给定显著性水平 α 后可查表得 t_α。再根据子样数据算出 t 值，若 | t | > t_α，则否定原假设；若 | t | ≤ t_α，则接受原假设。②检验二未知方差的正态母体的均值 μ_1，μ_2 是否相等。设从第一母体中取大小为 n_1 的子样 x_1，x_2，……，x_{n1}，从第二母体中取大小为 n_2 的子样 y_1，y_2，……，y_{n2} 此时假设 H_0：$\mu_1 = \mu_2$，选择的统计量 t 为



t 检验

其中 $\bar{x} = \dfrac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$，

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

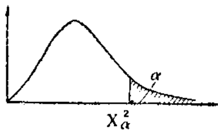
$$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y})}{\sqrt{\dfrac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\dfrac{1}{n_1} + \dfrac{1}{n_2}}},$$

自由度 $f = n_1 + n_2 - 2$，其余检验步骤与①类似。

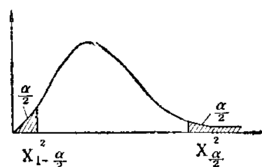
【x^2 检验】 X^2 test （读：“开”平方）检验是选用服从 x^2 分布的统计量所作的假设检验。x^2 分布的密度函数为

$$P_f(x^2) = \begin{cases} 0 & \text{当} x^2 \leqslant 0 \text{时}, \\ \dfrac{1}{2^{\frac{f}{2}}\Gamma\left(\frac{f}{2}\right)}(x^2)^{\frac{f}{2}-1} e^{-\frac{x^2}{2}}, & \text{当} x^2 > 0 \text{时}, \end{cases}$$

其中 $\Gamma = \left(\dfrac{f}{2}\right) = \int_0^{\infty} x^{\frac{f}{2}-1} e^{-x} dx$，f 称为 x^2 分布的自由度。实际进行 x^2 检验时可查数理统计表。只要知道自由度 f，并选定显著性水平 α，就可以从 x^2 分布表中查出满足 P（$x_f^2 > x_\alpha^2$） = α 的临界值 x_α^2 来。x^2 检验有两种常见的用途：①检验假设 $\sigma = \sigma_0$：设母体服从正态分布 N（μ，σ^2），从中抽取大小为 n 的一个子样 x_1，x_2，……，x_n，要检验母体的标准差 σ 是否等于已知常数 σ_0。此时，假设 H_0：$\sigma = \sigma_0$，选择统计量 $x^2 = \dfrac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{\sigma_0^2}$，它服从自由度 f = n − 1 的 x^2 分布，当给定 α 后可查表得上临界值 $x_{\frac{\alpha}{2}}^2$ 和下临界值 $x_{1-\frac{\alpha}{2}}^2$，如果根据子样数据算出的 x^2 值〉$x_{\frac{\alpha}{2}}^2$ 或 $x^2 < x_{1-\frac{\alpha}{2}}^2$，则认为差异显著，否定原假设；若 $x_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 < x^2 < x_{\frac{\alpha}{2}}^2$，则接受原假设。②$x^2$ 适度检验，又称皮尔逊 x^2 准则，它可以根据子样检验母体是否服从某一给定的分布 F（x），是对分布型式进行检验。



x^2 检验



χ^2检验

【F 检验】　F test　**指选用服从 F 分布的统计量所作的假设检验。F 分布的密度函数为**

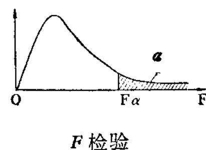
$$P(F)=\frac{\Gamma\left(\frac{f_1+f_2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{f_1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{f_2}{2}\right)}\cdot f_1^{\frac{f_1}{2}}\ f_2^{\frac{f_2}{2}}$$

$$\frac{F^{\frac{f_1}{2}-1}}{(f_2+f_1F)^{\frac{f_1+f_2}{2}}},\quad F\geqslant 0,$$

这里 $\Gamma(t)=\int_0^{\infty}x^{t-1}e^{-x}dx$，$f_1$和$f_2$ **分别称为 F 统计量的第一自由度和第二自由度。进行 F 检验时只要知道自由度 f_1、f_2，并选定显著性水平 α，就可以从 F 分布表中查出满足 P（F > F_α） = α 的临界值 F_α 来。F 检验的用途主要有下列两个方面：①比较两个正态母体的标准差：设有两个正态母体 N（μ_1，σ_2^1）和 N（μ_2，σ_2^2），要检验假设 H_0：$\sigma_1=\sigma_2$。从两个母体中分别独立地抽取子样 x_1，x_2……，x_{n1}，和 y_1，y_2……，y_{n2}。计算出子样方差若 $\sigma_1=\sigma_2$ 成立，则统计量 $F=\frac{S_1^2}{S_2^2}$就遵从自由度为 n_1-1，n_2-1 的 F 分布。当选定 α 后，可查 F 分布表，得出上临界值 $F_{(\frac{\alpha}{2})}$和下临界值 $F_{(1-\frac{\alpha}{2})}$（见图），其中 $F_{(1-\frac{\alpha}{2})}=\frac{1}{F_{(\frac{\alpha}{2})}}$。**

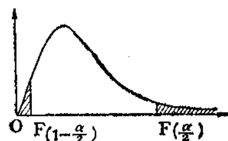
$$S_1^2=\frac{1}{n_1-1}\sum_{i=1}^{n_1}(x_i-\bar{x})^2,$$

$$S_2^2=\frac{1}{n_2-1}\sum_{i=1}^{n_2}(y_i-\bar{y})^2$$



F 检验

若根据子样算出的 F〉$F_{(\frac{\alpha}{2})}$或 F〈$F_{(1-\frac{\alpha}{2})}$，则否定原假设，认为 $\sigma_1\neq\sigma_2$；若 $F_{(1-\frac{\alpha}{2})}$）< F < $F_{(\frac{\alpha}{2})}$，则接受原假设，认为 $\sigma_1=\sigma_2$。如果人为地规定把子样方差 S_1^2，S_2^2 中较大者放在分子上构成 F 统计量，则当给定 α 后只需查 F 分布表求出 $F_{(\frac{\alpha}{2})}$。当计算出的 F〉$F_{(\frac{\alpha}{2})}$时，就否定原假设；当 F≤$F_{(\frac{\alpha}{2})}$时，就接受原假设。②比较多个母体的均值：设有 k 个正态母体 N（μ_i，σ^2）（i = 1，2，……，k），其方差均为 σ^2。对每个母体作 n 次观测，得到一批数据，要检验假设 H_0：$\mu_1=\mu_2=\cdots\cdots=\mu_k$。这是方差分析的基本问题之一，故 F 检验是方差分析的基础。



F 检验

此时所用的统计量 F 是用组间均方 $\overline{S}_1$ 除以组内均方 $\overline{S}_2$ 构成的，即

$$F=\frac{\overline{S}_1}{\overline{S}_2}。$$

组间均方 $\overline{S}_1=\frac{\text{组间平方和 } S_1}{\text{组间自由度 } f_1}$，

组内均方 $\overline{S}_2=\frac{\text{组内平方和 } S_2}{\text{组内自由度 } f_2}$。

其中 $f_1=k-1$，$f_2=k$（n − 1）。F 服从自由度为 f_1，f_2 的 F 分布。当给定 α 后，可查表得 F_α，当 F > F_α 时，就否定原假设；当 F≤F_α 时，就接受原假设。参见“方差分

析”。

【T^2 检验】 T^2 test 又称“霍特林 T^2 检验”（Hotelling's T^2 test），因 H. Hotelling 1931 年提出而得名。它是 t 检验的推广。t 检验是比较两个子样中单变量的平均值，T^2 检验则可同时考虑两个子样中的多个变量。T^2 检验中采用 T^2 统计量。下面说明 T^2 的表达式。设从两个母体中分别取大小为 n_1 和 n_2 的两个子样，每个样品都化验（或观测）P 个特征（或变量）的值。令 x_{1ij}（j = 1，2，……，n_1；i = 1，2，……，p））表示从子样 2 的第 j 个样品中测出的第 i 个特征的值。令 $\bar{x}_{1i}$ 和 $\bar{x}_{2i}$ 分别表示子样 1 和 2 中第 i 个特征的平均数，并规定用矩阵

$$d_i = \frac{\bar{x}_{1i} - \bar{x}_{2i}}{\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}, \quad i = 1, 2, \cdots\cdots, P$$

$$S_{ik} = \sum_{j=1}^{n_1} (x_{1ij} - \bar{x}_{1i})(x_{1kj} - \bar{x}_{1k}) + \sum_{j=1}^{n_2} (x_{2ij} - \bar{x}_{2i})(x_{2kj} - \bar{x}_{2k}), \quad (i, k = 1, 2, \cdots\cdots, p)$$

由 s_{ik} 可构成矩阵 A，

$$A = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} \cdots\cdots & s_{1p} \\ s_{21} & s_{22} \cdots\cdots & s_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ s_{p1} & s_{p2} & s_{pp} \end{pmatrix}$$

A^{-1} 表示矩阵 A 的逆矩阵，把其元素记为 s^{ik}。于是，统计量 T^2 的表达式为

$$T^2 = \sum_{i=1}^{p} \sum_{k=1}^{p} s^{ik} \cdot d_i d_k$$

$\frac{(n+1-p)}{(n-p)} T^2$ 服从自由度为 p 和（n + 1 − p）的 F 分布。进行 T^2 检验时，先假设两个多变量子样是取自相同分布母体的，然后根据给定的显著性水平 α 和已知的自由度 p 和（n + 1 − p）查出相应的 F 分布临界值 T_α^2，并经计算得出一个 T^2 来。如果根据子样数据实际算出的 $T^2 > T_\alpha^2$，则否定原假设；若 $T^2 \leqslant T_\alpha^2$；则接受原假设。T^2 检验常用于多组判别分析中。

【方差分析】 variance analysis 一种分析观察（或实验）数据的统计方法。一个复杂的事物往往受许多因素的影响。如何通过观察数据，分析出各种因素以及各种因素之间的交互作用的影响，是方差分析要解决的主要问题。方差分析的基本思想，就是观察数据的总平方和的分解和对比。例如，当存在因素 1 和因素 2 的影响时，可以把总平方和 S 分解成为：$S = S_1 + S_2 + S_{12} + S_e$，其中 S_1 和 S_2 分别是由因素 1 和因素 2 造成的平方和，S_{12} 是由因素 1 和因素 2 的交互作用所造成的平方和，Se 则是随机误差平方和。然后将 S_1，S_2 和 S_{12} 分别与 Se 进行比较，决定它们的显著性程度。在一定的条件下，

这些平方和之比服从 F 分布。因此 F 分布是方差分析的基础。在地质实验室工作中，方差分析广泛地被用来分析各种实验误差问题。方差分析还被用来解决地层的划分和对比等地质问题。

【组间平方和】　sum of squares between groups　组间离差平方和”的简称。它与组内平方和（组内离差平方和）是方差分析中的两个术语，其含义举例说明如下：为了确定某地区内已发现的 m 处灰岩露头可否划归一个岩层，在此 m 个露头处各取一组（n 个）手标本，共得 m 组手标本。测出每块手标本的含砂量（%）（假定含砂量是划分岩层的标准指示量）。设在第 i 个露头处取得的一组手标本中第 j 个的含砂量为 x_{ij}（%），于是共有 mn 个含砂量数据。把这些数据以及据此计算出的各组内平均数

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}(i = 1, 2, \cdots\cdots, m)$$

和总平均数 $\bar{x} = \frac{1}{mn}\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}$，列表如下：

含砂量(%) 露头号 / 手标本号	1	2	…	i	…	m	
1	x_{11}	x_{21}	…	x_{i1}	…	x_{m1}	
2	x_{12}	x_{22}	…	x_{i2}	…	x_{m2}	
□	□	□	□□□	□	□□□	□	
j	x_{1f}	x_{2f}	…	x_{if}	…	x_{mf}	
□	□	□	□□□	□	□□□	□	
n	x_{1n}	x_{2n}	□	x_{in}	□	x_{mn}	
按组总和 $\sum_{j=1}^{n}$	$\sum_{i=1}^{n} xij$	$\sum_{j=1}^{n} x_{2j}$	…	$\sum_{j=1}^{n} xji$	…	$\sum_{i=1}^{n} xmj$	$\sum_{i=1, j=1}^{n, n} xij$
组内平均数 $x_{\bar{i}}$	$x_{\bar{1}}$	$x_{\bar{2}}$	…	$x_{\bar{i}}$	…	$x_{\bar{m}}$	总平均数 $\bar{x}$

用方差分析法解决这个问题，就是要根据这些数据检验各露头处含砂量的数学期望 μ_i 是否均相等，即检验假设：$\mu_1 = \mu_2 = \cdots\cdots = \mu_m$ 是否成立。方差分析在进行上述检验时的重要理论依据之一就是：总平方和可以分解为组内平方和加组间均方和。总平方和 S 就是每个数据 x_{ij} 对总平均数 $\bar{x}$ 的离差平方和，即 $S = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}(x_{ij} - \bar{x})^2$。组间平方和 S_1 就是每个组的组内平均数 $\bar{x}_i$ 对总平均数 $\bar{x}$ 的离差平方和的 n 倍，即 $S_1 = n\sum_{i=1}^{m}(x_{\bar{i}} - \bar{x})^2$。

组内平方和 s2 就是每个数据 xig 对其所在组的组内平均数 $\bar{x_i}$ 的离差平方和，即 $S_2 = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}(x_{ij} - \bar{x}_i)^2$。参见“方差分析”

【组内平方和】 sum of squares within group 是衡量一个变量在一组样品内部离散程度的一个指标，详见“组间平方和”。

【最小二乘法】 least－squaro me— thod 是在误差理论以及用曲线或曲面拟合一批数据等问题中常用的一种数学方法。“二乘”就是“平方”之意，最小二乘法就是能使残差（观测值与估计值之差）平方总和达到最小的方法。在回归分析中常用最小二乘法求回归方程，在趋势面分析中常用最小三法求趋势面方程。以求回归直线方程为例，设 x 是自变量，y 是因变量，对 x，y 进行 n 次观测，得到 n 对数据（x_1，y_1）、（x_2，y_2），……（x_n，y_n）。设 n 对数据画到 x，y 座标上的散点图略呈直线状，则自然想用一条直线去拟合它们。设直线方程为 $\hat{y} = a + bx$（其中 $\hat{y}$ 表示 y 的估计值），只要求出 a，b，上述方程就完全确定。但是求 a，b 时需要有一个判别所配直线好坏的标准。最小二乘法原则就是常用的标准。因此所选择的 a，b 应使各观测值 y_i 与所配直线上对应的 $\hat{y}_i$ 之差（残差）的平方总和达到最小。或用公式表示，即选择能使 $Q = \sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}y_i)^2 = \sum_{i=1}^{n}(y_i - a - bx_i)^2$ 达到最小的 a，b。Q 可以看作依赖于 a，b 的二元函数，根据数学分析中二元函数求极值的方法，把 Q 对 a，b 分别求一阶偏导数，并令其等于零，可得二元一次联立方程，解之即可求出 a，b。

【剩余标准差】 residual standard deviation 又称剩余标准离差，是利用回归方程进行预测时，为了估计预测精度所采用的一种标准尺度。它反映实测的因变量 y 值围绕其预测值 $\hat{y}$ 分布的离散程度大小。由于与标准差 S 有所不同，可用 S_e 表示。在一元回归分析中，其公式为：

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}} \quad (1)$$

其中，n 为子样大小，或数据对（x_i，y_i）的个数；分子 $\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$ 称“剩余平方和”（或残差平方和）；分母（n－2）称“剩余自由度”。下式：

$$S_e^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2} \quad (2)$$

称“剩余方差”。在实际工作中，它可以看作是排除了 x 对 y 的线性影响后，衡量 y 随机波动大小的一个统计量。S_e 越大，表示用回归方程进行预测的精度越低；S_e 越小，表示预测的精度越高，或回归的效果越好。参见“方差分析”、“标准差”、“相关系数”。

【协方差】 eovariance 指二变量和其平均数的离差之积的平均值。设有一批 n

$$S_{xy}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})。$$

其中

$$\bar{x}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}x_i,\ \bar{y}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}y_i,$$

对数据（x_1，y_1），（x_2，y_2），……，（x_n，y_n），则 x，y 的协方差 S_{xy} 为分别为 x，y 的平均数。协方差还可化为较易记忆和计算的形式：

$$S_{xy}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}x_iy_i-\bar{x}\cdot\bar{y}=\overline{xy}-\bar{x}\cdot\bar{y}$$

其中 $\overline{xy}$ 表示诸 x_iy_i 的平均数。计算 x，y 间相关系数时，应先计算 S_{xy}。当 x，y 的方差都等于 1 时，S_{xy} 就等于 x，y 的相关系数 r_{xy}。协方差广泛用于因子分析、判别分析等多元统计分析。

【协方差矩阵】 covariancematrix 又称方差 – 协方差矩阵。设取 n 个样品，每个样品包含 m 个变量 x_1，x_2……，x_m 的值（例如，m 种元素或氧化物的含量），共得到 mn 个数据。对每两个不同的变量 x_i，x_j （$i\neq j$，i，j = 1，2，……，m），都可根据 n 对数据（x_{i1}，x_{j1}），（x_{i2}，x_{j2}），……，（x_{in}，x_{jn}） 按公式求出协方差 S_{ij}，再把每个变量 x_i 的方差 $S_i^2=S_{ij}$ （i = 1，2，……，m） 也全部求出。把这些方差、协方差值排成矩形阵列，称协方差矩阵，用符号表示如下：

$$\begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1m} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{m1} & S_{m2} & \cdots & S_{mm} \end{pmatrix}$$

协方差矩阵是个对称矩阵，故只要写出上三角（或下三角）矩阵即可。协方差矩阵是多元统计分析的基础。许多多元统计分析的方法和理论都建立在它的基础之上。参见“ 协方差 ”

【相关系数】 correlation coeffi – cient 又称单相关系数。“ 相关 ”即相互关系的意思，通常所谓相关是指线性相关，这种相关可用一条拟合直线表示。二变量间的相关系数就是反映上述线性相关程度的特征数，一般记作 r_{xy}，（或简记为 r）。设取一批 n 个样品，从每个样品中观测一对值 x、$y_。$ 于 y_2），……，（x_n、y_n）。此时，x、y 的相是，得到 n 个数据对（x_1、y_1），（x_2、关系数 r_{xy} 为式中 S_{xy} 称为 x，y 的协方差，s_x，s_y 分别为 x，y 的标准差。相关系数 r 是介于 –1 和 +1 之间的一个数，其绝对值 | r | 的大小反映 x、y 间线性联系的密切程度大小，其符号反映 x、y 间变化关系。当 $\gamma>0$ 时，称 x，

$$r_{xy}=\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\right]\left[\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2\right]}}=\frac{s_{xy}}{s_x \cdot s_y}$$

或

$$r_{xy}=\frac{\sum_{i=1}^{n}x_i y_i-\frac{\left(\sum_{i=1}^{n}x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n}y_i\right)}{n}}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^{n}x_i^2-\frac{\left(\sum_{i=1}^{n}x_i\right)^2}{n}\right]\left[\sum_{i=1}^{n}y_i^2-\frac{\left(\sum_{i=1}^{n}y_i\right)^2}{n}\right]}}$$

y 为正相关，即当 x 增大时，y 少也有增大趋势；当 $\gamma<0$ 时，称 x，y 为负相关，即当 x 增大时，y 反而有减小趋势；当 $r=+1$ 时，称 x，y 为完全正相关，当 $r=-1$ 时，称 x，y 为完全负相关，此时各散点（x_2，y_i）均在一条直线上。当 $r=0$ 时，表示 x、y 间没有线性相关关系（此时，x、x 间也可能没有相关关系，也可能有非线性相关关系）。上述相关系数 r，是根据子样数据计算出来的，称子样相关系数或经验相关系数，它还不是母体相关系数（或理论相关系数，一般记作 ρ）。为了断定母体中 x、y 间确有线性相关关系（即断定 $\rho\neq0$），还须对 r 进行相关系数显著性检验。相关系数在地质工作中应用非常广泛，例如可用以帮助找出岩石内各种元素含量之间的相关关系等。

【相关矩阵】 correlation matrix 在要处理的地质数据中，常遇到从 n 块样品（标本）中化验出 P 个变量（特征）值的数据矩阵如下：

变量号j / 样品号i	1 2………P
1	x_{11} x_{12}………x_{1p}
2	x_{21} x_{22}………x_{2p}
□	□ □ □
n	x_{n1} x_{n2}………x_{np}

处理这种数据的第一步，往往是先求出 P 个变量两两之间的相关系数（单相关系数）r_{ij}（i，j＝1，2，……P,），由诸 r_{ij} 组成的矩阵

叫做原数据矩阵的相关矩阵。由相关系数的定义可知，相关矩阵是个主对角线上的

$$[r_{ij}]=\begin{pmatrix} r_{11} & r_{12}\cdots\cdots & r_{1p} \\ r_{21} & r_{22}\cdots\cdots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2}\cdots\cdots & r_{pp} \end{pmatrix}$$

元素 r_{ij}（i，j＝1，2，……，P）均为 1 的实对称矩阵。同时，相关矩阵还是个非负定（半正定）矩阵。在多变量（多元）统计分析中经常要用到相关矩阵。参见“相关系数”。

【复相关系数】 multiple correla－tion coefficient 又称“重相关系数”。设因变量 y 与多个自变量 x_1，x_2，……，x_k 线性相关，把回归平方和比上总（离差）平方和，再开平方，定义为其复相关系数，一般记为 R，

$$R=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i-\bar{y})^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}} \qquad (1)$$

由于总平方和等于回归平方和加上剩余平方和，即

$$\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2=\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i-\bar{y})^2+\sum_{i=1}^{n}(y_i-\hat{y}_i)^2,$$

故 R 还可以表示为

$$R=\sqrt{1-\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}} \qquad (2)$$

R 是个介于 0 与 1 之间的数，即 0≤R≤1，常用百分数表示。从（1）式可看出，R 越大，则回归平方和占总平方和的比例就越大，回归的效果就越好，因而也可以说，因变量 y 与多个自变量 X_1，X_2，……，x_k（把它们看作是一个复合变量）间线性关系的密切程度就越高；反之，其线性关系密切程度就越低。事实上，R 也等于实际观测值 y 与回归估计值 $\hat{y}$ 之间的简单相关系数。参见“剩余标准差”。

【偏相关系数】 partial correlation coefficient 在研究多变量时，任意两个变量之间都可能存在着相关关系，因而变量之间的相关关系是互相影响、错综复杂的。因此根据一批实测数据算出的两个变量的简单相关系数，往往不能正确地反映这两个变量间的真正关系。因为在实测数据中已经包含了其它变量的影响。如果想知道这两个变量间真正的相关关系，就必须在除去其他变量影响的情况下来计算它们之间的相关系数，这种相关系数称该两变量对其余变量的偏相关系数。因此，只有偏相关系数才真正反映了两个变量间的本质联系，而简单相关系数反映的仅是表面的非本质的联系，有时甚至可能完全只是假象（如两变量对其余变量的偏相关系数是正的，而简单相关系数却可能是负的）。设有 k 个变量 x_1，x_2…，x_k，把 x_1，x_2 对其余变量的偏相关系数记为 r_{1234}……，k，余类此。偏相关系数的一般计算公式为

$$r_{ij,\text{其余变量}}=-\frac{D_{ij}}{\sqrt{D_{ii}D_{jj}}}\quad (i,j=1,2,\cdots\cdots,k)$$

其中 D_{ij} 为 x_1，x_2……，x_k 的相关矩阵的逆矩阵中第 i 行第 j 列的元素。在特殊情况下，有简单公式。当 k＝3 时，x_1，x_2 对 x_3 的偏相关系数为

$$r_{12,3}=\frac{r_{12}-r_{13}\cdot r_{23}}{\sqrt{1-r_{13}^2}\cdot\sqrt{1-r_{23}^2}}$$

当 k＝4 时，x_1，x_2 对 x_3，x_4 的偏相关系数为

可用偏相关系数研究各种元素间共生组合关系。

$$r_{12,34}=\frac{r_{12,3}-r_{14,3}r_{24,3}}{\sqrt{1-r_{14,3}^2}\sqrt{1-r_{24,3}^2}}$$

【矩阵】 matrix 是数的一种成行与成列的矩形排列。例如某地区矽卡岩型铜矿床上已经验证五个异常中 cu，Ag，Bi 的几何平均值为：

异常号	Cu	Ag	Bi
1	177	0. 59	11. 5
2	149	0. 64	11. 5
3	251	0. 54	12. 5
4	92	0. 32	10. 9
5	87	0. 25	10. 0

排成矩形的表，结果为一个构成（5X 3）个值的特殊表，在表的两侧加方括号（或圆括号）例如：

$$\begin{pmatrix} 177 & 0.95 & 11.5 \\ 149 & 0.64 & 11.5 \\ 251 & 0.54 & 12.5 \\ 92 & 0.32 & 10.9 \\ 87 & 0.25 & 10.0 \end{pmatrix}$$

就叫做矩阵。其中每个数都称为矩阵的元素或元，并且规定横向称行；竖向称列。上述矩阵共有五行三列，称（5 ×3） 阶矩阵。行数和列数相等的矩阵称方阵，例如：

$$\begin{pmatrix} 177 & 0.95 & 11.5 \\ 143 & 0.64 & 11.5 \\ 251 & 0.54 & 12.5 \end{pmatrix}$$

就是（3 ×3） 阶方阵。一般地讲：

$$\begin{pmatrix} Q_{11} & Q_{12} & \cdots\cdots & Q_{1n} \\ Q_{21} & Q_{22} & \cdots\cdots & Q_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots\cdots & \cdots \\ Q_{m1} & Q_{m2} & \cdots\cdots & Q_{mn} \end{pmatrix}$$

称（m ×n） 矩阵。用大写粗体英文字母表示，如 Q，也可简写成（Q_{ij}），i 表示行数，j 表示列数。而 Q_{ij} 表示第 i 行第 j 列的元素。在应用中把

$$\begin{pmatrix} Q_{11} \\ Q_{21} \\ \vdots \\ Q_{m1} \end{pmatrix} 和 [Q_{11} \ Q_{12} \cdots\cdots Q_{1n}]$$

称一列和一行的矩阵。有时又称列向量和行向量。

【逆矩阵】 inverse matrix 是矩阵理论中的一个重要概念。它和单位矩阵 E 是密切相关的。设 A 是（m ×n） 矩阵，若存在矩阵 B，使：

$$AB = BA = E$$

则称 B 为 A 的逆矩阵，记作 $B = A^{-1}$；也可以指 A 为 B 的逆矩阵，记作 $A = B^{-1}$。若 A^{-1}存在，则称矩阵 A 是可逆的或满秩的。

【转置矩阵】 transposed matrix 指将矩阵中的行、列互换位置的矩阵。矩阵 A 的转置矩阵记作 A′（或 A^T）例如：

$$若\ \boldsymbol{A}=\begin{pmatrix}1&2&3&4\\-2&5&7&6\\3&-1&2&4\\7&6&8&4\end{pmatrix}$$

$$则\ \boldsymbol{A}'=\begin{pmatrix}1&-2&3&7\\2&5&-1&6\\3&7&2&8\\4&6&4&4\end{pmatrix}$$

转置矩阵 A′有性质：$(A')'=A$。

【正定矩阵】 positive definite matrix 设有 n 阶对称方阵 $A=(a_{ij})$，当由它所产生的二次型：$(X'AX=(x_1,x_2,\cdots\cdots,x_n))$

$$\cdot\begin{pmatrix}Q_{11}&Q_{12}\cdots\cdots&Q_{1n}\\Q_{21}&Q_{22}\cdots\cdots&Q_{2n}\\\vdots&\vdots&\vdots\\Q_{n1}&Q_{n2}\cdots\cdots&Q_{nn}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x_1\\x_2\\\vdots\\x_n\end{pmatrix}$$

$$=\sum_{i=1}^{n}a_{ii}x_i^2+2\sum_{i<j}^{n}a_{ij}x_ix_j$$

$$\left(=\sum_{i,j=1}^{n}a_{ij}x_ix_j\right)$$

对于非 O 向量 X 讲皆为正值（非负值），则称 A 为正定（非负定或半正定）矩阵。应用特征值的概念还可给出一个等价的说法：若对称方阵 A 的全部特征值都是正的（非负），则矩阵 A 就是正定（非负定的）的。在多元统计分析中，经常遇到一个矩阵与它本身的转置矩阵的乘积所构成的对称矩阵，例如 $A=P'P$。这种矩阵至少是非负定的，若 P 的秩等于它的列数，则 $p'p$ 就是正定的；否则就是非负定的。

【对称矩阵】 symmetric matrix 在方阵 $A=(a_{ij})$ 中，各元素以主对角线为轴，两侧对称，即 $a_{ij}=a_{ij}$或 $A=A'$（A′是 A 的转置矩阵），则方阵 A 就叫做对称矩阵。例如：

$$\begin{pmatrix}1&3&5\\3&2&0\\5&0&3\end{pmatrix}$$

相关矩阵就是经常遇到的对称矩阵。

【特征值】 eigenvalue 它与特征向量是矩阵理论的基本概念，又是因子分析与马尔柯夫链等问题的重要工具。设有 －n 阶方阵：

$$A=\begin{pmatrix} Q_{11} & Q_{12} \cdots\cdots & Q_{1n} \\ Q_{21} & Q_{22}\cdots\cdots & Q_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ Q_{n1} & Q_{n2}\cdots\cdots & Q_{nn} \end{pmatrix}$$

和 n 维非 0 的列向量：

$$\alpha=\begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{pmatrix}$$

如果有一个数 λ，使得：$A\alpha=\lambda\alpha$ 则称 λ 为方阵 A 的特征值；称 α 为对应于特征值 λ 的特征向量。数值 λ 是方阵 A 的特征值的充分必要条件是 λ 满足如下方程：

$|A-\lambda E|$ 将上式右端的行列式展开，则成为 λ 的一个 n 次多项式，称为 A 的特征多项式，特征值 λ 也称作 A 的特征根。数学地质中经常遇到的是 n 阶实对称矩阵，它们有几个实特征值（可能有某些是相重的），以及对应的 n 个互相正交的特征向量。在马尔柯夫链中，特征值为复数时，常反映岩相系统的旋迴成分。

$$=\begin{vmatrix} a_{11}-\lambda & a_{12} & \cdots\cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22}-\lambda & \cdots\cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots\cdots & a_{nn}-\lambda \end{vmatrix}=O$$

【特征向量】 eigenvector 参见“特征值”。

【线性组合】 linear combination 对于给定的一组 n 个变量 x_1，x_2，……，X_n 由 n 个常量 a_1，a_2，a_3，……，a_n（假定不全为 0）产生的新变量：

$x_{n+1}=a_1x_1+a_2x_2+\cdots\cdots+a_nx_n=\sum_{i=1}^{n}a_ix_i$ 称为 x_1，x_2，x_3，……，x_n 的线性组合。把问题推广一步，若变量 x_i（=1，2，……，n）都能取 m 个数值，即它们都是 m 维向量，则变量 x_{n+1} 也就是 m 维向量。这时称向量 x_{n+1} 是 n 个向量 x_1，x_2，x_3，…，x_n 的线性组合。

【线性变换矩阵】 matrix of linear transformation 指用线性变换：

$$y_i=\sum_{j=1}^{n}a_{ij}x_j(i,j=1,2,\cdots\cdots,n) \quad (1)$$

把一组数（x_1，x_2，……，x_n）变换成另一组数（y_1，y_2，……，y_n）所定义的矩阵：

$$A=(a_{ij})=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12}\cdots\cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22}\cdots\cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2}\cdots\cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

若把上述两组变量看作是两个向量，分别记为 X，Y，则线性变换（1）就将向量 X 变为向量 Y。这个变换也可以写成矩阵乘积的形式：

$$Y=AX \qquad (3)$$

线性变换的关键在于获得一个线性变换的矩阵。

【拉格朗日乘数法】 method of La－grange multiplier 是在一定条件下求多元函数极值的方法。它的应用极为广泛。例如在曲线 φ（x，y）=0 上求曲面 z=f（x，y）的极值，令：

F=f（x，y）+φλ（x，y） 照一般二元函数求极值的方法使：

$$\varphi(x,y)=0$$

$$\frac{\partial F}{\partial x}=\frac{\partial f}{\partial x}+\lambda\frac{\partial \varphi}{\partial x}=0$$

$$\frac{\partial F}{\partial y}=\frac{\partial f}{\partial y}+\lambda\frac{\partial \varphi}{\partial y}=0$$

这样所求得的极值点（x，y）相应的函数值 f（x，y），就是所谓在条件 φ（x，y）=0 下的极值问题的解。而 λ 是一个所谓拉格朗日乘数。这种方法就是拉格朗日乘数法。例如在曲面 φ（x、y、z）=0 上求 μ=f（x、y、z）的极值时，仿前例拉格朗日乘数法，即为从联立方程组：

$$\begin{cases}\frac{\partial f}{\partial x}+\lambda\frac{\partial \varphi}{\partial x}=0\\ \frac{\partial f}{\partial y}+\lambda\frac{\partial \varphi}{\partial y}=0\\ \frac{\partial f}{\partial z}+\lambda\frac{\partial \varphi}{\partial z}=0\\ \varphi(x,y,z)=0\end{cases}$$

消去拉格朗日乘数求（x，y，z）的方法。一般的方法可依此类推。这种求极值的方法在判别分析、因子分析、克里格法等数学地质方法中都有直接的应用。

【主元素消去法】 elimination of pivotal element 它是解线性方程组

$$\begin{pmatrix}a_{11}\cdots\cdots a_{1n}\\ \vdots \qquad \vdots\\ a_{n1}\cdots\cdots a_{nn}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x_1\\ \vdots\\ x_n\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}b_1\\ \vdots\\ b_n\end{pmatrix}$$

的一种方法，即高斯消去法（Gaussian elimination），它是适用于电子计算机的一种有效方法。它的基本方法是首先在方程组的系数矩阵

$$A=\begin{pmatrix}a_{11}\cdots\cdots a_{1n}\\ \vdots \qquad \vdots\\ a_{n1}\cdots\cdots a_{nn}\end{pmatrix}$$

中找出绝对值最大的元素，称为主元素；再利用初等变换使增广矩阵

$$A_b=\begin{pmatrix}a_{11}\cdots\cdots a_{1n} & b_1\\ \vdots \qquad & \vdots\\ a_{n1}\cdots\cdots a_{nn} & b_n\end{pmatrix}$$

中主元素所在的列中其它元素变为 0，构成新矩阵。例如，设 α_{11} 为主元素，则构成的新矩阵即为：

$$A_b^{(1)}=\begin{pmatrix}a_{11} & a_{12} & \cdots\cdots a_{1n} & b_1\\ 0 & a_{22}^{(1)} & \cdots\cdots a_{2n}^{(1)} & b_2^{(1)}\\ \vdots & & & \\ 0 & a_{n2}^{(1)} & \cdots\cdots a_{nn}^{(1)} & b_n^{(1)}\end{pmatrix}$$

然后再从矩阵中继续找主元素，并同样用初等变换使主元素所在列中的其它元素变为 0，按此方法一直进行到增广矩阵成为：

$$A_b^{(n-1)}=\begin{pmatrix}a_{11} & a_{12} & \cdots\cdots a_{1n} & b_1\\ 0 & a_{22}^{(1)} & \cdots\cdots a_{2n}^{(1)} & b_2^{(1)}\\ 0 & 0 & & \\ \vdots & \vdots & & \\ 0 & 0 & a_{nn}^{(n-1)} & b_n^{(n-1)}\end{pmatrix}$$

$A_b^{(n-1)}$ 为止，即系数矩阵 A 成为上三角矩阵为止。这样就有：

$x_n=\frac{b_n^{n-1}}{a_{nn}^{n-1}}$ 利用由下向上的回代法，可求得 x_{n-1}，x_{n-2}，……，x_1。此外，还有一种不用回代过程的 Jordan（加当）消去法。对增广矩阵 A_b 经过一系列的初等变换，最后成为：而所求的解即为：

$[b_1^{(n-1)}, b_2^{(n-1)}, \cdots\cdots, b_n^{(n-1)}]^T$

【迭代法】 iterative（iteration）mcthod 是一种求方程组近似解的方法。它的基本思想是：首先选取一组试验值（叫做初值）做为方程组的初始近似解，把它代入方程组，看看能否满足要求的精度，若不满足，则将算出的新的一组近似解再代入方程组中看它是否满足。这样反复迭代不

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \cdots\cdots 0 & b^{(n-1)} \\ 0 & 1 \cdots\cdots 0 & b_2^{(n-1)} \\ \vdots & & \\ 0 & 0 \cdots\cdots 1 & b_n^{(n-1)} \end{pmatrix}$$

断求得新的近似解，直到求得某一组近似解与方程组的准确解达到要求的精度为止。这种求方程组近似解的方法称迭代法。应用于解稀疏矩阵系数方程组的常用迭代方法有：雅可比迭代法（Jacobi method）和高斯—赛得尔迭代法（Gauss－Seidel method）

【病态方程组】 stiff system of equations 方程组的病态是个相对的概念。在求线性代数方程组的数值解时，常常遇到方程组中的系数矩阵略有改变就引起解的巨大改变，这样的方程组称作病态方程组。在一般的趋势分析问题中，当次数超过六、七次时，正规方程组有时就出现上述病态现象。例如方程组：

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 3.1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 5 \\ 5.1 \end{pmatrix}$$

有解 $x_1 = x_2 = 1$，但在方程组中稍微改变方程的系数矩阵，构成新方程组

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1.999 & 3 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 5 \\ 4.99 \end{pmatrix}$$

时，解成为 $x_1 = 10$，$x_2 = -5$，可以发现对方程组的系数矩阵的微小改变能引起解的巨大改变，病态的理论根据是

$$\text{矩阵}\quad \boldsymbol{A}=\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$$

的逆是不存在的，因为它的行列式为 0，而上例中的系数矩阵的行列式接近于 0，它们的逆：

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 3.1 \end{pmatrix}^{-1}=\begin{pmatrix} 15.5 & -10 \\ -15 & 10 \end{pmatrix}\text{与}$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1.999 & 3 \end{pmatrix}^{-1}=\begin{pmatrix} 1000 & -666\frac{1}{3} \\ -1000 & 666\frac{2}{3} \end{pmatrix}$$

虽然存在，但逆中各元素的绝对值都相对地较大。方程组的病态出现的根据就在此。识别病态方程组有下列几个途径：①以系数矩阵 A 中最大元素作为单位，以它除全部元素，当逆中各元素绝对值都大于 1 时就认为方程组是病态的。②选取 $n \times n$ 非奇异矩阵 A 的条件数为：$k_{(A)} = \| A \| \; \| A^{-1} \|$ $\| A \|$ 代表 A 的某种模，当 $k_{(A)} > 1$ 时，就认为 A 是病态的。③其它识别方法，如看系数矩阵 A 的最大特征值对最小特征值的比作为条件数等。利用计算机解方程组时是难以避免引进舍入误差的。因此，处理病态方程是一种极端困难的问题，通常不能求得满意的解。必须及早识别方程组是否是病态的，从而设法使方程组的病态效果降到最低限度。

【概率】 probability　又称“几率”、“或然率”，是随机事件出现的客观可能性的度量。因为随机事件是大量存在的，它作为一个个别现象，可能发生也可能不发生，是无规律可循的。然而，从大量试验中可以发现各种随机事件的出现是有规律性的。这种规律用概率来描述。概率通常有古典定义与统计定义两种：①古典（或经典）定义为，若一次试验只有 N 种可能的结果，它们的出现是等可能的，而且在这 N 种可能结果中，有 M 种有利于某随机事件出现，则$\frac{M}{N}$称为该随机事件出现的概率，记为：

$$p=\frac{M}{N}$$

②统计定义为，在相同的条件下，进行大量试验，若事件 A 出现的频率$\frac{M}{N}$（N 为试验次数，M 为事件出现的次数）随试验次数的增加而呈现稳定性，则称事件 A 是有概率的。记为：

$$p(A)\approx\frac{M}{N}$$

这两种定义都表明，概率反映出大量现象的必然规律。

【随机事件】 random event　在概率论中常把一次试验的结果称为事件。在自然界所发生的事件中大致上可分为两类——必然事件和随机事件（必然事件与不可能事件在是否发生上结论都是肯定的，因此二者本质上是相同的）。在一定条件下，必然发生的事件称为必然事件。例如：水在一个大气压下加热到 100℃，“水沸腾”，这个事件是必然事件。在一定条件下，绝不会发生的事件称为不可能事件。例如，水在一个大气压下加热到 100℃，“水不沸腾”，这个事件是不可能事件。在一定条件下，可能发生也可能不发生的事件称为随机事件。这是由于事件在其发展过程中还受其它复杂的周围事物或大或小，直接或间接的影响所致。因而在观察分析、实践中出现了某种随机性。例如在一定条件下可以考虑某地区的矿床分布，钻探过程中是否见矿则是一个随机事件。

【随机变量】 random variable　是概率论中的一个基本概念，概言之，如果一个变量所取的值随着许多偶然因素而定，则这个变量就称随机变量。例如，对同一个均匀试料作多次重复分析，由于受到称样、熔样、稀释、分液、试剂体积、反应条件，读数误差等大量偶然因素的影响，每次分析结果都有变化，使得对某一个元素的含量成为一个随机变量。随机变量并不是毫无规律的，虽然在一次观测（或试验）中它究竟取何值不可确切预言，但在大量地重复观测中它取值的大小是有一定规律的。这种规律可以由概率来描述。随机变量一般分为连续型和离散型的两种。

【随机过程】 nandom process　指在概率论中，依赖于一个参变量的随机变量 x(t)。一般将参变量 t 称为时间，但是，实际上 t 不仅表示时间，而且还可表示距离等物理量。随机过程 x（t）兼备一般随机变量与通常（非随机）函数的特点。所谓 x（t）具有一般随机变量的特点，指对固定的 $t=t_0$，$x(t)=x(t_0)$ 是一般的随机变量。如果进行 n 次观测，就可得到 n 个数：

$$x_1(o),\ x_2(t_0),\ \cdots\cdots,\ x_n(t_0)$$

所谓 $x(t)$ 具有通常函数的特点，即如果对 $x(t)$ 进行几次观测，则可得到几个通常的函数：

$$x_1(t), x_2(t), \cdots\cdots, x_n(t)$$

在随机过程中，不是对每个特定的时刻 t 孤立的研究每个随机变量，而是着重研究随着时间 t 的变化随机变量之间的关系。目前在地质学中（例如地层分析）应用较多的是简单的随机过程。如马尔柯夫链。在这种随机过程中，“时间”变量只取离散值：t_1，t_2，……，t_n，……随机变量也只取可列个值：x_i（$i=1, 2, \cdots\cdots,$）称为系统处于状态 E_i），特别是它具有无后效性，即若系统在时刻 t 处于状态 E_i”则当 $\tau>t$ 时，系统所处的状态与系统在时刻 t 以前所处的状态无关。

$$\sum_k x_k p_k \qquad (1)$$

【数学期望】 expectation 数学期望是随机变量的重要数字特征之一。设 X 是一个离散型随机变量；它的一切可能的取值是 x_1，x_2，……x_k，……；p_1，p_2，……p_k……，分别表示 X 取上述这些值的概率，如果级数绝对收敛，则称它为离散型随机变量 X 的数学期望，一般记为 E（X）或 M（X）。注意到 $p_1+p_2+\cdots+p_k+\cdots=\sum_k P_k=1$ 由（1）可知，离散型随 K 机变量 X 的数学期望实际上就是它的一切可能的取值 x_k（$k=1, 2\cdots\cdots$）按其概率的加权平均值。设 X 为一个连续型随机变量，它的密度函数是 p（x），如果积分

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x p(x) dx \qquad (2)$$

绝对收敛，则称它为连续型随机变量 X 的数学期望。它与离散型随机变量的数学期望的区别在于把那里的和号“$\sum$”改为积分号“$\int$”，把概率 P_k 改为密度函数 P（x）。随机变量的数学期望是该随机变量的取值的“富集”中心，反映了该随机变量的集中趋势。

【方差】 variance 方差是除了数学期望之外随机变量的又一重要数字特征。设 X 是一个随机变量（离散型的或连续型的），x 表示它的任一取值，E（X）表示它的数学期望，则称 $x-E(X)$ 为 X 相对于 E（X）的偏差。随机变量 X 的方差即所有可能的这些偏差的平方按其概率（当 X 为离散型的时候）或密度函数（当 X 为连续型的时候）的加权平均值。根据数学期望的定义这平均值实际上就是随机变量 $[X-E(X)]^2$ 的数学期望：

$$\sigma^2(X)=E[X-E(X)]^2$$

由上述方差的定义可知，如果一个随机变量的方差越大，则说明该随机变量相对于它的数学期望来说，离散程度就越大。反之，如果一个随机变量的方差越小，则说明该随机变量相对于它的数学期望来说，离散程度就越小。当一个随机变量的方差等于零的时候，该随机变量就成为常量。所以，方差是随机变量离散性的度量。在很多情况下，不用方差而用它的平方根，即标准（离）差。因为标准差与随机变量具有相同的度量。

【二项分布】 binomial distributi on 一种离散型随机变量的重要概率分布。设在某类试验中。每次试验的结果，事件 A 出现的概率都是 p，从而 A 不出现的概率为 1 - p = q。若独立地进行 n 次同样的试验，则事件 A 出现 K 次的概率为：

$$p_k = C_n^k p^k q^{n-k} \quad C_n^k = \frac{n!}{k!\,(n-k)!}$$

在 n 次独立试验中，事件 A 出现的次数 ξ 就是一个随机变量，它可能取到的值为：

0，1，2，……，n

相应的概率为 P_0，P_1，P_2，……，P_n，恰与二项式 $(p+q)^n$ 的展开式中的各项是一致的。因此认为离散型随机变量 ξ 服从二项分布。二项分布的随机变量的数学期望与方差各为 nP 与 nPq。在地质勘探工作中，常会遇到只有两种相反结果的随机事件——二项分布问题。例如在某种矿的勘探中，施工一个钻孔，只有见矿和不见矿两种相反的结果。设在铁矿勘探中，施工一个钻孔，见矿的概率 p 为已知，它可用 $p=\frac{\text{含矿面积}}{\text{地区面积}}$表示，现施工 n 个钻孔，则其中 k 个（k = 0，1，2……，n）钻孔见矿的概率是多少？二项分布可以回答这个问题。即施工 n 个钻孔有 k 个见矿的概率为：

$$p_k = C_n^k p^k q^{n-k}$$

【概率分布函数】 probability dist ribution function 对于随机变量 ξ，它的值落在 -∞ 与 x_1 之间的概率（亦即 $- < \infty < \xi < x_1$ 的概率）需随 x_1 取不同的值而变化，因而它是 x_1 的函数，称它为概率分布函数或概率分布。若 ξ 是连续分布的，则它就是概率密度函数 p（x）在区间（-∞，x_1）上的积分，即：

$$p(\xi < x_1) = \int_{-\infty}^{x_1} p(x)\,dx$$

这一概念可以推广到多维概率分布函数。概率分布函数又称累积分布函数。例如标准正态分布的概率分布函数为：

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{1}{2}t^2}dt$$

式中，为标准化随机变量：

$$t = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

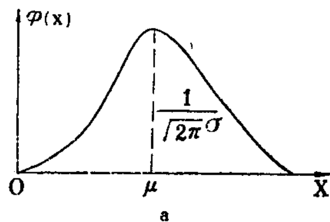
【正态分布】 normal distribution 是一种对称的连续型分布函数。它在概率论中起着非常重要的作用。在各种分布中居于首要地位。实际工作中曾遇到一些变量，它们的分布近似于正态分布。例如，只要某个随机变量是由大量相互独立的偶然因素的总和所构成，而且每一个别因素对总和的影响都是均匀的微小的，就可断定这个随机变量是近似地服从正态分布的。它的连续型随机变量 ξ 的分布密度函数为

其中 μ 和 σ（ > 0）都是参数，并记作 ξ ~ N（μ，σ）。它的分布密度曲线形状如图（a），有一个最高点，以点的横坐标 μ 为中心对称地向两边逐渐下降。μ 同样是随机变

量 ξ 的均值，中位数及众数，σ 是均方差，当 $x=\mu\pm\sigma$ 时曲线有两个拐点。

$$\varphi(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

在概率分布密度函数中 x 是从分布中抽出的随机样本值 j 均值 μ 是正态分布曲线的最高点对应的横坐标，它控制曲线的位置，均方差（标准差）σ 影响两个坐标轴上尺度的变动，它控制曲线的陡缓如图（b）。正态曲线完全由参数 μ 和 σ 所确定。当 $\mu=0$，$\sigma=1$ 时分布密度函数：



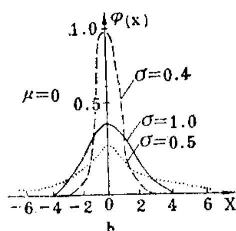
正态分布 a

$$\varphi(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{x^2}{2}}$$

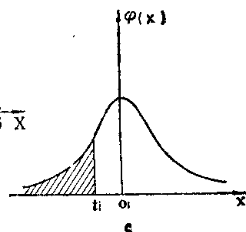
称随机变量 ξ 服从标准正态分布，用 N（0，1）表示。正态分布曲线与 x 轴所夹的面积等于 1，它的分布函数：

$$\Phi(t)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{t}e^{-\frac{1}{2}x^2}dx$$

则表示随机变量取小于值 -t 时的概率，它等于图 c 中阴影部分的面积。关于 φ（x）与 ϕ（x）的对应图如（d）和（e）所示：



正态分布 b



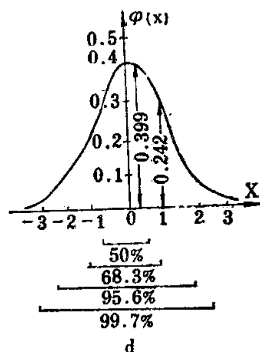
正态分布 c

许多多元统计方法，都是建立在变量服从多元正态分布的基础之上的，因此，在使用这些方法时必须预先考查研究对象是否服从多元正态分布。

【对数正态分布】 logarithmic nor mal distribution 在实践中要处理的某些随机变量本身并不是服从正态分布的，但取它们的对数之后则是服从正态分布，这种分布称作对数正态分布。例如，岩石中微量元素的含量多数是服从对数正态分布。它的分布密度函数和曲线如下式：

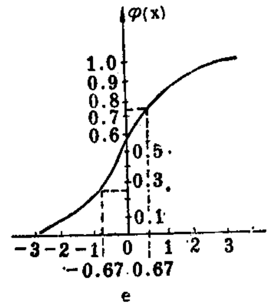
$$P(x)=\begin{cases}0, & (x\leqslant 0)\\ \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(\log x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, & (x>0)\end{cases}$$

这里 μ 与 σ 是 logx 的数学期望与方差。对于正态分布曲线仅有一个偏左的峰。这表明分布的随机变量的集中特征，即取较小值的概率大；取大值的概率小。这是根据随机变量的频率分布去判定分布可能是对数正态分布的一个标志，例如在地层理论中，岩相（或岩性）的厚度分布常是属于对数正态分布。



正态密度函数 $\varphi(x)\frac{\alpha}{2}$

【熵】 entropy 它是一种状态性函数，在概率论、信息论、热力学中都有确切的含义。在概率论实践范围内，熵是作为不确定性程度的度量。对于有 k 个可能结局的实验 α，当其概率表为：

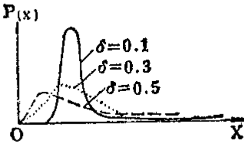


正态分布函数$\Phi(x)$

时，熵农（C. E. Shannon，1948）用数量：

H（a） = − P（A_1） logP（A_1） − P（A_2） log P（A_2） −…… − P（A_k） log P（A_k） 作为这个实验 α 的不确定性程度的度量，是把 $H_{(a)}$ 或 H（P_1，P_2，……，P_k，） 称作熵。当考虑有 k 个等概率结局的实验 α 而概率表

$$p(x)=\begin{cases}0, & (x\leqslant 0)\\ \dfrac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(\log x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, & (x>0)\end{cases}$$



对数正态分布

实践结局	A_1	A_2	A_3	…	A_k
概率	$P(A_1)$	$P(A_2)$	$P(A_3)$	…	$P(A_k)$

为时，实验 a 总的不确定性为：

实验结局	A_1,	A_2,	A_3,	……,	A_k
概　率	$\frac{1}{k}$,	$\frac{1}{k}$,	$\frac{1}{k}$,	……,	$\frac{1}{k}$

$$-\underbrace{\frac{1}{k}\log\frac{1}{k}-\frac{1}{k}\log\frac{1}{k}-\cdots-\frac{1}{k}\log\frac{1}{k}}_{\text{共 }k\text{ 项}}$$

$$=-\log\frac{1}{k}=\log k$$

亦即可以认为概率为$\frac{1}{k}$的每个结局的不确定性应该等于$\frac{1}{k}\log k=-\frac{1}{k}\log\frac{1}{k}$。一般情况下，有 k 个可能结局实验的熵的公式为：

$$H(P_1,P_2,\cdots\cdots,P_k)=-\sum_{i=1}^{k}P_i\log P_i$$

由于其中 p_1，P_2，……，P_k 是各个结局的概率，恒有：

$$\sum_{i=1}^{k}P_i=1 \qquad (2)$$

而且熵 H（P_1，P_2，……，P_k） 将随 k 的增加而增加，还可以说明熵函数 H（P_1，P_2，……，P_k） 于 $P_1=P_2=\cdots\cdots=p_K=\frac{1}{k}$时达到极大值 log k。但是熵的表达式（1） 具有以等于 P（A_1），P（A_2），……，P（A_K） 的概率分别取值：

$-\log P(A_1)$，$-\log P(A_2)$，……，

$-\log P(A_k)$

的随机变量加权平均的形式。①在热力学中，熵是表示一个系统（物体）的热状态的一种物理量。具体的定义为：

$$dH = \frac{dQ}{T}$$

其中，dH 表示系统中熵的微小变化，dQ 表示进入系统的微小热量；T 表示系统温度。②在信息论中，熵是消息中不确定性的度量。设 P（mi）表示消息 m_i 被传递的概

$$H = -\sum_{i=1}^{k} P(m_i)\log_2 P(m_i)$$

率，则当总共有 k 种可能的消息时，熵就是：对于确定的情况 $\log_2 P(mi) = \log_2 1 = 0$，即熵是零。③地质科学中，由于熵是作为不确定性程度的度量，则熵概念就有比较广泛的应用。在地球化学、岩石学，沉积学、矿产预测中，对熵所表达的不确定性必须从地质上予以进一步的阐述。例如，熵可以表示岩浆的演化、岩石组合的复杂程度等等。

【信息】　information　信息是由信号组成的，它是系统传输和处理的对象。它载荷于数据，信号等消息之中，它和物质能量一样是构成系统的三大要素之一。一般是在人们得到消息之后，若事先认为消息中所描述的事件发生的可能性越小，就认为这个消息带给他的信息量越大。可见信息的量值必然与事件的随机性或不确定性有关。因此，在信息论中就可利用熵的概念，对信息的度量提出：

$I(\alpha, \beta) = H(\beta) = H_\alpha = (\beta)$

其中 H（β）为实验 β 的熵；$H_\alpha(\beta)$ 为在实验 α 的条件下实验 β 的条件熵。一般是 $H_\alpha(\beta) \leqslant H(\beta)$。注意到两种情况：①若实验 β 不依赖于实验 α，则实验 α 并不能减小 β 的熵，即 $H_\alpha(\beta) = H(\beta)$。②若实验 α 的结果完全预先决定了 β 的结果，则 β 的熵就应减小到 0。即 $H_\alpha = (\beta)\,0$。因此，差数 I（α，β）实际上指出实验 α 的实验如何减少了实验 β 的不确定性，亦即指出在实验 α 之后，关于实验 β 的结局，还将得到多少新的认识。现将此差数称为包含在实验 α 中关于实验 β 的信息量，简称为包含于 α 中的关于 β 的信息。在某种意义下，熵和信息这两个概念的关系，类似于电位和电位差这两个物理概念之间的关系。地质过程的信息系统和控制论系统一样，是一个相对孤立系统。信息量朝着减少（或不增加）的方向发展，即地质过程的不可逆性，熵减少原理。岩浆分异、结晶、鲍文反映序列，矿物的共同组合等都是按不可逆热力学过程进行反馈的。正是由于这种反馈性质，可以应用控制论方法研究地质信息系统。控制论的研究方法就是根据系统的信息研究系统的过去的历史和预测系统的未来状态。

【趋势面分析】　trend surface ana lysis　是地质学中常用的统计方法之一。通过趋势分析可以把某一随空间变化的地质特征或变量分离为两部分，即趋势（背景）部分和剩余（局部异常和随机干扰）部分。以二维空间为例，用数学公式表示，即：

$$Z(x, y) = \hat{Z}(x, y) + E(x, y)$$

其中 x，y 为坐标，z 为变量，它是 x，y 的函数，$\hat{Z}$ 为趋势部分，E 为剩余部分，也都是 x，y 的函数。趋势部分受大范围地质因素的控制表现为规律性变化。剩余部分主要受局部地质因素的影响，规律性较差。z（x，y）通常是三维空间的光滑曲面，它可以用 x，y 的多项式函数近似地加以表示。一次多项式函数为：

$$\hat{Z}(x, y) = a_0 + a_1 x + a_2$$

在一次多项式函数中加入 x，y 的二 次项就可以得到二次多项式函数：

$$(\hat{Z}(x, y) = a_0 + a_1 x + a_2 y + a_3 xy + a_4 x^2 + a_5 y)^2$$

依次类推，可以得到任意 P 次多项式函数，随着多项式次数的升高，它所代表的趋势面形态也就越复杂，次数的选择因具体问题而定。一但确定了之后，多项式中的系数 α_o，α_1……就可以由最小二乘法求出。此种趋势面分析称为多项式趋势面分析。在 Z（x，y）中存在周期性成分的情况下，可把它分解为三部分，即：

$$Z(x, y) = \hat{Z}(x, y) + V(x, y) + E(x, y)$$

其中 $\hat{Z}$（x，y）为趋势部分，可按上述多项式趋势面分析获得，V（x，y）为周期成分，可以用傅立叶级数或三角级数加以表达，其形式如下：

$$V(x,y) = \sum_{m=0}^{M} \sum_{n=0}^{N} \alpha_{nm} \cos\frac{2n\pi x}{\lambda_1} \times \cos\frac{2m\pi Y}{\lambda_2} + \sum_{m=0}^{M} \sum_{n=0}^{N} \beta_{nm} \times \cos\frac{2n\pi x}{\lambda_1} \sin\frac{2m\pi y}{\lambda_2} + \sum_{m=0}^{M} \sum_{n=0}^{N} \gamma_{nm} \sin\frac{2n\pi x}{\lambda_1} \times \cos\frac{2m\pi y}{\lambda_2} + \sum_{m=0}^{M} \sum_{n=0}^{N} \delta_{nm} \times \sin\frac{2n\pi x}{\lambda_1} \sin\frac{2m\pi y}{\lambda_2}$$

其中 λ_1 和 λ_2 是 x 和 y 方向的基本波长，M，N 与 x，y 方向的调和函数数目有关，α_{nm}、β_{nm}、λ_{nm}、δ_{nm}是系数。这时除用于研究趋势之外，还用于研究变量随空间变化的周期性。称它为调和趋势分析。

【图解法趋势面分析】 graphical trend surface analysis　图解法趋势面分析，实为近似计算法趋势面分析。其主要方法就是先将研究的测区用方格网划分成若干方块，每个方块叫做一个“分区”，把每个分区内的趋势面近似地看成一个平面，即认为每个分区内的趋势值是一个常数，其值等于落入该分区内的各数据的平均数，于是，整个测区内的趋势面就可近似地看成由各分区内的趋势平面所组成。这种方法叫分块平均法。如果在研究化探中某种金属含量数据时，想去掉区域背景研究局部矿化异常，还可进一步用原始数据减去该点处的趋势面值，得出一次残差值来进行分析。如果要找出最有价值的异常，可将每一区划分成若干小方块，每一块叫一个“分片”，在各分片中再对一次残差值求平均数，将它作为该分片的异常平面值（相当于次一级的趋势面值），用一次残差值减去该分片的异常平面值，得出剩余值，结合地理条件进行分析即可。图解法趋势面分析较灵活，适应性强，计算也较简单，在没有电子计算机的条件下，也可应用，并有一定实际效果。

【调和趋势面分析】　harmonic trend surface analysis　是一种使用周期函数来拟合

空间数据的方法。当空间地质观测数据强烈受某些周期因素控制时，使用调和趋势分析将取得较好的效果。详见“趋势面分析”。

【滑动平均】 moving average 是地质学中常用的一种统计方法。其目的在于：①抑制原始数据中的噪音；②把某一特征或变量在空间的变化分离为两部分，即趋势部分和剩余部分，这一点是与趋势部分相类似。滑动平均的具体做法是：在所要处理的图幅范围之内设置一个可以上下左右滑动的“窗口”，把落在窗口内的全部数据进行平均，把平均值置于窗口的中央。然后按照一定的方向把“窗口”或上或下，或左或右滑动一定的距离，于是，窗口便处于一个新的位置上，再把落在窗口内的全部数据进行平均，把平均值置于窗口的中央。以此类推，直到窗口滑遍整个图幅为止。“窗口”的全部数据可以按算术平均，也可以按各种不同的规则进行加权平均。较小“窗口”的滑动平均的结果可以在一定程度上抑制原始数据中的噪音。较大“窗口”滑动平均的结果可以在一定程度上滤除剩余，突出趋势。

【克里格法】 Kriging 又译克里金。是一种加权滑动平均方法，以南非矿山地质学家和统计学家 D. G. Krige 而命名，主要用于储量计算。对象是“区域化变量”。这种变量随间空连续变化，但不能用一个普通的函数来表示。地形面和构造面，矿体的品位，以及含水层的孔隙度都是“区域化变量”的例子。克里金借助变差图所揭露的“区域化变量”的内在联系，根据与某一点邻近的若干点上的变量的数值估计该点上的变量的数值。相应的加权滑动方程是：

$$\hat{Z} = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \cdots\cdots + a_n x_n$$

其中 z 为被估计点上的变量的估计值，x_1，x_2，……，x_n 邻近点上的变量的数值：a_{13} a_2 ……，a_n，为加权系数。a_1，α_2，……，$\alpha_{,}$ n，可以根据下列原则获得：被估计点为邻近点之间的内在关系越小，则邻近点对被估计点的影响也就越小。实际上诸 a 值可由解一组正规方程组所获得，方程组的系数来源于变差图。克里格法又分为普通克里格法和泛克里格法。普通克里格法以“区域化变量”的平稳性为条件，泛克里格法条件稍宽一些，它允许存在某种趋势。

【因子分析】 factor analysis 是地质学中常用的多元统计方法之一。它能够剔除原始地质观测数据中独立的和重复的成分，把许多彼此间具有错综复杂关系的地质特征或变量归纳为极少数几个所谓的公共因子。每一个公共因子意味着变量之间的一种基本结合关系，它往往指示某种地质上的成因联系，可以用来解释变量之间的错综复杂关系。因此，因子分析可以用于研究给定的一组变量之间的相互关系。用统计的术语来说，如果给定的一组变量是 x_1，x_2，……，xp，由于它们之间既有相关的一面又有独立的一面，所以可以把各个变量所包含的信息分为两部分。又由于各个变量的信息来源于方差，所以，也就意味着可以把方差分为两部分。一部分反映变量之间的相关，另一部分仅与变量本身的变化有关。在因子分析中分别用一些新的变量，即所谓的公共因子和单一因子表示上述两种信息。这些公共因子是互不相关的，所以在数目上，比相关的变量 x_1，x_2，……，xp 少得多，把以上所说概括起来，就构成因子分析的基本假设：相关变量 x_1，x_2，……，xp 可以用较少数目的互不相关的公共因子 F_1，F_2，……，F_K，

以及既与公共因子互不相关又本身之间互不相关的单一因子 U_1，U_2，……，Up 表示。这个假设可用数学公式确切地表达如下：

$$x_1 = a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \cdots + a_{1k}F_k + e_1U_1$$
$$\cdots\cdots \qquad (1)$$
$$x_P = a_{P1}F_1 + a_{P2}F_2 + \cdots + a_{Pk}F_k + e_PU_P$$

$x_1 = \alpha_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \cdots + a_{1K}F_K + e_1U_1\cdots$

$xp = ap_1F_1 + ap_2F_2 + \cdots + ap_KF_K + e_pU_p$

在这里，规定诸公共因子和单一因子具有单位方差和零数学期望，而且 x_1，x_2，……，xp，为标准化变量。式（1）称为因子分析的数学模型。其中诸系数 aij（j = 1，2，……，p；j = 1，2，……k）称为第 i 个变量在第/个公共因子上的因子载荷，表示第 j 个变量与第 j 个公共因子之间的相关关系。顾名思义，每一个公共因子至少应与两个以上的变量相联系。从（1）式中也可以看到这一点。显然，每一个公共因子应表示与它相关关系比较密切的那些变量的结合，具有地质成因上的意义。例如，在沉积学中，公共因子往往意味着物质来源，水动力条件，生物生活环境等 j 在研究内生成矿作用时，因子可能具有岩浆活动阶段和矿化阶段的含义；在研究矿物的物质组份时，因子可以指示元素的共生组合关系，为探索元素赋有状态提供依据。

$$S_j^2 = \sum_{i=1}^{P} a_{ij}^2 \quad j = 1, 2, \cdots\cdots, k$$

式（1）中各列因子载荷的平方和称为相应的公共因子 F_j 的方差贡献。方差贡献越大，提供的信息也就越多，因此也就越重要。

式（1）中各行因子载荷的平方和 $h_i^2 = \sum_{j=1}^{k} a_{ij}^2 \quad i = 1，2，\cdots\cdots P$

称为公共因子方差，它是各个变量的方差中反映变量之间相关的那一部分。公共因子方差越大，说明相应的变量与其余变量的相关关系越密切。对于给定的 x_1，x_2，……，xp，可以从式（1）中估计出 F_1，F_2，……F_K，这些估计值称为公共因子得分。因为在因子分析中通常只考虑公共因子，所以，这里的因子指的就是公共因子。诸公共因子 F_1，F_2，……，F_K 可以按照它们的方差贡献由大到小逐个提取，直到所有的公共因子方差分解完毕为止。可以证明与这样的第 j 个公共因子 Fj 相对应的因子载荷 aij（i，j = 1，2，……，p）是下列对称矩阵的第 l_j 个特征值 l_j 所对应的特征向量的元素（假定特征向量的长度等于$\sqrt{\lambda j}$）：

$$h_i^2 = \sum_{j=1}^{k} a_{ij}^2 \quad i = 1, 2, \cdots\cdots P$$

λ_j 即第 j 个公共因子 F_j 的方差贡献。在矩阵 R^* 中非对角线元素 λlj（l，j = 1，2，……，P；$l \neq j$）是变量 xl 和 xj 的相关系数，对角元素 h_l^2（i = 1，2……，p）是变量 xi 的公共因子方差。因此，矩阵 R^* 与变量 x_1x_2……，xp 的相关矩阵不同之处仅在于对角线元素，前者是公共因子方差，而后者是方差。R^* 称为约相关矩阵。上述是 R－型因

子分析。在地质学中不仅把因子分析用于研究变量之间的相关关系，而且还用于研究样品之间的相关关系，并在此基础上对样品进行综合分类，这时称为Q·型因子分析。在Q·型因子分析中，（1）式左边诸 x_i（i=1，2……，P）不再表示变量，而表示样品。在这种情况下，右边的公共因子表示样品的典型类型，相应的约相关矩阵不再由变量所产生，而由样品所产生，诸 γ_{ij} 不一定是样品之间的相关系数，还可以是其它相似系数，如样品之间夹角的余弦，欧氏距离。

【分量分析】　component analysis　可以看作是因子分析的一种特殊情况。也就是说，如果在因子分析中，假定每一个变量的方差都是公共因子方差，这时，在因子分析的数学模型中就不出现单一因子这一项，所有的因子都将是公共因子，而且因子的数目通常等于变量的数目，即

$$
\begin{aligned}
x_1 &= a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \cdots\cdots + a_{1P}F_P \\
x_2 &= a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + \cdots\cdots + a_{2P}F_P \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
x_P &= a_{P1}F_1 + a_{P2}F_2 + \cdots\cdots + a_{PP}F_P
\end{aligned}
$$

这就是分量分析的数学模型。其中的因子也叫做分量，与因子分析中的主因子解相类似，这些分量也可以按它们的方差贡献由大到小提取，这样获得的分量称为主分量，它们构成主分量分析（principal component analysis）。主分量分析是分量分析的基本内容。它与因子分析相类似，可以证明主分量是变量 x_1，x_2，……，x_p 的相关矩阵的特征向量，主分量的方差贡献就是对应的特征值。由于后面的一些主分量方差贡献往往很小，提供的可用信息甚微，所以，实际上往往可以忽略不计，而只考虑前面几个方差贡献较大的。分量分析除了用于变量之外，也可以用于样品，因此，与因子分析一样可分为R－型分量分析与Q－型分量分析。

【约相关矩阵】　reduced correlation matrix；假设变量是 x_1，x_2，……，x_p；它们的公因子方差是 h_1^2，h_2^2，……，h_p^2；它们彼此之间的相关系数是 r_{ij}（i，j=1，2……，P）。那么，称

$$
R^* = \begin{pmatrix}
h_1^2 & r_{12} & \cdots\cdots & r_{1P} \\
r_{21} & h_2^2 & \cdots\cdots & r_{2P} \\
\vdots & \vdots & & \vdots \\
r_{P1} & r_{2P} & \cdots\cdots & h_P^2
\end{pmatrix}
$$

为约相关矩阵。它与相关矩阵之差仅在于对角线元素。参见“因子分析”。

【公共因子】　common factor　在因子分析中，把每一个变量 x_i 的方差σ（xi）分解为两部分：

σ^2（xi）$=\sigma_{i1}^2+\sigma_{i2}^2\sigma_{i1}^2$ 称为公因子方差。公共因子就是向每一个变量提供公因子方差的一些新的变量。每一个这样的新的变量都代表了原始变量的一种基本组合，并且往往与特定的地质作用相联系。参见“因子分析”。

【单一因子】　unique factor　在因子分析中，每一个变量 x_i 的方差 σ^2（xi）都被分解为两部分：

$$\sigma^2(xi)=\sigma_{i1}^2+\sigma_{i2}^2$$

σ_{i2}^2称为单一因子方差。单一因子就是构成这一部分方差的新的变量。每一个这样的新的变量都仅仅与一个原始变量有关，因此与公共因子不同并不反映原始变量的基本组合。参见“因子分析”。

【因子载荷】 factor loading 又称因子负荷，是因子分析数学模型中公共因子前面的系数。它们说明原始变量对公共因子的依赖程度和方式（是互长互消或是一长一消）。参见“因子分析”。

【因子得分】 factor score 又称“因素分析”，指在因子分析中，当用公共因子去代替原始变量时，就需要根据因子分析的数学模型把原始变量在各个样品中的取值换算成公共因子的取值。公共因子的这些取值称为因子得分。参见“因子分析”

【方差贡献】 variance contribu tion 每一个公共因子的方差称为该公共因子的方差贡献。方差贡献往往用它在原始变量的总方差中所占的百分比来表示。参见“因子分析”。

【公共因子方差】 communality 在因子分析中，把一个变量 x_t 的方差分解为两部分：

$$\sigma^2(xi)=\sigma_{i1}^2+\sigma_{i2}^2$$

第一部分方差 σ_i^2 反映变量之间的相关，由各个公共因子所提供，称为公因子方差，第二部分方差 σ_{i2}^2则不同，它仅与该变量本身的变化有关，由相应的单一因子所提供，称为单一因子方差。参见“因子分析”。

$$\begin{aligned} x_1 &= a_{11}F_1+a_{12}F_2+\cdots\cdots \\ &\quad +a_{1k}F_k+e_1U_1 \\ x_2 &= a_{21}F_1+a_{22}F_2+\cdots\cdots \\ &\quad +a_{2k}F_k+e_2U_2 \qquad (1) \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_p &= a_{p1}F_1+a_{p2}F_2+\cdots\cdots \\ &\quad +a_{pk}F_k+e_pU_p \end{aligned}$$

【方差最大旋转】 varimax rotation 在因子分析中，其数学模型可写成…（参见‘因子分析’），其中因子载荷 a_{ij}（i=1，2……，p；j=1，2……，k）不是唯一的，即如果 a_{ij}是因子载荷，则对 a_{ij}进行任一正交变换之后所得的 b_{ij}（i=1，2……，p；j=1，2……，k）的也是因子载荷，它们同样满足（1）（如果用 b_{ij}代替 a_{ij}）。方差最大旋转就是这样的正交变换：如果 a_{ij}是（1）的主因子解，那么 b_{ij}应使得

$$\sigma^2(b_{ij})=\sum_{q=1}^{k}\left[\frac{1}{p}\sum_{i=1}^{p}(b_{iq}^2)^2-\frac{1}{p^2}\left(\sum_{i=1}^{p}b_{iq}^2\right)^2\right]$$

为最大。其中第 q 项是把 b_{iq}^2（i=1，2……，p）看作是 p 次观测时的方差。方差最大旋转的最终效果就是每一列因子载荷按其平方向最大与最小两极分化，以利于结果的地质解释。考虑到各个变量 x_i（i=1，2……，p）的公因子方差 h_i^2 之间的差异所造成的不平衡性，用$\frac{h_{iq}^2}{b_i^2}$代

替上式中的 b_{iq}^2，并用 p^2 去乘上式的两边，如果其结果仍用 σ^2（b_{ij}）表示，则有

$$\sigma^2(b_{ij}) = p\sum_{q=1}^{k}\sum_{i=1}^{p}(b_{i}^{2}/h_{i}^{2})^2$$

$$-\sum_{q=1}^{k}\left(\sum_{i=1}^{p}b_{ij}^{2}/h_{i}^{2}\right)^2 \quad (2)$$

综上所述，问题归结为求一个正交矩阵（k×k）

$$\begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots\cdots & c_{1k} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots\cdots & c_{2k} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ c_{k1} & c_{k2} & \cdots\cdots & c_{kk} \end{pmatrix}$$

使得

$$\begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots\cdots & b_{1k} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots\cdots & b_{2k} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ b_{p1} & b_{p2} & \cdots\cdots & b_{pk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots\cdots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots\cdots & a_{2k} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{p1} & a_{p2} & \cdots\cdots & a_{pk} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots\cdots & c_{1k} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots\cdots & c_{2k} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ c_{k1} & c_{k2} & \cdots\cdots & c_{kk} \end{pmatrix}$$

满足（2）式为最大。

【斜因子解】　oblique factor solution　无论是主因子解或方差最大旋转因子解，其公共因子都是互不相关的，或者说正交的。除了这种情况之外，公共因子还可以是相互相关的或者说是斜交的，它们可以在正交的公共因子的基础上通过非正交的变换或者斜旋转而产生，称为斜因子解。斜旋转的原则很多，如 promax 斜旋转，斜峰度极大（oblimax）斜旋转，四次项极小（quartimin）斜旋转等等。

【判别分析】　discriminant analysis　是地质学中常用的多元统计方法之一。它可用于解决一定范畴的分类问题。但是目前地质工作的基本方法之一是分类。分类包括两个方面的内容：其一是在进行地质研究的范围之内存在多少类型，其二是在类型的数目和内容已知的情况下，根据多种地质特征确定研究的具体地质对象的类型。分类的第二个内容是判别分析所要解决的问题。用统计的术语，类型即总体；具体的地质对象即个体；个体所具有的地质特征即多变量观测值。判别分析的目的在于根据个体的多变量观测值决定个体来自哪一个总体的问题。判别分析根据其总体的个数，两个还是两个以上，有两组与多组判别分析之分；根据其数学模型又有线性与非线性判别分析之分；根据其数学模型的导出还有参数与非参数判别分析之分。在两组判别分析中，最常见的一类数学模型是

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + \cdots\cdots + a_0x_0 \quad (1)$$

其中系数 a_1，a_2，……，a_p 是待估计的。只要两个总体的子样已经给定，就可以按一定的原则把它们估计出来。并且求得一个临界值，因此就可以建立相应的判别准则：如果某一个体的多变量观测值 x_1，x_2，……，x_p 使得 $y > y_0$，就认为该个体来自一个总体，例如第一个总体；反之，如果 $y \leq y_0$，就认为属另一个总体，即第二个总体。例如，第一个总体是含矿的侵入岩体。第二个总体是非含矿的侵入岩体. 对某一含矿性未知的

侵入岩体，只要知道相应的多变量观测值，就可以判别其含矿与否。在多组判别分析中，最常见的一类数学模型是

$$\begin{cases} y_1 = a_{10} + a_{11}x_1 + \cdots\cdots + a_{1p}x_p \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ y_G = a_{G0} + a_{G1}x_1 + \cdots\cdots + a_{Gp}x_p \end{cases} \quad (2)$$

与两个总体的情况相类似，其中诸系数 a_{ij}（i＝1……，G；j＝1，2……，P）可以根据已经给定的 G 个总体的子样估计出来。其判别的准则是：与某一个体相对应的有 y_1，y_2，……，y_G 如果

$$y_i = \max_{1 \leqslant j \leqslant G} y_j$$

即 y_i 是 y_1，y_2，……，y_G 中最大者，那末该个体属于第 i 个总体的可能性最大，因此可以认为该个体属于第 i 个总体。例如，第一个总体为含矿的侵入岩体，第二个总体为矿化的侵入岩体，第三个总体为非矿化的侵入岩体，那么对某一未知的侵入岩体，就可以根据其 x_1，x_2，……，x_0 判别其为含矿，或矿化，或非矿化侵入岩体。判别分析所依赖的数学模型，如（1）和（2）称为判别函数。根据某一个体的多变量观测值 x_1，x_2，……，x_p 算出的判别函数值，如（1）中的 y，（2）中的 y_1，y_2，……，y_G 称为判别得分。

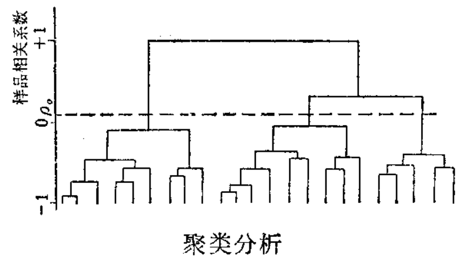
【判别函数】　discriminant funcfion　指判别分析所依赖的数学模型。它是类别（或组别）与所提供的变量（即地质特征）之间关系的综合反映。因此，根据判别函数进行判别分类显然要比直接利用变量进行判别分类优越得多。参见“判别分析”。

【判别得分】　discriminant score　在判别分析中，为了根据所建立起来的判别模型——判别函数，对某一个未知类别（或组别）的样品进行判别分类，就要把在该样品中各个变量的取值代入判别函数计算其值，这（些）值就称为该样品的判别得分。有了它（们）之后就可以按照预先给定的准则确定该样品的类别了。参见“判别分析”。

【贝叶斯准则】　Bayes criterion　是用于建立判别分析中判别函数的准则之一。它以首先提出的数学家贝叶斯的名字而得名。简言之，在判别分析中不可避免地要出现两种错误的判别。第一种是某个体，本来属于第 i 个总体而判别它属于其它总体；第二种是某个体本来不属于第 i 个总体却判别它属于第 i 个总体。这两种错误的判别都会给工作造成损失，这些损失可以用数量指标加以反映。贝叶斯准则要求所造成的平均损失为最小。

【聚类分析】　cluster analysis　又称“群分析、簇群分析、簇分析、点群分析、丛分析”。它是地质工作的一个重要内容，就是对研究对象进行分类。一般有图解法，常见的是人为的综合大量资料定性分类。当考虑的因素很多时，往往片面地强调某些因素，而忽视其它因素，同时因人的认识不同，带有较大的主观臆断。聚类分析是一种考虑了多因素的数学分类方法，并且是在不知道可分几类和这几类内容的情况下，研究对象之间的相似性，从而确定其研究对象能聚合成多少类型。聚类分析可分作两大类，对

样品进行分析称 Q 型，对变量进行分析称 R 型。其方法的具体步骤是首先对数据标准化（或正规化）后，选取适当的相似性系数（距离系数、夹角的余弦，相关系数），相似性矩阵是个对称的实矩阵，因此仅计算上三角阵，选出相似性最大的一对，用“〕”连系起来，成为一个新的组合样品（变量）。这个新样品（变量）值是以标本数（变量数）为权，加权平均后得到的新值。用这新组合的样品（变量）与剩下的样品（变量）一起重复进行上述计算，直到所有样品（变量）联结在一起为止。进行连结的原则是：①二个样品（变量）在已组成的组中未出现过，则形成一个新组。②如果在同一组中出现过，则这对样品（变量）可忽视。③这对样品（变量）中有一个在已分好的某组中，则这一对与这一组进行连结。④如果这对样品（变量）分别在二个已分好的组中，则将这两组连结起来。按上述原则形成的分类系统用谱系图（又称枝状图）直观地表示出来。如图，当相关系数为 ρ_0 时，则明显地分作三类。ρ_0 称为相似性水平。相似性水平的取值有不同原则，或者按分类系统的自然趋势，或者用某些统计检验的方法。



聚类分析

【相似性水平】 similaritglevel 是衡量每一类样品或变量内部相似性的标准。这标准定的越高（并不意味着数值越大。对某些相似性度量来说，情况则恰恰相反），对每一类样品或变量内部的相似性的要求就越高，分出来的类也就越细，因此类的数目也就越多。参见“聚类分析”。

【变量标准化】 variable standardi zation 由于数据测量单位不一样，或者测量结果的数量级不一样，致使如果用数据直接计算相似性度量时，各个变量以不等的权参加进来，为使变量有相等的权，对原始数据进行变换，使其标准化和正规化。

标准化公式为

$$x'_{ik}=\frac{x_{ik}-\bar{x}_i}{\sqrt{\dfrac{\sum\limits_{k=1}^{N}(x_{ik}-\bar{x}_i)^2}{N-1}}}$$

$$\text{其中}\quad \bar{x}_i=\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N}x_{ik}$$

$$\begin{pmatrix} i=1,2,\cdots\cdots,P \\ k=1,2,\cdots\cdots,N \end{pmatrix}$$

变换后的变量 x'_{ik} 的平均值等于 0，方差等于 1。

【变量正规化】 variable normali － zation 即经过极差变换使一组数据最小值为 0，最大值为 1，这种处理方法称变量正规化，其计算公式为：

$$x' = \frac{x_{ik} - x_{ik}^{min}}{x_{ik}^{max} - x_{ik}^{min}} \qquad 1 \leqslant k \leqslant N \quad \begin{pmatrix} i = 1,2,\cdots\cdots,P \\ k = 1,2,\cdots\cdots,N \end{pmatrix}$$

式中：

表示 x_{i1}，$x_{i2} \cdots x_{iN}$最小的一个 最大的一个这种变换便于把定量数据和定性数据混合使用，因为定性数据中，可使某一变量的出现记作 1，缺失记为零。

【相似性】　similarity　是表示样品间和变量间相似性大小的数量指标。设有 N 块

$$x_{ik} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} \cdots\cdots & x_{1N} \\ x_{21} & x_{22} \cdots\cdots & x_{2N} \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots \\ x_{P1} & x_{P2} \cdots\cdots & x_{PN} \end{pmatrix}$$

标本，P 个变量用矩阵表示为：常有以下三种统计量来衡量：

①距离系数：又称欧氏距离（Euclidean distance），是将样品看作 n 维坐标系中两点间的距离。距离系数表示两个样品（变量）之间对应元素接近的程度，其值越小表示越接近。第 k 个样品和第 e 个样品间的距离（即列间相似）

$$d_{ke} = \sqrt{\sum_{i=1}^{P} (x_{ik} - x_{ie})^2}$$

或为消除变量个数对 d_{ke} 的影响可写作：

$$d_{ke} = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^{P} (x_{ik} - x_{ie})^2}$$

第 i 个变量和第 j 个变量间（行间相似）距离：

$$d_{ij} = \sqrt{\frac{1}{C} \sum_{k=1}^{N} (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

其中 M，c 为常数。

②夹角的余弦（cosθ），又称相似系数，这个统计量反映了样品间（变量间）对应元素成比例的程度。把二个样品看作 P 维空间的二个向量，这二个向量间有个夹角，相似性系数可看作是这个夹角的余弦。第 i 个变量与第 j 个变量之间夹角余弦则是：

$$\cos\theta_{ke} = \frac{\sum_{i=1}^{P} x_{ik} \cdot x_{ie}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{P} x_{ik}^2 \sum_{i=1}^{P} x_{ie}^2}} \qquad \cos\theta'_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{N} x_{ik} x_{jk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{N} x_{ik}^2 \sum_{k=1}^{N} x_{jk}^2}}$$

其值越大越相似。

③相关系数。表示两个样品中各变量取值之间（或两变量在各样品中的取值之间）相互关系的统计量，其值越小，关系越密切，也就越相似。第 k 个样品与第 e 个样品间相关系数：

$$=\frac{\sum_{i=1}^{P}(x_{ik}-\bar{x}_k)(x_{ie}-\bar{x})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{P}(x_{ik}-\bar{x}_k)^2\sum_{i=1}^{P}(x_{ie}-\bar{x}_e)^2}}$$

其中：$\bar{x}_k=\frac{1}{P}\sum_{i=1}^{P}x_{ik}$

$$\bar{x}_e=\frac{1}{P}\sum_{i=1}^{P}x_{ie}$$

第 i 个变量与第 j 个变量的相关系数：

$$=\frac{\sum_{k=1}^{N}(x_{ik}-\bar{x}_i)(x_{jk}-\bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^{N}(x_{ik}-\bar{x}_i)^2\sum_{k=1}^{N}(x_{jk}-\bar{x}_j)^2}}$$

其中：$\bar{x}_i=\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N}x_{ik}$,

$$\bar{x}_j=\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N}x_{jk}$$

【谱系图】　hierarchical diagram 又称“枝状图”，是表示聚类分析结果的一种图解。详见“聚类分析”。

【枝状图】　dendrogram　即“谱系图”。

【广义距离系数】　coefficient of generalized distance　又称综合距离系数，是分类学中常用的统计量；又称作马哈诺比斯（Maholo－nobis）距离、马哈诺比斯 D^2 统计量，它表示两组数据间平均值的距离。当两个总体 A 与 B 具有相同标准差的一维正态分布时，

$$D=\frac{|\bar{x}_A-\bar{x}_B|}{\sigma_x}$$

式中：$\bar{x}_A$，$\bar{x}_B$ 为两个总体中 x 的数学期望、σ_x 为公共的标准差。在二维的情况下，二个变量不相关时，

$$D^2=\frac{(\bar{x}_A-\bar{x}_B)^2}{\sigma_x^2}+\frac{(\bar{y}_A-\bar{y}_B)^2}{\sigma_y^2}$$

当两个变量相关时

$$D^2=\frac{1}{1-\rho}\left\{\left(\frac{\bar{x}_A-\bar{x}_B}{\sigma_x}\right)^2-2\rho\left(\frac{\bar{x}_A-\bar{x}_B}{\sigma_x}\right)\left(\frac{\bar{y}_A-\bar{y}_B}{\sigma_y}\right)+\left(\frac{\bar{y}_A-\bar{y}_B}{\sigma_y}\right)^2\right\}$$

式中：$\rho=\frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x\sigma_y}$

$$D^2=(x_A-x_B,\ y_A-y_B)\cdot\begin{pmatrix}\sigma_x^2 & \sigma_{xy}\\ \sigma_{xy} & \sigma_y^2\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x_A-x_B\\ y_A-y_B\end{pmatrix}$$

推广到 k 个相关变量 $x_A^{(1)}, x_B^{(1)}, x_A^{(2)}, x_B^{(2)}, \cdots\cdots x_A^{(k)}, x_B^{(k)}$ 则

$$D^2=(x_A^{(1)}-x_B^{(1)},\ x_A^{(2)}-x_B^{(2)},\ \cdots\cdots,\ x_A^{(k)}-x_B^{(k)})A^{-1}\begin{pmatrix}x_A^{(1)}-x_B^{(1)}\\ x_A^{(2)}-x_B^{(2)}\\ \cdots\cdots\cdots\cdots\\ x_A^{(k)}-x_B^{(k)}\end{pmatrix}$$

x_A，x_B 与 y_A，y_B 是 A，B 两个总体中 x 与 y 的数学期望，σ_x，σ_y 为公共的标准差，σ_{xy}

为公共的协方差。写成矩阵：

式中：A 是两个 k 维正态总体的公共方差，协方差矩阵。D^2 是个重要的统计量，例如在判别分析中利用 D^2 来检验两组标本的多元平均值是否有显著差异，以确定判别函数是否有效。

【回归分析】　regression analysis　是研究变量与变量间数学关系的一种数学方法。用这种方法来确定某变量与其它变量是否有关，并用数学公式近似地表示它们之间的关系，这种数学公式称为回归方程。借助于回归方程可以根据一个变量或几个变量的变化预报和控制另一个变量的变化。当自变量（x）与因变量（y）呈线性关系时，回归方程表示为：

$y = a + bx$

用最小二乘法确定的回归系数为：

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{n}(x - \bar{x})^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

式中：$\bar{x}$ 为 x_i 的平均值，$\bar{y}$ 为 i 的平均值。系数 a，b 确定后，回归方程 $y = a + bx$ 就被确定。当 x，y 呈非线线性关系时，x、y 呈曲线关系，通过适当的变量变换可将曲线化为直线后，仍按上述方法进行。设有变量 x_1，x_2，……，x_k，y 并有 N 组数据 x_{i1}，x_{i2}……，x_{ik}，y_i（i = 1，2，……N），则回归方程 $\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_kx^{\cdots\cdots} + BRXR2$ 的回归系数 b_0，b_1，……，b_K 根据最小二乘法可由下列正规方程组来确定：

$$\begin{aligned} L_{11}b_1 + L_{12}b_2 + \cdots\cdots + L_{1k}b_k &= L_{1y} \\ L_{21}b_1 + L_{22}b_2 + \cdots\cdots + L_{2k}b_k &= L_{2y} \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ L_{k1}b_1 + L_{k2}b_2 + \cdots\cdots + L_{kk}b_k &= L_{ky} \end{aligned}$$

式中：

$$L_{ij} = L_{ji} = \sum_{l}(x_{il} - \bar{x}_i)(x_{jl} - \bar{x}_j)$$

$$L_{iy} = \sum_{l}(x_{il} - \bar{x}_i)(y_l - \bar{y})$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{l} y_l}{N}$$

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{l} x_{il}}{N}$$

由正规方程解出各回归系数后，要进行方差分析，以检验回归方程的效果。

【逐步回归分析】　stepwise regres sion analysis　当存在许多因素（变量）时，我们希望回归方程中包括尽可能多的因素。但如果方程中包括了对因变量影响很小或根本无影响的因素，一方面会影响方程的稳定性，剩余平方和并不减少很多，相反的由于自由度（剩余）的减少，剩余方差反而增大，同时计算也不方便。因此并不是因素包括越多越好，而是要挑选重要的变量。在挑选重要变量时，由于变量间常常互相有关，所以一个变量因“重要”被引入回归方程后，随着其它变量的引入，可能又显得不重要起

来，所以变量的重要性是变化的。基于上述考虑，逐步回归的基本思想是在诸因素中选择方差贡献（偏回归平方和）最大的一个变量，并在指定的显著性水平下进行显著性检验，若显著则引入回归方程。再从剩下的诸变量中挑选一个偏回归平方和最大者，进行显著性检验，若显著则引入方程，否则不引入。同时检验已引入方程的变量是否都显著，若显著则留在方程中，否则剔除。……如此继续进行下去，直到在剩下的所有变量中再没有重要的变量可以引入方程，同时在已引入的变量中再没有因丧失其重要性需要从方程中剔除的变量为止。自变量 Xi 的重要性，用标准偏回归平方和

$$P_i = \frac{b_i^2}{C_{ii}} \text{来衡量。}$$

式中：b_i 标准（偏）回归系数。标准回归系数是以相关系数 r_{ij} 为系数的标准化正规方程组的解；C_{ii} 是系数矩阵的逆矩阵的第 i 个主元素。

$$\text{如果} F_i = \frac{P_i}{\dfrac{ssd}{(N-l-1)}} > F_{1, N-l-1}, \ \alpha,$$

则 x_i 对于因变量 y 是重要的。否则就是不重要的。式中：ssd 是剩余平方和，F_1，N－I－1，α 是自由度为（1，N—l—1），显著性水平为 α 的 F 分布的临界值。逐步回归分析是地质学中应用较早的一种多元统计方法，用来研究地质现象之间的关系并预测地质因素的变化。例如研究煤的灰份与含硫量的关系，并通过煤的灰份含量预测含硫量。研究主要金属的品位储量与伴生元素品位储量的关系，以通过地表原生晕强度推测下部矿体位置。研究地下水水位与各自然因素，人为因素的关系，用以预测地下水位的变化等等。

【正规方程组】 normal equations system 参见“回归分析”。

【典型相关分析】 canonical corre lation analysis 常用多元统计方法之一，从数学上说，是研究二组变量之间的关系，在地质上用来研究二组地质特征之间的关系，用以研究地质成因和地质体对比。例如进行区域地质剖面对比，研究某种矿物成分与其围岩化学成分之间的关系等等。典型相关分析是单相关和复相关的进一步推广，与研究复相关一样，研究二组随机变量之间的相关就是将它们用线性表示后，求线性组合之间的最大单相关。

假定二组变量 x_1，x_2，x_3，……，x_n

y_1，y_2，y_3，……，y_m

用线性表示：

$$u = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \cdots\cdots + \alpha_n x_n$$
$$v = \beta_1 y_1 + \beta_2 y_2 + \cdots\cdots + \beta_m y_m$$

写成矩阵 $u = \alpha' x$

$\upsilon = \beta' y$

典型相关分析就是从无数的 u 和 v 中提取线性组合对 $u_1 = \alpha'_1 x$ 和 $v_1 = \beta' y$，$u_2 = \alpha'_2 x$ 和 $v_2 = \beta' y$……$u_k = \alpha'_k x$ 和 $v_k = \beta'_k x$ 使得它们之间的相关关系由大到小变化，而且使得后

面的线性组合与前面的线性组合互不相关。假定

$\lambda_1 \geqslant \lambda_2 \geqslant \lambda_k > 0$ 是下列特征方程（1）和（2）的非零特征值的平方根，对应的特征向量是 α_1，α_2，……α_k 和 β_1，β_2，……，β_k：

$$(\Sigma_{21}\Sigma_{11}^{-1}\Sigma_{12} - \lambda^2\Sigma_{22})^2\beta = 0 \quad (1)$$

$$(\Sigma_{12}\Sigma_{22}^{-1}\Sigma_{21} - \lambda^2\Sigma_{11})^2\alpha = 0 \quad (2)$$

则可以证明。这里的 α_1，α_2，……α_k 和 β_1，β_2，……，β_k 就是所要求的线性组合的系数；λ_1，λ_2，……，λ_k 就是线性组合对 u_1 和 v_1，u_2 和 v_2，……，u_k 和 v_k 之间的相关系数。

$\lambda_1 \geqslant \lambda_2 \geqslant \lambda_3 \cdots\cdots \geqslant \lambda_k > 0$ 为典型相 关系数，$u_1 = \alpha'_1 x$，$v_2 = \alpha'_2 x$，……$u_k = \alpha'_2 x$ 及 $v_1 = \beta_1$，y，$v_2 = \beta'_2 y \cdots\cdots v_k = \beta'_k y$，为典型相关变量。

【典型相关系数】　canonical corre lation coefficient　是相关系数在两组变量的情况下的推广，用来说明两组变量之间的相关关系。参见“典型相关分析”。

【时间序列分析】　time－series ana— lysis　地质上常见的垂直地质剖面上，各种地质特征的变化是以时间先后为次序的，所以称时间序列。例如沿垂直地质剖面上矿物成分，气体成分，颗粒大小，地层厚度，电性曲线等变化所形成的序列都是时间序列。一个时间序列中，每一时刻的观测值都由趋势成分，周期性成分和随机成分三部分组成。时间序列分析的任务就是用数学方法将这三部分分离出来，给于适当的地质解释。①趋势成分：反映了时间序列中长时间的变化，可用滑动平均的方法或趋势分析，将趋势成分分离出来。②周期成分：地质历史中许多地质现象的变化呈一定的周期性，但不是确定的函数关系。因此可用统计法研究其周期性变化。(计算公式参阅“相位谱”，“傅立叶变换”以及“功率谱”)。③随机成分：在时间序列中除去趋势成分和周期成分，剩下的便是随机成分。

【自相关系数】　autocorrelation coefficient　是研究时间序列中内部自身相关关系的数量指标。子样的自相关系数 r_i 就是子样的自协方差 0_l 与子样的方差 C_0 之比，即：

$$r_l = \frac{C_l}{C_0} = \frac{\frac{1}{n-l}\sum_{k=1}^{n-l}(x_k-\bar{x})(x_{k-l}-\bar{x})}{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}(x_k-\bar{x})^2}$$

其中 n 为子样大小，$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} x_k$，$l$

称为“滞后”或“变程”或“距离”，$l = 0$，1，2，……，m（$m \leqslant n-1$）参见“自相关系数”。自相关系数有以下性质：①在 $l = 0$ 时，自相关函数有正的最大值，并在图形上呈对称图形；②当 $l \to \infty$ 时，$r_l \to 0_j$③自相关系数 r_l 的波形与讯号本身波形无关，只与讯号本身的频率成分有关，即频率相同，波形不同的二种讯号可以有相同的自相关函数。

【互相关函数】　cross－correlation function 是研究二条曲线间相似性的数量指标，是个依赖于：迟后的函数。比较 x_n 和 y_n 二条曲线，可以看出，同一反射波在相邻曲线上的出现有一定的时间间隔。这种时间间隔称作时间迟后。所以比较二条曲线时，相对地错动 τ 个抽样间隔，向左移动 τ_0 个抽样，则 $x_几$ 与 y_n 二条曲线的相关系数 γ_{xy}（τ）最大（见第一

条曲线）即 x_n 与 y_τ 之间最相似。互相关系数

γ_{xy}（τ）$\overset{\infty}{\underset{n=0}{=}} x_n y_{n-\tau} \gamma_{xy}$（τ）$=\tau$ 为时间迟后，V_{xy}（τ）为 x_n 与 y_n 的互相关函数。当 $x_{几}$ 与 y_n 为随机序列时，互相关函数 V_{xy}（τ）$=\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} x_n y_{n-2}$

$$\sum_{n=1}^{N} x_n y_{n-\tau}$$

$(x_n = x_1, x_2, \cdots\cdots,\ x_n)$

互相关函数性质有：①$\tau=0$ 时，互相关函数 r_{xy}（τ）不达到最大值。V_{xy}（τ）只在某个 τ_0 时达到最大值。②$\tau=\tau$ 时和 $\tau=-\triangledown_1$ 时 x_n 与 $y_n-\tau$ 及 x_n 与 $y_{n+\tau}$的相似程度是不同的。③互相关函数 V_{xy}（τ）只包含讯号 x_n 和 y_n 所共有的频率成分。

【伽勒金法】　Galerkin′s method　又称“剩余试函数法”。是一种解偏微分方程的直接方法。常用于求非线性偏微分方程的数值解，例如研究地下水运动时，当地下水的水力梯度与渗流速度不成线性关系时，渗流方程为：

$$\frac{\partial q}{\partial s} = -\frac{\partial}{\partial s}\left[K(J)\frac{\partial h}{\partial s}\right] = 0 \quad (1)$$

式中，K：渗透系数。J：水力梯度。h：沿流线的水头。q：渗流速度。式中 k 是 J 的函数。采用泛函和变分来解上述方程是很困难的，因此与有限单元法结合来求近似解。也就是对渗流场中任意点选一个试探解代入以上微分方程中，因是试探解，所以只能满足边界条件、但不完全满足微分方程，因此方程剩余值不等于零。如果能够找到一个近似值，使方程剩余值在任意点上均为零，这就是加权剩余法。如果能选择一个特定的加权函数，则称伽勒金法。伽勒金法过去只用于简单的分析域，而且应用不广泛，主要原因是选择这个特定加权函数有很大灵活性，选择不当则不收敛，所以比较困难。但如果与有限单元法结合起来，用面积函数作加权函数，解决了选择函数的困难，近而使古老的伽勒金法得到了广泛的应用。

【弥散分析】　dispersion analysis　是单变量方差分析在多变量情况下的推广。在单变量方差分析中，考虑的是 G 个具有公共方差的一维正态总体的子样所组成的组间方差和组内方差之比。在弥散分析中，考虑的则是 G 个具有公共协方差矩阵的 p 维正态总体的子样所组成的组内离差阵与总离差阵行列式之比。比值用公式表示如下。假定 G 个具有公共协方差矩阵的 P 维正态总体 N（μ_g，Σ）的子样是 x（g）$_{ik}$（$i=1$，2，……，P；$g=1$，2，……，G；$K=1$，2，……，n_g）并且

$$a_{ij} = \sum_{g=1}^{G}\sum_{k=1}^{n_g}(x_{ik}^{(g)} - \bar{x}_i^{(g)})(x_{jk}^{(g)} - \bar{x}_j^{(g)}) \quad (i, j = 1, 2, \cdots\cdots, p)$$

$$t_{ij} = \sum_{g=1}^{G}\sum_{k=1}^{n_g}(x_{ik}^{(g)} - \bar{x}_i)\ (x_{jk}^{(g)} - \bar{x}_j) \quad (i, j = 1, 2, \cdots\cdots, p)$$

其中 $\overline{X}_l^{(g)}$ （i = 1，2，……，P；g = 1，2，……，G）是第 i 个变量在第 g 个总体中的平均值；$\overline{X}_i$ = 1，2，……，P 是第 i 个变量的总平均值。则矩阵

$A = (a_{ij})$ 和 $T = (t_{ij})$

分别称为组内离差阵和总离

$$\Lambda = \frac{|A|}{|T|}$$

差阵，二者的行列式之比由下式所确定：称威克斯（wilks）的 A—统计量。它构成弥散分析的基础。在子样较大的情况下，^—统计量近似地服从于 F—分布或者 x^2—分布。在弥散分析中用它来检验 G 个具有公共协方差矩阵的 P 维正态总体 N（μ_g，∑）的平均值向量 μ_g（g = 1，2，……，G）是否相等，即用来检验这 G 个正态总体是否同分布。弥散分析在判别分析中有它的应用。只有当 G 个总体具有不同分布的时候，判别分析才有意义。

【对应分析】 correspondence ana 1ysis 是在 R—型与 Q—型因子分析基础上发展起来的一种新的多变量统计方法。近年来已在地质学的研究中得到越来越多的应用。在因子分析中，R—型分析与 Q—型分析之间的二重性未被揭露，这种片面的研究方式掩盖了许多有用的信息。对应分析却揭露了 R—型与 Q—型分析之间的两重性，使得两者的结果能互为补充，互为解释，信息得到了更为充分的利用。对应分析的优点是不但可以提供变量与变量，样品与样品之间的相互关系，而且还能提供变量与样品之间的相互关系，这一点是重要而有意义的。假定由 m 个变量和 n 个样品所组成的原始数据阵列是：

样品 变 量	1	2……n
1 2 □ m	x_{11} x_{21} □ x_{m1}	x_{12}……x_{1m} x_{22}……x_{2n} □ □ x_{m2}……x_{mn}

样品 变 量	1 2……n	合计
1 2 □ m	P_{11} P_{12}……P_{1n} P_{21} P_{22}……P_{2n} □ □ □ P_{m1} P_{m2} P_{2n}	P_{1}. P_{2}. □ P_{m}
	P. 1 P. 2……P. n	1

$$\Lambda = \frac{|A|}{|T|}$$

则用（m × n）个元素 X_{ij} 的总和

$$T = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_{ij}$$

去除每一个元素，可得新的数据阵列：

$$p_{ij}=\frac{x_{ij}}{T};\ p_{i\cdot}=\sum_{j=1}^{n}p_{ij};$$

$$p_{\cdot j}=\sum_{i=1}^{m}p_{ij}$$

其中现在假定矩阵

$$C=(C_{ij})=\left(\sum_{l=1}^{n}\frac{p_{il}\,p_{jl}}{p_{\cdot l}\sqrt{p_{i\cdot}p_{j\cdot}}}\right)$$

并且假定（m×k）矩阵U由C的k个非零特征值相对应的单位特征向量所组成j^是由C的k个非零特征值所组成的（k×k）对角矩阵，则在对应分析中，R—型分析的载荷矩阵规定为

$$A=U\Lambda^{1/2}$$

Q—型分析的载荷矩阵A∗与A之间有如下的关系：

$$A^{*}=W'A\Lambda^{-1}$$

其中

$$W=\begin{pmatrix}\frac{p_{11}}{\sqrt{p_{1\cdot}p_{\cdot 1}}} & \cdots & \frac{p_{1n}}{\sqrt{p_{1\cdot}p_{\cdot n}}}\\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots\\ \frac{p_{m1}}{\sqrt{p_{m\cdot}p_{\cdot 1}}} & \cdots & \frac{p_{mn}}{\sqrt{p_{m\cdot}p_{\cdot n}}}\end{pmatrix}$$

为了用相同的尺度表示A和A*，可作如下的调整：

$$A_a=D_c^{1/2}A \quad 和 \quad A_a^{*}=D_r^{1/2}A^{*}$$

其中

$$D_c=\begin{pmatrix}p_{1\cdot} & & \\ & p_{2\cdot} & \\ & & \ddots \\ & & & p_{m\cdot}\end{pmatrix}$$

$$D_r=\begin{pmatrix}p_{\cdot 1} & & \\ & p_{\cdot 2} & \\ & & \ddots \\ & & & p_{\cdot n}\end{pmatrix}$$

于是，根据H_n和H_a^{*}可以作成因子图，把变量和样品在同样的图中表示出来。这样，不但变量与变量之间，样品与样品之间的相互关系能得到反映，而且变量与样品之间的相互关系也能得到反映。

【二级差】 difference of second orde 对于数据序列y_1，y_2，……y_i，……，y_n，有：

$$\Delta_i^1=y_{i+1}-y_i$$
$$\Delta_i^2=\Delta_{i+1}^1-\Delta_i^1$$

其中$\triangle_i^1$称为y_i的一级差，$\triangle_i^2$称为y_o称为y_i的二级差，这等价于一阶差分和二阶差分的概念。在沉积学和矿床勘探研究中，平均二级差

$$\mu=\frac{\sum_{i=1}^{n-2}\Delta_i^2}{n-2}$$

可用来描述岩层或矿体特征（厚度、形态、品位等）的变化性。

【统计决策论】 statistical decision theory 在竞赛或斗争中总是希望自己一方最终获胜或获得尽可能好的结局。这就必须考虑对方可能怎样决策，从而选出自己的一个好的对策。所以，这类竞赛或斗争性的现象可称为“对策现象”。实际的需要使“对策现象”开始成为数学家的研究对象，并且逐步形成数学的一个分支——对策论。后来又把对策论应用于人类与大自然的斗争，在这种情况下，斗争的双方不再都是有理智的，而是一方是有理智的，另一方是没有理智的。这就开创了统计学的又一分支——统计决策论。目前，在地质学中应用统计决策论的例子之一就是矿产预测，以便在所谓“损失”最小或者“风险”最小的前提之下进行矿产预测。

【地质统计学】 geostatistics 是用于矿床储量计算的一种新的数学理论和方法。

它由法国人乔治·马特隆（G. Matheron）教授提出，故又称“马特龙地质统计学理论”。这种理论虽以某些概率论的假说为依据，但它与经典的统计学理论有所不同。在经典的统计学方法中，把一批矿床样品品位的数据进行分组、列出频率分布表、制成频率分布直方图时，并未考虑到样品在矿床中的空间位置。但是，实际上，即使频率分布相同的两个子样，其样品在矿床中的空间分布却可以大不一样，这就是经典统计学的缺陷。地质统计学则不但考虑样品的品位数据，而且对样品的空间位置和规格都要作全面考虑。其次，勘探工作不但要掌握矿体、矿块的平均品位和矿石量，而且要在一定信度下估计其误差。这些估计量的可靠性不仅取决于样品的质量、数量及其空间分布，而且还取决于矿化的连续性。而地质统计学的一个主要目的就是测量矿化的连续性，这用经典的统计方法是难于实现的。地质统计学中一个基本概念是区域化变量（也叫有限空间变量）。区域化变量是在空间每一点处取一个确定值的实函数。通过它，即可用数学方法来表征自然现象。在矿床勘探中，这种变量可以是一批钻孔中样品的化验结果，也可以是矿脉的厚度、断层的错距，或是硫化物的氧化程度等。每一个区域化变量都同时具有两个特征：出现在给定的几何场（矿体）中，并具有一定的几何形态（样品体积）。它还具有局限性、连续性、各向异性和跃迁性。地质统计学就是对区域化变量进行数学分析。地质统计学研究区域化变量的基本工具是变差图（variogram），也叫方差曲线（参看“变差图”）。马特隆认为研究样品品位之间的空间相关关系的最简单而有效的方法就是采用变差图，它可以反映样品品位的弥散程度。大约20年前，南非学派就开始研究计算矿量的数学方法，如克里格（D. G. Krige）第一个发现了样品品位与它的影响范围之间的不协调性，他提出了一种根据几何因素来修正取样点品位的方法，即所谓“克里格法”（kriging）。以马特隆为首的法国学派是从1955年开始研究矿床勘探问题的，但马特隆提出的理论却比南非人的方法有更多的基础性和更广泛的用途。地质统计学实际上是由法国原子能委员会在国内、外铀矿勘探中和法国矿业辛迪加在勘探洛林贫铁矿中研究出来的。

【相关图】　correlogram　大小为n的有序子样的自相关系数序列γ_l（$l=0，1，2，\cdots\cdots，m；m\leqslant n-1$）就叫做该子样的相关图。是以滞后（或变程，或距离）l为横坐标，以自相关系数γ_i为纵座标所作出的散点图。对这些散点可以拟合曲线，以研究该有序子样变化的某些特性。

【变差图】　variogram　或称半变差图（semivar-io-gram）、变异函数或变差曲线，当涉及到的不是一个函数而仅是一个值时，则称为变差、半变差或半方差。在地质统计学中变差图是被用以研究区域化变量的一个基本工具。区域化变量是有限空间V中任一点M的函数，记为f（M）。当M点变到（M+h）点时（h为增量，称为“距离”），区域化变量取值f（M+h）。马特隆用〔f（M+h）-f（M）〕^{2}的数学期望值的

$$\gamma(h)=\frac{1}{2V}\iiint_V[f(M+h)-f(M)]^2dV$$

一半来定义变差。因此，变差图就是距离X的如下函数及其图形，一般记为γ（h）：—这是三维时的公式，特殊地，在一维的情况下，M点的位置用。表示，（M+h）点的位置用（x+h）表示，此时变差图为

$$\gamma(h)=\frac{1}{2(L-h)}\int_0^{L-h}[f(x+h)-f(x)]^2dx$$

$$\gamma(h)=\frac{1}{2s}\iint_s[f(x+h_1,y+h_2)-f(x,y)]^2ds$$

其中 L 表示变量系列的长度，h 为“距离”或称“变程”、“滞后”。在二维情况下，M 点位置用（x，y）表示，（M+h）点的位置用（$x+h_1$，$y+h_2$）表示，此时变差图为其中 s 表示变量在平面上变化范围的面积，ds 表示面积的微分。r（h）是个非降函数，仅当 h=0 时，r（h）才等于 0。如果 f（M）取值是严格独立的话，则 r（i）取一个常数值，等于 f（M）的方差；如果 f（M）是个线性变化的量，则〔f（M+h）－f（M)〕就与 h 成比例，此时 r（n）开始是以 h^2 表示的抛物线部分。因此，如果变差图以水平部分终结时，则表明在这一距离之外，f（M）所取的数值之间不再存在相关性；反之，如果变差图延续为上升部分，就可以肯定存在一个区域趋势。变差图是研究样品品位之间的空间相关关系的最简单而有效的方法，它也是样品影响范围传统概念的精确定义，因为其增长率是样品品位影响范围减小速度的直接量度。变差图与相关图有一定关系。在一维的情况下，如果子样序列是弱平稳的，即有 $E^{k+1}=E(x_k)=\mu$（E（x_k）是 xk 的数学期望），

$E^{x_k+1}-\mu^2=E(x_k-\mu)-\sigma^2(x)$ 则相关图分析和变差图分析是等价的。如果数据中含有线性趋势，则固定的相关图是不存在的（因为相关图的形状依赖于子样序列的长度），而变差图则可计算出来。如果数学期望是稳定的，且等于零，但方差却沿序列作线性变化，这时能用变差图而不能用相关图。如果数据中含有非线性的趋势，则不能直接应用相关图或变差图分析，但可以在消除趋势后，根据剩余值来计算相关图。参见“地质统计学”、“相关图”

【模式识别】 pattern recognition 又称图象识别，它是对形象或图形自动地进行鉴别，识读或分类，进而还可引伸到对一般信息的自动识别的一套方法。例如文字或符号的认识，人象或指纹的鉴别，雷达荧光屏上敌我飞机的区分，以及语声的内容或说话者的识别等均属此例。进行模式识别，首先必须将图形，语音等变为电信号并加以数字化，由高速大容量的电子计算机对这些数据进行大量而复杂的计算和比较判断后，给出识别的结果。由于所处理的数据不仅数量庞大，而且往往具有不确定的因素（例如手写汉字的形状，位置各不相同），很难找出理想的识别算法，往往需要计算机具有自学习的功能（即可以根据其在运行过程中积累的经验自行修改其程序，改进其算法的功能。这功能仍然是设计者事先完全安排好的。），以不断自动地改进和完善其识别的能力。在地质工作中可用模式识别来识别化探异常的性质和来源等。

【频率域】 frequency field 函数或序列表示为随频率而变化的量，就叫作在频率域上的表示。时间域和频率域是相对的概念，在时间域上表示的函数经过傅立叶变换就变换到频率域上。反之，也可从频率域变换到时间域，很多在时间域上的概念，在频率

域上有其相对应的概念，而且有些用频率域的表示更直观、更方便。许多处理方法如滤波等，可在时间域上进行，也可在频率域上进行。

【时间域】 time field 一种现象或过程（如地质现象等）表示为随时间变化的函数或序列，称为在时间域上的表示。它和频率域是相对的概念（参见“ 频率域 ”）。在数学地质等领域中，为了方便，把时间域的概念加以推广，把随空间或其它因素变化的函数或序列统称为在时间域上的表示，以便与经傅立叶变换后的频率域相区别。

【傅立叶级数】 Fourier series 任何具有周期性的现象，都可以看作是许多具有不同周期（即不同频率）的正弦波形变化迭加的结果。从数学上讲，任何一个以 T 为周期的函数 x（t），当它满足一定条件时（即 x（t）在区间$\left[-\frac{T}{2},\frac{T}{2}\right]$内只有有限个极值点和有限个第一类间断点)，都可展开为由正弦函数和余弦函数组成的级数：

$$x(t)=\frac{a_0}{2}+\sum_{n=1}^{\infty}(a_n\cos n\omega_0 t+b_n\sin n\omega_0 t)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}c_n e^{jn\omega_0 t}$$

这种级数称傅立叶级数，又称三角级数。公式后面是傅立叶级数的指数表示。式中 $j=\sqrt{-1}$，$\omega_0=2\pi f_0=\frac{2\pi}{T}$称基频，$n\omega_0$ 则为其 n 次谐频，$\frac{a_0}{2}$为直流分量。级数中各项的系数（称傅立叶系数）可由下式决定：

$$a_n=\frac{2}{T}\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}}x(t)\cos n\omega_0 t\,dt,\quad(n=0,1,2,\cdots\cdots)$$

$$b_n=\frac{2}{T}\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}}x(t)\sin n\omega_0 t\,dt,\quad(n=0,1,2,\cdots\cdots)$$

$$c_n=\frac{1}{2}(a_n-j\,b_n),$$

$$c_{-n}=\frac{1}{2}(a_n+j\,b_n)。$$

由 c_n 和 c_{-n} 的表达式可知：$|c_n|=|c_{-n}|=A_n=\frac{1}{2}\sqrt{a_n^2+b_n^2}$ 称为 c_n 的模，

$\varphi_n=-\varphi n=t_g-1\,\frac{-b_n}{a_n}$，为 c_n 的幅角。

由上述傅立叶级数的表达式可知，偶函数的傅立叶级数只包含余弦项，称余弦级数；奇函数的傅立叶级数只包含正弦项，称正弦级数。仿照一维的情况，可引进二维傅立叶级数；

$$x(t,r)=\sum_{m=-\infty}^{\infty}\sum_{n=-\infty}^{\infty}c_{m,n}\,e^{2\pi j\left(\frac{mt}{T}\right)+\left(\frac{nr}{R}\right)}$$

其中 C_m，n 为 x（t，r）的二维傅立叶系数：

$$c_{m,n}=\frac{1}{TR}\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}}\int_{-\frac{R}{2}}^{\frac{R}{2}}x(t,r)\,e^{-2\pi j\left(\frac{mt}{T}\right)+\left(\frac{nr}{R}\right)}\,dt\,dr$$

【傅立叶变换】 Fourier transfor marion 简称傅氏变换。①对于非周期函数 x（t），可以认为是周期函数当其周期 T→∞ 时的极限情况，由傅立叶级数的表达式可知（见傅立叶级数），此时基频 $\omega_0=\frac{2\pi}{T}\to 0$，仿照傅立叶级数，可以把函数 x（t）表示为傅立叶积分：

$$x(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}X(\omega)\cos\omega t d\omega+j\int_{-\infty}^{\infty}X(\omega)\sin\omega t d\omega=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}X(\omega)e^{j\omega t}d\omega$$

其中 X（ω）由下式决定

$$X(\omega)=\int_{-\infty}^{\infty}x(t)e^{-j\omega t}d\omega$$

可以证明，当函数 x（t）满足一定条件时，即 x（t）是绝对可积的，也就是积分 $\int_{-\infty}^{\infty}|x(t)|dt$ 的存在；x（t）在任一有限区间内$\left(\text{如}\left[-\frac{T}{2},\frac{T}{2}\right]\right)$都是有界且只有有限个间断点和有限个极值点，上面二式在 x（t）和 x（ω）连续的地方成立。傅立叶积分的物理意义是，任一非周期函数都可以看成是频率从 $-\infty$ 到 $+\infty$ ”、频率间隔为无限小的无穷多个三角函数叠加而成，在叠加中每个频率成分的贡献为 X（ω）dw。因此函数 X（ω）决定了函数 x（t）中各频率成分的相对大小。这种求 X（ω）的过程或公式称傅立叶变换，x（ω）为 x（t）的傅立叶变换式（简称傅立叶变换），记作，

$$X(\omega)=F[x(t)]=\int_{-\infty}^{\infty}x(t)e^{-j\omega t}dt,$$

而称 X（t）为 X（ω）的傅立叶逆变换式，或反傅立叶变换式，称其相应的过程或公式为反傅立叶变换，记作

$$x(t)=F^{-1}[X(\omega)]=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}X(\omega)e^{j\omega t}d\omega$$

因此傅立叶变换和反变换是把函数从时间域变到频率域和从频率域变到时间域的一对变换式。以 $\omega=2\pi f$ 代入上二式，可将傅氏变换写成另一种常用的形式：

$$X(f)=\int_{-\infty}^{\infty}x(t)e^{-2\pi jft}dt$$

$$x(t)=\int_{-\infty}^{\infty}X(f)e^{2\pi jft}df$$

②从时间域变换到频率域称傅立叶分析或频谱分析，从频率域变换到时间域称傅立叶综合。X（f）（或 X（ω））称函数 x（t）的复频谱。若 x（t）为实函数，则 X（f）的实部为余弦变换，而其虚部为正弦变换。复频谱可表示为：

$$X(f)=R(f)+jI(f)=A(f)e^{j\Phi(f)}$$

$$A(f)=\sqrt{R^2(f)+I^2(f)}$$

$$\Phi(f)=\mathrm{tg}^{-1}\frac{I(f)}{R(f)}$$

R_f 和 I_f 分别为复频谱的实部和虚部，而 A（f）称为函数的振幅谱，有时称频率谱，或简称频谱，称 A_2（f）为功率谱；Φ（f）称函数的相位谱。③二维傅立叶变换和反变换可定义如下：

$$X(f,k)=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}x(t,r)e^{-2\pi j(ft+kr)}dt\,dr$$

$$x(t,r)=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}X(f,k)e^{2\pi j(ft+kr)}df\,dk$$

【离散傅立叶变换】 discrete Fou rier transformation **为了进行傅立叶变换的数值计算，需要对连续变化的函数按一定间隔取有限个值。而许多地质和物化探观测数据本身就是由一定个数的抽样值构成，这都可表示为有限长度的时间序列。例如对函数** x（t）**在** o **到** T **的区间上取** N **个值，间隔为** t_1，**则可得时间序列** x（o），x（t_1），x（$2t_1$），……x（nt_1）……x〔（N 一 1）t_1〕。**类似于函数的傅立叶变换可对此时间序列定义一对正反傅立叶变换：**

$$X(mf_1)=\sum_{n=0}^{N-1}x(nt_1)e^{-2\pi jmf_1nt_1}=\sum_{n=0}^{N-1}x(n\,t_1)e^{-\frac{2\pi}{N}jmn}$$

$$x(n\,t_1)=\frac{1}{N}\sum_{m=0}^{N-1}X(mf_1)e^{2\pi jmf_1nt_1}=\frac{1}{N}\sum_{m=0}^{N-1}X(mf_1)e^{\frac{2\pi}{N}jmn}$$

$$(m=0,1,2,\cdots\cdots,N-1;\quad n=0,1,2,\cdots\cdots,N-1)$$

其中 $f_1=\frac{1}{Nt_1}$**为基频（见傅立叶级数），在这里也是频率域序列（即频谱）的频率间隔。上述二式称离散傅立叶变换（有的也称数字傅立叶变换）及其反变换。可以证明它和函数傅立叶变换有类似的性质。离散傅立叶变换是实际计算频谱分析的有力工具。**

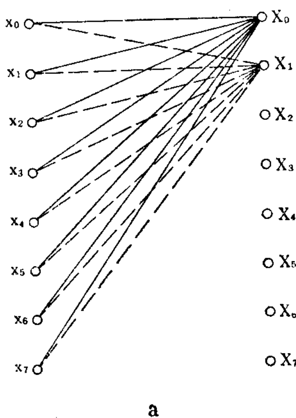
【快速傅立叶变换】 fast Fourier transformation（FFT） **是一种计算离散傅立叶变换的快速算法。**1965 **年由库里和图基提出，故又称库里—图基算法。对具有** N **个值的**

$$X_m=\sum_{n=0}^{N-1}x_n e^{-\frac{2\pi}{N}jmn}$$

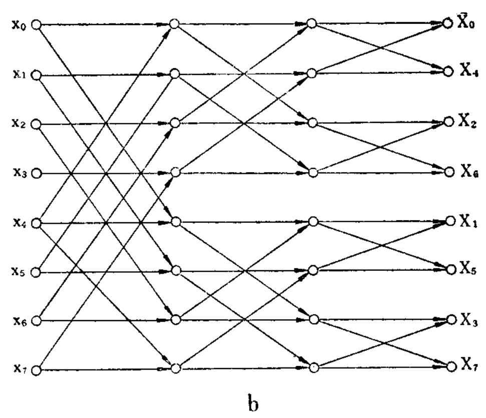
$$m=0,1,2,\cdots\cdots,N-1$$

序列 x_0，x_1，x_2，……，x_n，……，x_{N-1}**进行离散傅立叶变换由上式可看出，用通常的算法，每算一个** X_m **值，需作** N **次复数乘、加运、算（求系数的运算除外），整个变换需算** N **个** X_m **值，故需做** N^2 **次复数乘加运算。当** N **很大时运算是很费时的。快速傅氏变换利用三角函数的周期性，大大减少了乘加的运算次数。设** N **表示** 2 **的乘方数，即**

$N=2^n$，如图 a 所示，普通算法时，每算一个 X_m 值都要与所有 N 个 x_m 值有关，而快速算法则将计算分为 n 步，见图 b，每一步在计算时用 N 个数的两两结合算出新的 N 个数，这样在每一步计算中只需作 N 次乘加，共分 n 步，共需做 $n\times N=N\log_2 N$ 次复数乘加运算，当 N 很大时可以大大减少计算次数，而所得结果和普通算法完全相同。由于计算次数少，舍入误差小，共计算精度还会高于普通算法。在处理二维资料时因数据多，更加需要使用快速算法。在某些情况下必须使用快速算法。例如二维 $N\times N$ 个数据，在 $N=1024$ 时，普通算法共需做（$N\times N$）$^2=10^{12}$次复数乘加，用每秒能作 10 万次复数乘加的计算机，需算 3000 个小时，若用快速算法则需计算 $N^2\log_2 N^2=2X10^7$ 次，只用 3 分多钟即可。因此它在需要处理大量数据的领域中（如数字地震勘探）得到广泛的应用。等于通过了矩形窗。图中的几种窗可用公式表示如下：

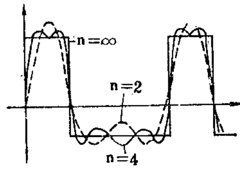


普通傅氏变换算法示意图



快速博氏变换算法示意图

【截断效应】　truncationeffect　在实际处理资料时不论是数据序列或是处理函数，例如滤波器的响应函数，都只能取有限长度进行计算。而理论的分析计算公式都是在假设长度无限的条件下推导的。把它截取有限长度来计算就会产生误差，这种误差称截断误差，产生这字误差的现象称截断效应。研究截断效应可以了解什么情况下误差可以忽略，什么样的截取方法可以对处理结果产生较小的影响等。在将包含有间断点的函数展开为傅立叶级数时，若只取级数的有限项，近似代表此函数，则在间断点附近的近似程度很差，会出现很多波纹，这种现象称吉布斯现象。如图所示，周期矩形波可展开为傅立叶级数（参见“傅立叶级数”），这是一个无限多项的三角级数，若截取有限长度，例如取前四项，则它所合成的函数如图中 $n=4$ 的曲线所示，可见它和原来的方波相比，已发生了畸变，它产生了许多原来没有的波纹，这就是吉布斯现象。它也是一种截断效应。在频谱分析、数字滤波等的计算中都会遇到吉布斯现象。在实际资料或算子的长度都受到限制时，常可用“过窗”（windowing），即对资料或算子乘以某种窗函数的方法来减少吉布斯现象的影响。参见“窗函数”。



截断效应与吉布
斯现象

【吉布斯现象】　Gibbsphenomenon　是一种截断效应，参见“截断效应”。

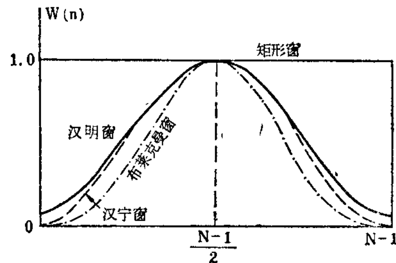
【窗函数】　window，windo wfunction　又称权函数（weighting function）。对所选取的要进行处理的数据段或算子，将其中每个数按其顺序不同乘以不同的比例系数，称“过窗”。这一组按一定形式变化的比例系数称窗函数，简称“窗”或称“门”。在时间域的窗函数称时窗，对数据段的窗有时称数据窗。频率域的窗称频率窗。窗函数的作用是为了减小吉布斯现象的影响（参见截断效应与吉布斯现象）。图中示出了几种常用窗函数的形式。矩形窗就是系数都是1的窗。选取一段数据不乘任何系数进行处理，实际

矩形窗：$W(n)=1,\ 0\leqslant n\leqslant N-1$

汉宁窗：$W(n)=\frac{1}{2}\left[1-\cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)\right],\ 0\leqslant n\leqslant N-1$

汉明窗：$W(n)=0.54-0.46\cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right),\ 0\leqslant n\leqslant N-1$

布莱克曼窗：$W(n)=0.42-0.5\cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)+0.08\cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right),\ 0\leqslant n\leqslant N-1$

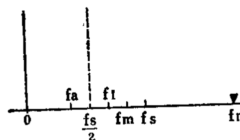


窗函数

【取样定理】　samplingtheorem　又称“奈奎斯特”（Nyquist）取样定理。许多现象随时间的变化或在空间上的分布都是连续的。但在观测时往往只能按一定的时间或空间

间隔进行取值，例如岩石或土壤采样。即使能得到连续的观测曲线，在计算处理时也需按一定间隔取值。这种按一定间隔取值叫做取样或抽样。对连续曲线的取样过程叫做离散化。理论和实践证明当取样频率等于或大于信号所含最高频率的两倍时，即取样间隔等于或小于信号中最高频率成分的半周期时，这种取样过程保存了信号中的全部信息，需要时可用一定方法无畸变的恢复原信号，这就是取样定理。

【假频现象】 pseudo－frequency phe nomenon 对连续信号进行取样时，若不满足取样定理（参见取样定理）的要求，即对信号所含的最高频率成分来说，每个周期取样点数少于两个，则取样后的信号就要发生畸变。我们把满足取样定理的最低取样速率，即等于信号最高频率（f_m）二倍的频率，称奈奎斯特速率（f_n）。取样频率用 f_s 表示。在不满足取样定理时，即 $f_s < f_n$ 时，则信号中大于$\frac{f_s}{2}$的某个频率（f_1）在取样后的信号中将表现为 $f_a = f_1 - \frac{f_s}{2}$的频率$\left(f_a < \frac{f_s}{2}\right)$，就像以$\frac{f_s}{2}$为轴把频率反折过去一样（见图），因此又称$\frac{f_s}{2}$为折迭频率。这种原信号中没有，经不足取样（低于奈奎斯特速率的取样）而产生的频率 f_a 称作假频，这种现象称假频现象。它是离散化效应的一种。在对连续信号离散化时，若为不足取样，则为了消除假频，需在取样前先将连续信号通过一个高阻滤波器（模拟滤波器），把高于折迭频率的成分滤掉（见“低通滤波器”）。这个高阻滤波器称“去假频滤波器”。



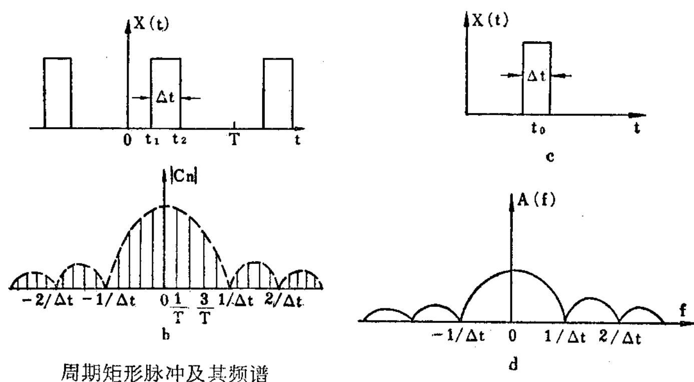
假频现象

【频谱分析】 spectral amalysis 又称“调和分析”、“谐和分析”（Harmonic an alysis），“傅立叶分析”（Fourieranaly sis），“周期分析”等。任何一个函数都可看成是由有限个或无限多个不同周期（频率）的三角函数（谐和函数）迭加而成。通过傅立叶变换，把函数或序列由时间域变到频率域，求出各频率成分的幅度和相位，就称频谱分析（参见“傅立叶变换”）。地质现象或其它观测到的数列，大致都可分解成趋势性成分（即缓慢变化的成分），周期性成分和随机性成分（不规则干扰）三种成分。地质上的周期现象如构造旋迴、沉积旋迴、岩浆活动旋迴等都可用它来研究分析，从复杂的资料中区分出不同周期的变化。按空间分布的资料也可用它来区分出大范围的（区域性的）变化和小范围的（局部性的）变化。此外，若知道有用信号的频谱和噪声（干扰）的频谱，就可设计出相应的滤波器（见数字滤波），以尽量压制干扰突出有用信号。因此，它在地质和物、化探数据分析中得到了广泛的应用。频谱分析可用于确定性函数（或过程），也可用于随机函数（或过程）。对于数学地质上常用的随机函数，因函数取

值的随机性，故其相位谱是无意义的（也是不确定的）。所以随机函数的频谱分析是指功率谱分析（参见“功率谱”）。

【频率谱】　frequencyspectrum　又称“振幅谱”，简称“频谱”（见傅立叶变换）。它表示函数 x（t）（或序列）中各频率成分相对幅度的大小。周期函数因可展开为傅立叶级数，故其频谱为离散谱（又称线状谱），即其频谱由一条条分离的谱线组成。傅立叶级数中的系数序列 C_n（见傅立叶级数）即为函数的复频谱，序列 $|C_n| = A_n$ 即为其振幅谱。ϕ 为其相位谱。例如周期矩形脉冲（图 a）的频谱即为图 b 所示。

对可用傅立叶积分表示的非周期函数，其频谱为连续谱（见傅立叶变换）。如单个矩形脉冲（图 c）的频谱即为（图 b）所示。



周期矩形脉冲及其频谱

单个矩形脉冲及其频谱

【功率谱】　power spectrum　它表示函数或序列中各频率成分功率密度的大小。计算功率谱有两种方法，一种是直接法，可由振幅谱的平方得到（见傅立叶变换），另一种是间接法，可由自相关函数或自协方差函数作傅立叶变换得到，因为这两个函数为偶函数，故作余弦变换即可。参见“傅立叶变换”。

【相位谱】　phase spectrum　它表示函数或序列中各频率成分的初始相位，其表达式见“傅立叶变换”。

【自协方差】　autocovariance　是和自相关函数类似的一个概念，它表征随机过程的一个统计参数，反映随机过程本身相关的程度。设 x（t）为一个随机过程，则自协方差定义为

$$A(\tau) = \int [x(t) - \bar{x}][x(t+\tau) - \bar{x}]\,dt$$

其中 $\bar{x}$ 为 x（t）的平均值（数学期望）。它和自相关函数的区别是两个时刻的值在相乘前先减去其平均值。

【数字滤波】　digital filter　滤波是从电子技术中借用的概念。在电子技术中滤波是指用一些电子元件（如电阻、电容、电感等）组成一定的线路，把输入信号中某些频率的波滤掉，而让其它频率的波通过。滤波的一个重要的应用就是对信号进行处理，使尽量完好地保存其有用成分——信息，消除不需要的成分——干扰。数字滤波是根据一定的数学公式，通过数字计算对所处理的资料进行滤波的。计算一般是用电子计算机

进行。在计算公式中起到滤波作用的函数即为滤波器的响应函数，或称“滤波因子”，而对信号进行滤波的整个运算则称为滤波算子。数字滤波较之电滤波其精度高，可设计高性能的滤波器；它的灵活性与适应性强，只要改变滤波因子（即改变计算公式中某些参数）就可实现各种不同要求的滤波。而对电滤波则必须改换元件以至改换线路才行。另外数学地质中的许多问题是无法用电滤波处理的，而数字滤波则适用于各种资料的处理。数字滤波并不限于一维，它可推广到二维。二维滤波也叫平面滤波，它可处理面积分布的资料，也可处理其它二元函数表征的资料。数字滤波在地质学的各个领域中都得到了应用。在物、化探中被用来对所观测的数据进行处理，以消除干扰、突出异常，或对异常进行划分。例如海洋重力观测，为了压制海浪干扰，就采用数字滤波处理数据，可以在海浪干扰中发现比干扰小十万倍的海底重力异常。此外，在构造、地层、地貌中也得到了应用，例如对构造图的处理、对地层的划分和对比等。目前数字滤波的实现（运算方法）有三种方法，即褶积滤波，递归滤波和傅氏变换滤波。参见“褶积滤波”，“递归滤波”，“傅氏变换滤波”。

$$y(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty}x(t)h(\tau-t)dt$$

$$=\int_{-\infty}^{\infty}h(t)x(\tau-t)dt。$$

【褶积】 convolution 又称“卷积”。在数学上它代表两个函数之间的一种数学运算，其定义为

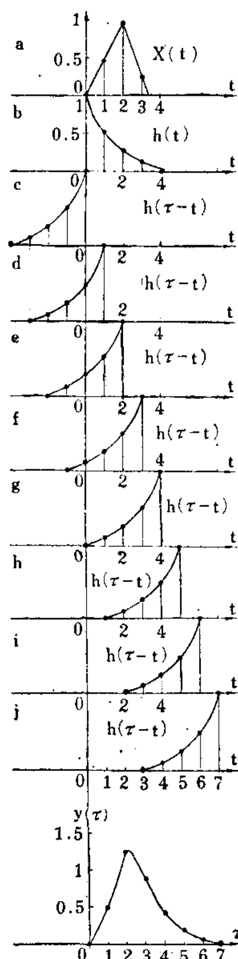
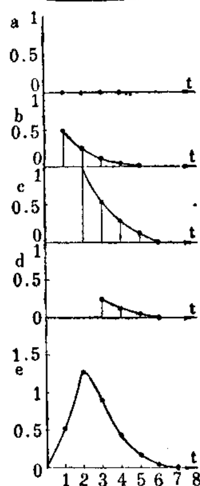
y（τ）即为 x（t）和 h（t）的**褶积函数**，简称褶积。常用 * 表示褶积（有的用（* 表示），故上式可表示为

$$y(t)=x(t)*h(t)$$

在离散情况下，褶积可写为：

$$y_n=\sum_{m=0}^{n}x_m h_{n-m}$$

图中 I 示出了离散褶积的运算过程，同时也示意了褶积的过程。从图中可以看出，x（t）和 h（t）进行褶积时，可先把 h（t）对时间轴反转（褶叠）变为 h（－t）（如 c 所示），然后，沿时间轴（向右）移动，移动距离等于 τ，再把两函数相乘后积分（离散时是求和），即得褶积函数 y（τ）在 τ 时刻的值。在物理学上，它描述了信号通过线性滤波器（即任意的线性系统）的过程，即描述了线性滤波器对信号波形的改变。若 x（t）代表输入信号，h（t）代表滤波器的脉冲响应函数，则 x（t）和 h（t）的褶积即表示滤波器的输出（参见数字滤波）。还可以把褶积理解为线性叠加的过程。若把输入信号离散化，即把 x（t）看做一串窄的尖脉冲 x_k，如图 Ⅱ a 中的 x（t）由 4 个脉冲组成，则每个尖脉冲通过滤波器将产生相应幅度的 h（t）（参见滤波器的脉冲响应函数），所有这些 h（t）的叠加便是滤波器的输出，也就是褶积的结果。这时褶积可表示为：

Ⅰ		$y_0=0$ $\tau=0$ $y_1=0.5$ $\tau=1$ $y_2=(0.5\times0.5)+(1\times1)=1.25$ $\tau=2$ $y_3=(0.25\times0.5)+(0.5\times1)+(1\times0.25)=0.875$ $\tau=3$ $y_4=0.1\times0.5+0.25\times1+0.5\times0.25=0.425$ $\tau=4$ $y_5=0.1\times1+0.25\times0.25=0.1625$ $\tau=5$ $y_6=0.1\times0.25=0.025$ $\tau=6$ $y_7=0$ $\tau=7$ $y_n=\sum_{m=0}^{n}X_m h_{n-m}$ $y(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty}x(t)h(\tau-t)dt$
Ⅱ		$k=0, x_0=0 \quad x_0h_t=0$ $k=1,\ x_1=0.5 \quad x_1h_{t-1}=0.5h_{t-1}$ $k=2,\ x_2=1 \quad x_2h_{t-2}=h_{t-2}$ $k=3,\ x_3=0.25 \quad x_3h_{t-3}=0.25h_{t-3}$ $y_t=\sum_{k=0}^{3}x_kh_{t-k}$ $=0+0.5h_{t-1}+h_{t-2}+0.25h_{t-3}$ 即以上四个波形的迭加

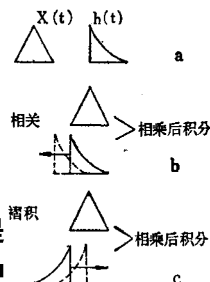
$$y_t=\sum_{k=0}^{L} x_k h_{t-k}$$

下图 b 示出了这种叠加过程，和图 a 得到了同样的结果。褶积运算和相关运算的区别：两个函数的互相关函数定义为（参见互相关函数）：

$$C(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty} x(t)h(t+\tau)dt$$

对比褶积的定义可图示其运算过程区别如下（见图 c）：褶积时函数之一要沿时间轴反转，然后向右移动；相关时函数不翻转，且移动方向是向左。从物理意义上讲，相关函数是表征两个函数间相似性的函数，而褶积则描述信号通过线性滤波器的过程。

【褶积定理】 指傅立叶变换的褶积定理，它是有关褶积和傅立叶变换的一个重要定理。指两个函数褶积的傅氏变换等于两个函数分别做傅氏变换再相乘。它把时间域的褶积运算变成了频率域的相乘运算。用公式可表示为：
褶积可推广到二维，其定义为：



$$F[x(t)*h(t)]=F\left[\int_{-\infty}^{\infty} x(\tau)h(t-\tau)d\tau\right]=F[x(t)]\cdot F[h(t)]$$

【滤波器响应】 filter response 又称“滤波器”的响应函数，是表征滤波器特性的函数。在频率域称频率响应函数，在时间域称脉冲响应函数。频率响应函数又称滤波器的频率特性，表示滤波器对输入信号中每个频率分量的衰减和相移情况。用 H（ω） = A（ω） $e^{j\Phi(\omega)}$ 表示，其中 A（ω）为其振幅特性，Φ（ω）为其相特性。脉冲响应函数又称权函数，用 h（t）表示。它的傅氏变换即为频率响应函数：

$$f(x,y)*h(x,y)=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} h(\alpha,\beta)\cdot f(x-\alpha,y-\beta)d\alpha d\beta$$

在滤波器输入端加上很窄的尖脉冲，其输出即近似为其脉冲响应函数，这就是名字的由来（在数学上窄脉冲理想化为 δ 函数，即有：

$$H(\omega)=F[h(t)]=\int_{-\infty}^{\infty} h(t)e^{-j\omega t}dt$$

如图 a 的电阻电容所组成的滤波器，其脉冲响应函数如图 b 所示。

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(\tau)h(t-\tau)d\tau=h(t)$$ 。

滤波器响应

【褶积滤波】 convolution filtering 它是时间域滤波。把要处理的信号 x（t）和滤

波器的脉冲响应 h（t）（参见滤波器的响应）进行褶积运算（参见褶积）即得滤波结果：

$$y(t)=\int_{-\infty}^{\infty}h(\tau)x(t-\tau)d\tau$$

当然，在进行数字计算时，必须将上式离散化，变为求和公式。在快速傅立叶变换出现之前，数字滤波大都是通过褶积滤波实现的，所以有人就把数字滤波用作这种褶积滤波的同义词。和一维情况类似、二维褶积滤波的公式可表示如下：

$$y(t,\gamma)=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}h(\tau,\xi)x(t-\tau,\gamma-\xi)d\tau\, d\xi,$$

其中 h（τ，ξ）为二维滤波的脉冲响应函数。

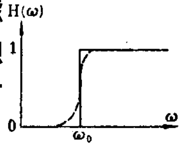
【傅氏变换滤波】　Fourier trans form filtering　又称“频率域滤波”。是在频率域上进行滤波的一种方法。它是先将要处理的序列进行傅氏变换，得到其复频谱，再将此复频谱乘上（复数相乘）滤波器的频率响应（参见滤波器响应），然后再进行傅立叶反变换，即得滤波结果。这种方法要进行正反两次傅立叶变换，在数据较多时用通常的傅氏变换算法很费时间，因此，只是在快速傅立叶变换出现以后，它才得到了发展。

【递推滤波】　recursive filtering　又称“递归滤波”。它是一种时间域的带有反馈的滤波。即利用前面运算结果（输出）的一部分当作输入和原始数据一起再算出下一时刻的输出。即利用递推公式：

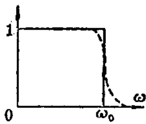
$$y_t=a_0x_t-0+a_1x_t-1+\cdots\cdots+a_nx_{t-n}-(b_1y_{t-1}+b_2y_{t-2}+\cdots\cdots+b_my_{t-m})。$$

利用递推滤波常常可以大大提高计算速度，而得到和褶积滤波近似的结果。

【高通滤波器】　high－pass filter　又称“低阻滤波器”，是数字滤波器的一种。它能使频率高的信号通过，而阻止低频信号通过。其理想的频率特性如图中实线所示，ω_0 称其低频截止频率。图中虚线为实际可实现的高通滤波器的一种。



【低通滤波器】　low－pass filter　又称“高阻滤波器”，是数字滤波器的一种。它能阻止高频信号，仅使低频信号通过。其理想频率特性如图所示，ω_0 为其高频截止频率。



【带通滤波器】　band－pass filter　数字滤波器的一种。它能让一定频率范围的信号（例如频率从 w_1 到 w_2 之间的信号）通过，而阻止其它频率的信号通过。其理想频率如图所示，$\triangle\omega=\omega_2-\omega_1$ 称为滤波器的通频带。



【定向滤波】　direction filtering 是平面滤波（二维滤波）的一种。根据二维傅立叶分析的理论，满足一定条件的二维函数，即空间函数都可分解为具有不同频率的各个正弦面，而每个频率正弦面的振幅、相位和方向则随此空间函数的形式而不同。因此，平面滤波根据对方向性的要求，可分为定向滤波和非定向滤波。定向滤波就是要求滤出指定方向（如东西向等）上所需的频率成分，而去掉其它方向上的所有频率成分。由于地质上常遇到按一定方向延伸的构造，故定向滤波常常可以获得较好的结果。

【计算机模拟】　computer simula tion　是一种地质模拟实验方法。它应用数学方法与电子计算机来模拟地质现象和地质过程。根据地质现象和地质过程的观测研究，建立数学模型，通过在电子计算机上运算，使地质现象和地质过程得以再现。例如应用电子计算机模拟地层剖面，蒸发盆地和河口三角洲的形成过程。

【系统】　system　在数学地质中系统是指一系列元素的稳定的综合体。它的主要特征表现为系统的结构（系统元素之间关系的综合表现），系统的作用（系统对介质外部和内部条件变化所产生作用的综合表现）；和系统的历史（长时间的和不可逆的系统历史）。上述互相联系的三个方面构成了系统的整体特征。只有系统内部元素综合相互作用的系统称封闭系统，除了内部元素相互作用之外尚有内部元素与外部元素相互作用的称开放系统。在系统的理论研究方面采用了控制论、信息论、博奕论、拓朴学和因子分析等数学方法。

【系统边界】　systemboundary　系统为一系列元素的稳定的综合体。进行系统的研究时需进行系统结构分析（研究系统元素之间的关系）、系统作用分析（研究系统对内部和外部条件变化的作用）和系统历史分析（研究系统的历史），在系统分析中需阐明在时间上系统初始值（初始条件）和空间上的系统边界值（边界条件）。这种系统的初始条件和边界条件总称系统边界。

【系统要素】　system element　系统为一系列元素的稳定的综合体，组成系统的这一系列处于互相作用情况下的元素称系统元素。例如在一个矿物地球化学系统中，它包括组分、温度、压力、时间、空间等因素。

【边界条件】　boundary condition　偏微分方程中的专用术语。偏微分方程是物理过程变化规律的数学表达式，是所研究的物理量 μ 在时间和空间中变化规律之间的联系。方程本身描述了物理量 μ 在邻近地点，邻近时刻取值的关系式，是一种物理过程的共同特征。为了求出某个具体过程，就必须给出边界条件和初始条件。求解依赖时间和地点变化的物理过程，要给定初始时刻值（初始条件）和边界上的值（边界条件），如模拟蒸发盆地形成过程，主要研究流速场，必须给出盆地边缘情况和初始时刻情况才能求解。求解不依赖时间只依赖地点的物理过程，只给边界条件即可，如研究大地磁场或地下磁性矿体引起的磁场变化，只给出研究范围的边缘情况就可解出内部区域磁场变化情况。

【地质静态模拟】 geological static simulation 计算机模拟地质过程所用数学模型中的一种，这种数学模型模拟相对静止的地质过程（即在一个较长的地质时间间隔中变化不明显的地质过程）。在地质静态模型中又分概率型（如：应用马尔柯夫链模拟地层剖面）和确定型（如：地下密度异常体引起地表重力变化的模拟计算）。

【地质动态模拟】 geological dyna：mic simulation 计算机模拟地质过程所用数学模型中的一种。这种数学模型模拟相对运动的地质过程，即在一个较短的地质时间间隔中变化显著的地质过程。在地质动态模型中又分概率型（如生物群落迁移的模拟）和确定型（如蒸发盆地沉积物形成和发展过程的模拟，三角洲沉积过程的模拟）.

【马尔柯夫过程】 Markovprocess 概率论中随机过程的一类。当一个系统以某一特定概率从一种状态转变为另一种状态时，称此系统内发生的物理过程为一个随机过程。若转变后的状态只与前面的一个状态有关而与更早的状态无关，称此随机过程为马尔柯夫过程（或无后效过程）。如一颗微粒作布朗运动，微粒所处的位置（或称状态）是依赖时间的随机变量，称随机过程。由物理学可知，微粒下一时刻所处位置与此刻所处位置有关，而与过去的位置无关，故布朗运动亦为马尔柯夫过程。此例亦为时间连续、状态连续的马尔柯夫过程。

【马尔柯夫链】 Markov chain 为马尔柯夫过程的特殊情况。当状态的转移只在 $t=t_n$（n=1，2，3，……）时发生（即时间取离散值），则称此马尔柯夫过程为马尔柯夫链（或称马链）。如果第 m 次观测时，系统处于 E_j 状态，当第 m+1 次观测时，系统处于 E_j 状态的可能性（概率）只与第 m 次观测时系统所处的状态 E_j 有关，而与第 m 次以前系统所处的状态无关。如，地质剖面上现在看到的层位是砂岩，下一层位出现页岩的概率只与本层的岩性有关，而与更前面的层位无关。

【转移概率】 transition probabi lity 马尔柯夫链的专用术语。若有一随机运动的质点 A，每经一单位时间作一次随机转移。它所可能处的状态假定为 1，2，……，m。例如，它现在处于状态 3，则下一次它可能转移到 1，也可能转移到 2，……，也可能转移到 m。因此不能准确的预言它转移到哪里，只能说它转移到某状态的可能性有多大，表示这种可能性大小的数字称转移概率。转移概率有一重、二重以至 n 重转移概率。例如，在第 n 时刻，A 处于状态 j，下一次（即第 n+1 时刻）它转移到状态 k 的概率为一重转移概率，用 $n^{P}jk$ 表示。若第 n-1 时刻，A 处于状态 i，第 n 时刻，A 处于状态 j，下一时刻 A 转移到状态 k 的概率为二重转移概率，用 $n^{P}ijk$ 表示。n 重转移概率依此类推。

【有限单元法】 finite element me thod 有限单元法最初是对飞行结构进行应力分析时所提出的一种数学—物理模型。变分法是它的理论基础。其基本作法首先是把一个连续的整体分成为许多（有限个）局部个体——单元。单元与单元之间用假想的线或面相连，它们可以是曲线或曲面，相邻单元的共同连接点称节（结）点。在按单元一个个地建立代数方程后，依靠节点把单元与单元联系起来，最后形成整体的代数方程组，这便于电子计算机求解。就是先解离散个体，再复合为整体求解。现在，它在地质学中应用范围很广泛，如地壳运动、地下水渗流、区域地壳应力场计算以及矿山开采中

的边坡和井巷岩体稳定性评价等问题中都可找到应用实例。

【拉普拉斯方程】 Laplaceequa tion 拉普拉斯（Laplace，Pierre Simon 1749—1827）是法国数学家。他导出的偏微分方程称拉普拉斯方程，其形式为$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y_2}+\frac{\partial^2 v}{\partial z^2}=0$。这是一个很重要的方程，在电场、引力场、位势、重力场、磁场和速度场中都有着广泛的应用。它还广泛应用于地质学各领域中，如地下水动力学、磁法勘探，电法勘探、重力探矿等。其含义是在一个不随时间变化的，且在无源无汇无旋的稳定场中的势函数满足这个方程。如，电法勘探，是通过接地电极输入电流，地面测量到稳定电流的电场强度，以确定地层和构造的存在。这个稳定电流场的势函数满足拉普拉斯方程。

【有限差分法】 finite differenco method 数值解法的一种。为了某种需要，经常将微分方程化为有限差分方程，求出离散点的数值解。其方法是将求解区域划分成网格，对内部的每个网格点列出一个差分方程。靠近边界的网格结点，以边界值近似代替。由此得到与内结点个数相等的一组方程组，解方程后得出网格结点的值。如，二维拉普拉斯方程网格内结点 u_{ij}的差分格式为 u_i+1，$j+u_i$，$j+l+u_i-1$，$j+ui$，$j-1-4$ u_i，$j=0$ 其中 u_i+1，j，u_i-1，j，u_i，$j+1$，u_i，$j-1$ 分别为 u_i，j 左、右、上、下四个结点。i，j 取全部内结点，列出全部方程；边界结点满足边界条件。

【随机数】 random number 由 0，1，……，9 组成的数字总体中简单地随机选出的数字序列称随机数。应用电子计算机按一定的数学公式可产生随机数序列，这种随机数序列中数字个数是有限的，到一定长度周而复始，出现周期现象。这种随机数序列能通过相应的统计检验，就可当作真正的随机数使用。但是，由于受计算机字长的限制，这种随机数与真正的随机数仍然有本质上的不同。为了和真正的随机数相区别，把用数学方法在电子计算机上产生的随机数称为伪随机数。随机数可用于解决各种不同问题。例如应用蒙特—卡洛法解题时即用到随机数。对地层剖面岩性厚度的随机模拟中，模拟某岩性层的厚度时用到伪随机数。

【伪随机数】 pseudo－randomnum ber 指通过一定的数学方法在计算机上产生的与在数学上定义的服从某种分布的随机数（真正随机数），具有相似的统计性质的数。它在统计性质上虽然与真正随机数相似，但是由于受到计算机字长的限制，只能构成有限的离散型总体。因此，仍然与真正随机数有本质的不同，特别是在真正随机数构成连续型总体（如正态分布随机数）时更是如此。

【蒙特—卡洛方法】　Monte－Carlo method　又称统计试验方法或随机模拟方法，是一种通过随机变量的统计试验、随机模拟求解数学问题近似解的方法。例如应用蒙特—卡洛方法计算定积分：

$$\int_0^1 f(x)dx \quad (0<f(x)<1)$$

首先研究一下在线段（0，1）上均匀分布的随机数 ξ，η，对于每一对随机数（ξ，η）检验 f（ξ）〈η 能否成立，如果这个条件能够成立，则点（ξ，η）落在曲线 y＝f（x）下面的区域 s 内。假设在 N 个观测值中有 P 个值落于 S 区内。则$\frac{P}{N}\approx\int_0^1 f(x)dx$。计算误差不大于$\frac{C}{\sqrt{N}}$（C 为常数）。在地质学中蒙特—卡洛方法用于解决各种过程模拟问题，如地层模拟，沉积盆地模拟，地质统计学模拟，矿床模拟法和主观概率法资源估计等。

【数据处理系统】　data processing system　通常是指以计算机为中心的一整套设备和相应的一整套软件。这些设备和软件是根据某类数据的特点和对这些数据进行整理、计算或成图等多种加工要求而设置的。像工厂中的流水线一样，数据从系统的输入端进入系统，经过该系统的处理，在系统的输出端可以取得预期的结果。例如航磁数据处理系统就是能将以一定格式记录在磁带或纸带上的观测数据，通过磁带机或纸带读取机，输入计算机，然后按照预定的方案对数据进行编排、整理、计算，最后将结果以图形形式在绘图仪上输出或者在行式打印机上输出。这样，磁带机纸带读取机、计算机主机、绘图仪，行式打印机等一整套设备和相应的一整套软件就组成了一个航磁数据处理系统。

【数据存储】　data storage　通常指利用计算机的大容量辅助存储装置磁盘，磁带等存放数据。这样做对存放的数据就可使用相应的软件进行查找。用计算机存放数据具有存放密度高，查找速度快、更新简便、共享程度高等优点，所以可更方便，更有效地使用这些数据。近来利用计算机的存储功能已成为计算机的主要用途之一，大量数据存入计算机，构成了“数据库”，并相应地发展了“数据库”软件。

【数据检索】　data retrieval　指由计算机分析用户提出的要求，在已存入计算机的数据中查找出用户所需要的数据。数据检索要求检索速度快，要允许用户以各种方便的形式提出他们的查找要求。

【数据显示】　data display　在计算机处理系统中指计算机将其处理的数据的中间结果或最终结果，以字符或图形形式在行式打印机、电传打字机、绘图仪、字符或图形显示器荧光屏等输出设备上表示出来。尤其是指在字符或图形显示器荧光屏上表示数据。例如在处理化探数据时，可在图形显示器上显示出某地区某种元素的等量线图、显示出最高值位置等。

【人机联系】 man－machine inter－ face **指在计算机处理过程中，人与机器不断互相交换信息。计算机将处理情况或中间结果以字符或图形形式输出，人根据处理情况和进一步处理的要求，通过电传打字机或字符、图形显示器以字符或图形形式输入命令或参数，决定计算机下一步的处理。计算机这种工作方式使人与机器密切结合，既利用了机器的高速运算能力又发挥了人的综合分析判断能力，从而取得更好的效果。例如在计算机上用正演的方法来解反演问题的过程，是比较典型的人机联系方式。先在图形显示器上显示初步推测的矿体形态，空间位置和物性参数以及相应的理论曲线，同时也在荧光屏上显示实测曲线。随后人利用图形显示器的输入功能，逐次修改矿体形态和其他参数，计算机逐次显示修改后的曲线，最后做到理论曲线与实测曲线拟合最好。此时就可推测到最可能的矿体形态等参数。**

【数据结构】 datastracture **是指存储和处理数据时要考虑的数据间的关联，分为数据的逻辑结构和数据的物理结构。数据的逻辑结构是指由一部分数据所反映的事物与由另一部分数据所反映的另一类事物之间原有的关联。假设化探数据中** A **部分数据反映各个样品的情况，每个样品的情况由** A **中的一部分数据** A_i **代表；**B **部分数据反映各分析实验室的情况，每个实验室的情况由** B **中的一部分数据** B_j **代表，因为各个实验室都分别分析了一部分样品，所以数据** B_j **与一组** A_i **数据之间是存在着由它们各自所代表的事物之间的关系，即实验室与样品之间的关联。这种原有的关联称化探数据的逻辑结构。逻辑结构按数据所反映的事物的关联形态，又可分为层次的、网状的。数据的物理结构是指在计算机存储装置上存放各类数据的布局及彼此之间由此而建立的关联。**

【数据搜集】 data collection **通常是指供计算机处理的数据的取得过程。为了使数据便于输入计算机，搜集方式常有①数据由观测仪器和设备直接记录在磁带或纸带上。②将数据以约定的格式在卡片上穿孔或在符号卡片上作记号。③在要从图形上取得供计算机处理的信息时，使用称为数字化仪的设备读图，将图形信息转化成数字，记入软磁盘等记录媒体上。**

【数据编排】 data editing **指将数据重新排列，删去不必要部分的数据，选取或在某些部位插入需要的数据、符号等的过程。对数据进行编排是为了执行下一步处理或输出。**

【网格点数据】 grid data **为了对测量数据进行数据处理，需要将测量范围划分成网格。网格相交的点为网格点、测量数据在网格点上的值即为网格点数据。网格可分为等间距的和非等间距的。网格按形状又可分为正方形网格、矩形网格，三角形网格、正六边形网格、四边形网格等。常用的是等间距的正方形网格，等间距的矩形网格和三角形网格等。地质勘探中，按照勘探网进行勘探，或按测线进行航磁、重力、地震、地电等测量的数据都很容易划成网格点数据进行计算机处理。按照一定测线和距离填图、采标本和进行室内化验所得结果均视为网格点数据。**

【不规则间距数据】　irregularly spaced data　是一种非网格点数据，即数据的间距是随意的。由于受到野外条件或其他条件的限制，不能按照预先规定的位置测量数据，而是随机性得到的测量数据，如天然地震发生的位置是不规则的，其震级、能量等是不规则间距数据。又如化探水系沉积物取样（分散流取样）也是不规则间距数据。

【电子计算机】　electronic compu ter　是一种能自动的，高速地进行大量计算的电子设备。根据其工作原理，可分为数字式、模拟式和混合式三大类。数字电子计算机因具有解题精度高，灵活性大，又便于信息存储等优点，是最广泛应用的一类。通常所说的电子计算机就是指这一类。数字电子计算机是用逻辑电路的二种状态来表示数及进行各种运算的，它由主机和输入输出设备两大部分组成。数字电子计算机是1946年首次出现的。通常根据计算机逻辑电路器材的不同，将计算机划分成不同的代。第一代是以电子管为主要元件的，此时计算机主要用于科技计算，程序都是手编程序。第二代是以晶体管为主要元件，开始应用到事务管理和数据处理中去，创立并应用了各种算法语言。第三代是以集成电路为主要元件，开始有终端、网络，软件功能大大扩充，应用范围更广。第四代是大规模集成电路的，目前正处在向这一代发展的阶段。计算机按其规模可分为大型，中型，小型，现在又出现了巨型和微型。按使用范围可划分为通用和专用两种。由于电子计算机有极高的运算速度（每秒几十万次，直到亿次），有数值运算和逻辑判断功能，有信息存储装置，使人类获得了极为有效的脑力劳动工具，可以解决以往无法解决的许多问题。在地质勘探部门，地震法勘探数据处理已广泛应用它，并已经在地质数据的统计分析、地质过程的数学模拟，地质资料的存储等方面应用。电子计算机的应用，对数学地质的产生和发展起了重大推动作用。

【硬件】　hardware　又称“硬设备”。泛指所有组成计算机的电子的、机械的、磁性的、光学的设备和部件。可分为主机和输入输出设备两大部分。

【软件】　software　又称“软设备”。是指计算机系统中为了提高计算机使用效率，方便用户利用计算机的各种功能而配置的整套程序及其资料。现在，计算机的软件已成为计算机不可分割的组成部分，离开了软件，用户就无法使用计算机。计算机系统配置的软件一般可划分为通用软件和专用软件二大类。通用软件是面向计算机的所有用户的，目前分为操作系统，编译程序，数据库管理系统，通讯控制管理系统四大部分，这由计算机厂家配置。专用软件是为解决特定的业务问题而编制的整套程序。例如为了处理航磁资料，就要利用已提供的通用软件，再编制一套能解决航磁资料整理、处理的程序。专用软件通常由有关业务部门组织人员编制。

【运算器】　arithmetical unit　计算机中执行算术和逻辑操作的部件，是计算机的重要组成部分。也有人称为算术逻辑部件（arithmetic logical unit）。英文缩写字为（ALU）。

【控制器】　control unit　指计算机中，能将指令转换成一系列信号，去控制各有关部分线路，以执行指令的部件。它是计算机的重要组成部分。

【存储器】　storage，memory　又称“记忆”装置，是计算机中存放信息的装置，计算机的一个重要组成部分。存储器存储容量的大小是计算机性能的一个重要指标。存储器可分为内存储器（internal storage）或称主存储器和外存储器（external storage）或称辅助存储器。内存储器是包含在计算机主机中，可与控制器，运算器直接发生联系的存储装置，存取信息速度快。外存储器是只能与内存储器互相成批交换信息的存储装置。外存储器的存取速度与内存储器相比要慢得多，但存储容量大，有的因记录媒体是可以装卸的，实际上可是无限的大。目前主要的外存储器是磁带、磁盘、磁鼓等。

【输入输出设备】　input – output device　计算机的重要组成部分。能将信息输入计算机的所有设备称为输入设备。例如卡片读取器、纸带读取器、符号图表读取器、电传打字机等。能将信息输出的所有设备称为输出设备。例如行式打印机、X – Y 绘图仪，荧光屏显示器等设备。其中有的设备兼备输出输入两种性能，如电传打字机。

【字长】　word length　指计算机中“字”所包含的二进位数。计算机中“字”是计算机内部处理的单位。在计算机内部处理中，最小单位是一个二进位（bit），比 bit 大的单位是字节（byte），比字节大的单位就是“字”。有的计算机中没有字节这一级单位。通常在运算时，一个字的代码是一个数。在执行控制时，一个字的代码是一条指令。在存储器中信息是按字来存取的。

【字节】　byte　指一组相邻的二进位，通常是 8 个二进位为一字节（也有 4 个或 6 个的）。可以表示 256 种状态，是计算机内部处理的单位。数个字节组成更大的单位“字”，有的计算机中没有字节一级的单位。

【二进制】　binary number system　指“逢 2 进 1”的数制，一个二进制表示的数各位上的数字只能是“0”或“1”。电子计算机是用只有二种状态的逻辑电路来实现各种功能的，所以二进制在计算机中特别有用。二进制数和十进制数的对应关系如上表：

二进制	0000	0001	0010	0011	0100	0101
十进制	0	1	2	3	4	5
二进制	0110	0111	1000	1001	1010	…
十进制	6	7	8	9	10	…

【八进制】　octalnumber system　指“逢8进1”的数制。一个用八进制表示的数，各位上的数字只能是0到7这8个数字之1。一个数用八进制表示较用二进制表示要简短，数的八进制表示与二进制表示又容易转换。所以在计算机中经常使用。

【十六进制】　sexadecimal number system　指“逢16进1”的数制，一个用十六进制表示的数各位上的数字只能是0到9及A，B，C，D，E，F（或0，1，2，3，4，5）。A，B，C，D，E，F分别表示10，11，12，13，14，15。数的十六进制表示很简短，又与二进制表示容易转换（四个二进位是一个十六进位），所以十六进制在计算机中经常使用。

【指令】　instruction　计算机中设置的，使人们可用代码形式指示其动作的“命令”，是人们对计算机作指示的最小单位。为了让计算机解决某一问题，通常要使用一系列指令，这一系列指令就构成了程序。一条指令通常包括操作码和地址码两部分，其基本形式为

操作码	地址码

操作码表示进行何种操作，地址码表示承受操作的对象存放在何处。一台计算机规定的全部指令总称为该计算机的指令系统。

【程序设计】　programming　人们在使用计算机解决某个问题时，必须事前按照计算机可以接受的方式，即用算法语言、符合语言或机器指令将解决这问题的一系列步骤表达出来，送入计算机，让计算机按这些步骤去执行。这样的一系列步骤称为程序。从分析要解决的问题到表达成正确的程序的过程就称为程序设计。正规的程序设计大体包括分析问题、确定程序功能，写出程序设计书、设计程序框图、编写程序、调试、写出程序使用说明书这几个阶段的工作。

【手编程序】　machine code programming　指直接用机器指令代码编成的程序。它不同于使用算法语言或汇编语言编写的程序，不必经过相应的编译程序转换就可由机器执行。现在对一般用户来说都不编制这种程序。

【算法语言】　algorithmic language　为了使计算机执行一计算过程，必须把这一计算过程的信息输入计算机。早期，是直接作成称为手编程序的一系列机器指令输入计算机，由机器执行这手编程序来完成计算过程的。这样做，因与通常用数学方法描述计算过程差别很大，既繁琐又容易出错，为此设计了各种符号和书写规则。利用这些符号和书写规则，用户能以接近于习惯的数学方法描述计算过程。计算器也能先通过别的程序将此描述转换成相应的一系列机器指令，再执行这一系列机器指令来完成计算过程。这一套符号和书写规则与通常组成一种语言的字母和语法规则很类同，但是这是用来描述算法的，故称算法语言。又称面向用户的高级语言。用算法语言编写程序很直观，故易于编制，更改、交流。目前国际上流行的算法语言有FORTRAN，COBOL，PL/I，ALGOL，BASIC等。国内目前主要是ALGOL，BCY和FORTRAN等。

【源程序】 source program 指用算法语言或符号语言（又称汇编语言）写成的程序。这种程序必须由相应语言的编译程序或汇编程序转换成称为目标程序的一系列机器指令，才能由计算机执行（有的系统里还需要经过连结编辑后才能执行）。总之，这样的程序是机器可执行程序的“源”，故称源程序。

【目标程序】 object program 又称目的程序或结果程序。指源程序经过编译程序加工而得到的，由机器指令构成的程序。这个程序可由机器直接执行（有的系统里还要经过连结编辑的处理才能由机器执行）。

【编译程序】 compiler 指能将用算法语言编写的程序加工转换成目标程序的程序，是计算机的主要软件之一。

【程序库】 routine library 把常用的各个程序集中或分类集中存放在计算机的外存装置中，以便随时根据需要调用，成为大家可共同享用的“资源”。这些集中的程序就构成了程序库。这样做有利于程序的管理，避免了大量重复劳动。有时因计算机硬件条件的限制，把程序以穿孔纸带或卡片形式集中保存，在使用时才送入计算机。

测绘学

普通测量

【测量学】 surveying 是研究和测定地球或其部分地区的形状和大小、地面点的位置和高程，测绘各种比例尺地形图以及根据工程要求进行放样的科学。其内容包括天文测量、大地测量、地形测量、摄影测量、工程测量和海道测量等学科。

【测绘】 surveying and mapping 是测量和制图工作的总称。即运用适当方法进行各种目的的测量，和编绘出版各种比例尺的地图、地形图，为国家经济建设、国防建设、科学研究和文化教育提供各种测绘成果和地图资料。

【指南针】 magnetic needle 我国古代重大发明之一，是一种指示方向的简单仪器。它的主要部分是一根可以绕轴转动的磁针。磁针在地磁的作用下始终保持位于磁子午线方向内，所以根据磁针方向，就能迅速辨别南北方向。现在，指南针除在旅行、行军等方面广泛应用外，还制成了各种仪器，如地质工作中使用的地质罗盘，测绘工作中使用的罗盘仪，航空、航海中使用的磁罗经等。

【司南】 southward pointer 汉墓出土文物之一，是我国古代（二千年前）创造的一种指示方向的仪器。它由方形底盘和磁匙两部分组成。底盘用铜制成，上面刻有方位；磁匙用天然磁石制成，匙底作成球形，置于底盘中央。由于两者接触面很小，且磁

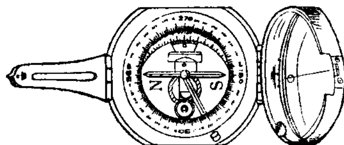


司南

匙的两端保持平衡，因此，磁匙在底盘上可以自由转动，使匙柄始终指向磁北。

【罗盘】 compass 是利用磁针测定方向的一种仪器，主要由磁针和度盘构成。

【罗盘仪】 compass 是测定磁方位的仪器。主要由磁针、度盘、照准器等部件构成。度盘有全周式和象限式两种刻法。使用时，将罗盘仪水平置于测线的一端，以照准器瞄准测线的另一端，磁针在度盘上所指的读数，即为测线的磁方位角或磁象限角。一点上两测线磁方位角之差，即为这两测线间的水平角。测量工作应用附有支架的罗盘仪；地质、矿山工作应用带有测量岩层倾角等附件的地质罗盘仪。

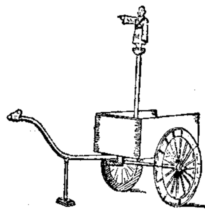


罗盘仪

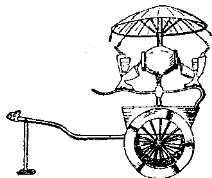
【指南车】 southward pointing cart **又称司南车。是我国古代利用机械原理创造的一种指示方向的装置。其外表象马车，车上站立一木人，车的方向任意改变，但木人的手始终指向南方。**

【司南车】 southward pointing cart **即“指南车”。**

【记里鼓车】 Li－drum－hodometer **是我国古代用于记录距离的一种装置。其外形象马车，车上装一大鼓，鼓的两端各站一持锤木人。车前进时，车轮转动的距离通过齿轮系统传给木人。车每行一里，木人击鼓一次。**



指南车



记里鼓车

【地球椭球体】 ellipsoid **又称地球椭圆体。是代表地球形状和大小的几何形体。椭球的长半径** a、**短半径** b **和扁率** $\alpha=\left(\frac{\alpha-b}{\alpha}\right)$**叫地球椭球体元素，过去用弧度测量配合重力测量方法测定，目前用观测人造地球卫星的方法测定。与大地水准面最接近，其中心与地球重心重合，而体积又与大地体相等的地球椭球体，称为总地球椭球体。由于世界大陆和海洋上的大地测量及重力测量尚未全部完成，总地球椭球体元素目前尚不能精确求得。各国为进行大地测量计算而选用了一定大小并在大地原点上定位的地球椭球体，称为参考椭球体。我国目前采用的参考椭球体元素为：长半径**6，378，245**米，短半径**6，356，863**米，扁率**1∶298．3。

【参考椭球体】 reference ellipsoid **各国为进行大地测量计算而选用的大小一定并在大地原点上定位的地球椭球体，称参考椭球体。详见“地球椭球体”。**

【平均海水面】 mean sea level **是验潮站长期观测海水水位升降而确定的海水面平均位置。它是高程起算的基准面。平均海水面在不同时期和不同地点略有差异。我国规定按**1956**年根据青岛验潮站观测数据计算的黄海平均海水面作为全国高程起算的基准面，故称“**1956**年黄海平均海水面”，简称黄海平均海水面。**

【水准面】 level surface **静止的水面就是水准面，是在地球重力场中处处与铅垂线成正交的连续曲面。因此面上的重力位相等，故又名重力等位面。**

【大地水准面】　geoid　与平均海水面重合并不断延伸而通过大陆和岛屿所围成的一个封闭的水准面。它是高程起算的基准面。

【大地体】　geoid ellipsoid　是大地水准面所包围的形体。它接近于一个绕椭圆短轴旋转而成的旋转椭圆体。通常用来表示地球的物理形状。

【铅垂线】　plumb line　简称垂线。是地球重力场中某一点的重力方向线，亦即自由落体降落的方向线。它与水准面正交。包含铅垂线的平面，称为铅垂面，亦称垂直面。

【法线】　normal　通过地球椭球面上一点并与该点切面成正交的直线。它与铅垂线有微小夹角。包含法线的平面，称为法截面。法截面与地球椭球面的交线，称为法截线。

【水平面】　horizontal plane　是与铅垂线正交的平面。由于水准面是与铅垂线正交的连续曲面，所以一点的水平面与该点的水准面相切。在小范围内，水平面与水准面极为接近，可以认为互相重合。

【水平线】　horizontal line　指位于水平面内的直线，亦即与铅垂线正交的直线。

【子午面】　meridian plane　一般指通过地面一点并包含地球自转轴的平面。由于地面一点的铅垂线方向与法线有微小差异，所以严格说来，包含铅垂线方向并与地球自转轴平行的平面，称为天文子午面。包含参考椭球体法线及其短轴的平面，称为大地子午面。

【子午线】　meridian line　又称经线。是确定地面直线方向依据的基本方向线。它是子午面与地球表面的交线，也称真子午线。通过地面某点并包括地球南北磁极的平面与地球表面的交线，称磁子午线。

【经线】　meridian line　即“子午线”。

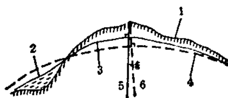
【子午线收敛角】　convergence of meridian　是地球椭球面上一点的真子午线与中央子午线（位于某投影带中央作座标纵轴的子午线）投影在平面上所构成的夹角，即地形图上的经线与座标纵线间的夹角。

【方位角】　azimuth　是从地面某一点的子午线北端起，顺时针方向至另一点方向线间的水平夹角。通常采用360°或400°角度制表示。也有采用6000密位制或6400密位制表示的。从真子午线起算的，称为真方位角。从磁子午线起算的，称为磁方位角。从地形图上座标纵线起算的，称为座标方位角，亦称方向角。

【方向角】　bearing　从地形图上某一点座标纵线北端起，顺时针方向至另一方向线间的夹角。参见“方位角”。

【垂线偏差】　deviation of the plumb－line　是指地面某一点的铅垂线方向与该点对地球椭球面法线间的夹角。铅垂线方向与总地球椭球体法线的夹角，称为绝对垂线偏差。一般所称的垂线偏差，是指铅垂线与参考椭球面法线的夹角，亦称相对垂线偏差。垂线偏差是一个微小的数量，一般只有3—4秒，最大也不过数10秒。主要是由于地壳各部分密度不同和地球椭球体定位不准确所引起，可由天文测量、大地测量和重力测量的结果推算。垂线偏差可用来研究大地水准面对地球椭球体的起伏、地球形状和地壳构

造等问题，也是将大地测量观测数据归算到参考椭球面上的必需资料。



垂线偏差（ξ）
1. 地面；2. 海面；3. 大地水准面；4. 地球椭球面；5. 铅垂线；6. 法线

【地理座标】 geographical coordi nates 是地理经度和地理纬度的总称，以确定地面点在地球椭球体上的位置。用天文测量方法测定的，称为天文地理座标。用大地测量结果在地球椭球体上推算的，称为大地座标。由于地面点垂线偏差的影响，同一点的天文地理座标与大地座标有微小差异。

【经度】 longitude 地理经度的简称，是地理座标之一。一般指地面一点的天文子午面与首子午面（通过英国格林尼治天文台的子午面）之间的夹角，亦称天文经度。地面一点的大地子午面与首子午面之间的夹角，称为大地经度。在首子午面以东的叫东经，以西的叫西经，各自 0°起至 180°止。通常以度、分、秒表示，有时也用时、分、秒表示。

【纬度】 latitude 地理纬度的简称，是地理座标之一。一般指地面一点的测站子午面内铅垂线与地球赤道面（过地球椭球体中心并与地球自转轴正交的平面）间的夹角，亦称天文纬度。地面一点的法线与地球赤道面间的夹角，称大地纬度。纬度从赤道向南北两极量度，由 0°到 90°，赤道以北叫北纬，以南叫南纬。

【平面直角座标系】 rectangular plane coordinates system 为了确定地面点在投影平面上的位置，采用互相垂直的两条座标轴在平面上构成的直角座标系。两座标轴的交点，称为座标原点。国家为处理测绘成果，在全国范围内统一规定某种地图投影的经纬线作座标轴，以确定地面点在平面上位置的直角座标系，称为国家座标系。我国采用高斯—克吕格投影平面直角座标系，视中央子午线与赤道投影后是互为正交的直线，其交点为座标原点，作为我国国家座标系。简称高斯平面直角座标系。

【国家座标系】 national coordina tes system 一个国家为处理测绘成果，在全国范围内统一规定以某种地图投影的经纬线作座标轴，以确定国家所有测量成果在平面上的位置的座标系统。

【假定座标系】 assumed coordina - res system 指测绘工作中，由作业单位自行假定的平面直角座标系。一般是在测区中选择一个适当的地面点，作为平面直角座标系的原点。假定纵横座标时，应使测区内各点的座标不出现负值，并测定原点至另一点的方位角，以确定平面直角座标系的座标轴的方位。

【高程】 height 也叫绝对高程或海拔。一般指地面某一点到平均海水面的铅垂距离。以假定水准面起算的高程，叫假定高程。我国各地的高程，均自“1956年黄海平均海水面”起算。1975年，我国测绘工作者在登山队员的配合下，对地球之巅——珠穆朗玛峰测定的高程8848.13米，就是自“1956年黄海平均海水面”起算的。这是迄今对珠穆朗玛峰所测得的最精确的结果。

【海拔】 height 即“高程”。

【高差】 difference of theheight 又称比高。是两点间的高程之差。通常用水准测量、三角高程测量和气压高程测量等方法测定。

【比高】 comparative height 即“高差”。

【大地测量】 geodetic surveying 指在广大地区内为建立平面和高程控制网所进行的精密控制测量。它是地形测量和其它各种工程测量的基础，并为研究和测定地球形状和大小、空间目标座标和方位、以及地壳变形等提供资料。其平面控制网一般用三角测量、三边测量、精密导线测量建立，并配合天文测量和重力测量，将观测结果归算到地球椭球面上，计算各点的大地座标，最后通过地图投影换算为平面直角座标，作为平面基本控制。高程控制网一般用水准测量建立，以测定各点对平均海水面的高程，作为高程的基本控制。利用观测人造地球卫星以计算各点大地座标的方法，称为卫星大地测量。用大地测量所测定的平面或高程的控制点，称为大地控制点，简称大地点。

【大地点】 geodetic point 大地控制点的简称。详见“大地测量”。

【大地原点】 geodetic datum 又称大地基准点。是确定参考椭球面与大地水准面的相对位置和国家三角网（锁）大地座标的原点。通常在国家三角网（锁）上选定一个适中的三角点作为大地原点，并在此点上使其：①点的大地经纬度与点的天文经纬度相等；②此点至另一点的大地方位角与此点同一边的天文方位角相等；③此点到参考椭球面的高程与此点到大地水准面的高程相等。

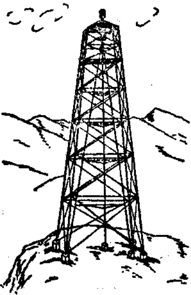
【天文测量】 astronomical survey 是通过观测太阳或其他恒星位置以确定地面点的经度、纬度或两点方位角的测量工作。其结果可作为大地测量起算或校核数据，以及在进行地质、地理调查和其他有关工作时作控制点用。

【天文点】 astronomicalpoint 用天文测量方法所测定的具有天文经度、天文纬度的点。大地点兼作天文点时，还常测有到另一相邻点的天文方位角。

【弧度测量】 arcmeasurement 是测定地球形状和大小的一种方法。过去的方法是测定地面两点间的子午线弧长，用天文测量测定这两点的纬度，由此推算出地球子午线的每度弧长，以确定地球的形状和大小。我国唐开元十二年（公元724年），在张遂（公元683—727年）的主持下，南宫说在河南省滑县、浚仪（今开封）、扶沟、上蔡间直接丈量子午线弧长，用圭表测定这几处夏至正午的日影长度，确定了影差一寸与南北距离的关系，是世界上最早的一次弧度测量。由于地球是个椭球体，天文纬度包含垂线偏差，所以近代弧度测量是综合天文、大地及重力测量的资料，以求出更准确的地球椭球体的元素。

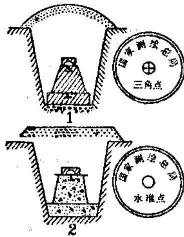
【重力测量】 gravity measurement，gravimetricsurvey **是用重力测量仪器测定地面点重力加速度的方法。用摆仪或其他方法直接测定地面点重力值的方法，称为绝对测定法。用重力仪测定两点间相对重力差，再与已知点联测从而推算未知点重力值的方法，称为相对测定法。重力测量结果是研究地球形状，将大地测量数据归算到参考椭球面上所必需的资料。重力测量还是地质勘探和地球物理研究的一种重要方法。**

【觇标】 surveysignal **是设置在三角点或精密导线点上供观测使用的标架。用木材、钢材或其他材料制成，呈三角锥形或四角锥形，高度自数米到数十米。觇标照准部分的中心位于三角点或导线点的铅垂线上，供他处进行照准观测。高的觇标一般都设有仪器观测台，以便观测其他目标。**



觇标

【标石】 markstone **是测量控制点在实地位置的标志。一般用规定形状和大小的混凝土或岩石埋在地下或使其顶端露出地面，有时也用竖立的铁管或钢轨固定在混凝土中埋在地下，在标石中央嵌有铁质或瓷质标志，以标示控制点的位置。标示三角点、精密导线点和其他平面控制点位置的叫中心标石，以标石中心“ + ”字形交点表示其精确位置。标定水准点位置的叫水准标石，以标石中心圆盘上突起的半球体之顶点表示其高程。在基岩露头上凿制标志以代替标石的，叫岩石标志。**



标石
1. **中心标石**；2. **水准标石**

【基线】 base line ①**三角测量中为推算三角网（锁）各边长所依据的起算长度。其水平距离用因瓦基线尺、电磁波测距仪或精密测距仪等精确测定。**②**在矿床勘探中为布设勘探网（线）所依据的基本线，也叫基线，有时称零线。**

【基线测量】 base measurement **是精确测定三角网（锁）中基线长度的工作。过去用因瓦基线尺进行丈量。五十年代以来，由于电磁波测距仪的发展，目前大部分已用电磁波测距仪直接测定。**

【基线尺】 base measuringappara 0tus **是丈量三角网（锁）中基线长度或其他精密边长的工具。最初使用的基线尺是三米木制杆尺。二十世纪以来，由于因瓦合金的制**

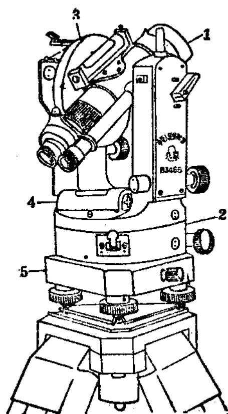
成，大部采用因瓦基线尺。但在精度要求较低的测距工作中，也用钢线尺或钢卷尺作为基线尺。

【因瓦基线尺】 Invar base measu ring apparatus 是测量工作中丈量基线等长度的一种精密工具。系用温度膨胀系数极小的铁镍合金因瓦（Invar）制作，分线状尺和带状尺两种，前者一般长24米，后者一般长50米。

【一级线纹米尺】 standard meter 测绘工作中精确量测和检验直线长度的直尺，由膨胀系数很小的合金制成。尺上附有温度计和两个可滑动的放大镜。量测范围为0—1000毫米。最小分划值为0．2毫米。一般用来检验精密水准标尺的分划和座标网、图廓点、控制点的展绘精度。

【物理测距】 physicaldistance measurement 是利用光波或电磁波测定两点间距离的总称。分为光干涉测距、雷达测距、微波测距、光速（光电）测距、激光测距和红外测距等。光干涉测距的精度最高，但施测距离很短，只用于基线尺的鉴定。雷达和激光测距的施测距离可达数百公里或更长距离，多用于军事、航空测量、海道测量、跨越海峡的岛屿的联测和施测空间目标距离。微波，光速和红外测距的施测距离可由几米到数十公里，仪器轻便，在平面控制测量中已广泛应用。

【经纬仪】 theodolite 是测量水平角和垂直角的仪器。其主要组成部分为望远镜、水平度盘、垂直度盘、水准器和基座。按精度可分为普通经纬仪和精密经纬仪。经纬仪的望远镜内一般都附有视距装置，可用来测定距离和高差。在天文、三角（导线）、地形和工程等测量工作中广泛使用。此外，还有特殊性能的经纬仪，如自动穿孔记录度盘读数的编码经纬仪，自动连续照准空中目标的跟踪经纬仪，自动保持目标方位的陀螺经纬仪等。



经纬仪

1．望远镜；2．水平度盘；3．垂直度盘；4．水准器；5．基座

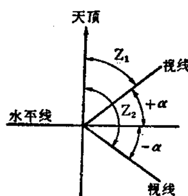
【游标】 vernier 是读取度盘（或直尺）读数的一种游动标尺。其上刻有指标、分划线并注记分划线号数。其读数原理是：游标上n个分划的长度相当于度盘（或直

尺）上（n－1）个分划的长度，故利用游标每一分划值与度盘（或直尺）每一分划值之差（称为游标最小读数），可求出度盘（或直尺）上不足一分划的零数。当游标的指标沿度盘（或直尺）移动到某一分划之间时，根据指标位置可以读出度盘（或直尺）上的整数；再在游标上找出游标与度盘（或直尺）相重合的分划线的号数，乘以游标最小读数，即得不足一分划的零数；将零数加入整数，即为指标所指度盘（或直尺）的整个读数。游标分顺读游标和逆读游标两种。

【垂球】　plumb－bob　测量工作中投影对点或检验物体是否铅垂竖立的简单工具。是上端系有细绳的呈倒圆锥形的金属锤。一般作为经纬仪和平板仪的附件。

【水平角】　horizontal angle　是通过一点的两方向线垂直投影在水平面上的夹角。是测量工作中的基本要素之一，通常用经纬仪测定。

【垂直角】　vertical angle　又称竖直角。是一点的照准线在垂直面内与水平线所成的夹角。照准线在水平线之上的叫仰角，用“＋”表示垂直角；在水平线之下的叫俯



角，用“－”表示。

【竖夏角】　vertical angle　即“垂直角”。

【仰角】　elevationangle　在水平线之上的照准线与水平线所成的夹角。参见“垂直角”。

【俯角】　depression angle　在水平线之下的照准线与水平线所成的央角。参见“垂直角”。

【天顶距】　zenith distance　是一点的照准线在垂直面内与天顶方向所成的夹角。天顶距与垂直角互为余角。

【控制测量】　control survey　是平面控制测量和高程控制测量的总称。即在测绘区域内，选定若干地面点，用较精确的方法，测定它们的平面位置和高程。其主要任务是为地形测量和工程测量等提供可靠的起算数据。平面控制测量包括三角测量、三边测量和导线测量。高程控制测量包括水准测量和三角高程测量。控制测量所测定的地面点，称为控制点。

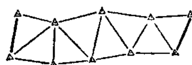
【控制点】　control point　用控制测量方法测定的具有平面位置和高程的点。一般包括大地控制点和地形控制点两种。

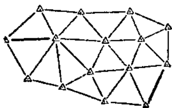
【三角测量】　triangulation 平面控制测量的一种主要方法。即在地面上根据一定条件选定一系列的点（三角点），组成许多互相连接的三角形。在这些三角形中，精确测定一边或数边的边长和方位角，以及一个或数个三角点的座标，作为起算或校核数据；并且测量所有三角形的内角，从而求得其他各点的座标，以作为地形测量和工程测量的控制基础。我国的三角测量，按照精度分为一、二、三、四等，由高等级控制低等级，

组成全国性的基本平面控制网。各三角形互相连接构成网状的，称为三角网；构成锁状的，称为三角锁。

【三角点】 triangulationpoint 是三角测量或三边测量中三角形的顶点。在点上埋设中心标石，作为三角点的实地位置，并架设觇标，供观测使用。三角点的平面座标，高程、以及与相邻三角点间的边长和方位角等，称为三角点成果，是地形测量和工程测量的基本控制资料。

【三角网（锁）】 triangulation net（chain） 在三角测量或三边测量中，由互相连接的三角形构成网状或锁状的控制网。各三角形互相连接构成网状的，称为三角网。在整个地区全面布设连接三角形的，称为全面网。各三角形连续构成锁链状的，称为三角锁。由连续单三角形构成锁链状的，称为单三角锁。


三角锁


三角网

三角网及三角锁

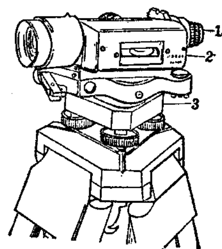
【三边测量】 trilateration 平面控制测量的一种方法，即用电磁波测距仪直接测定三角网（锁）中各边的边长，按照三角公式推算各三角形的顶角，从而计算出各边的方位角和各顶点的座标。由于三边测量的各边可以分别施测，不象三角测量那样需要同时观测两个以上方向，所以适用于通视条件困难的地区。但是，它的方位角误差积累迅速，又缺乏三角形校核条件，因而需要增加天文点的密度。

【导线测量】 traversesurvey 平面控制测量的一种方法，即在地面上选定一系列前后通视的点（导线点），组成前后连接的折线（称为导线）；在导线中精确测定其中一条以上边的方位角和一个以上点的座标作为起算或校核数据，并直接测定所有边的边长和两相邻边间的夹角，从而计算出各点的座标。它适用于荫蔽地区和某些通行困难地区。按精度，导线测量分为精密导线测量和普通导线测量两种。前者可以代替同等级的三角测量。

【导线点】 traverse point 导线测量中，组成导线的一系列地面点，称导线点。参见“导线测量”。

【水准仪】 levelling instrument 又名水平仪。是水准测量中测定两点间高差的仪器。主要组成部份为望远镜、长水准器和基座。它利用长水准器使望远镜视准轴水平，配合水准标尺进行测量。按精度分普通水准仪和精密水准仪两类，在大地、地形和工程测量方面广泛使用。此外，还有利用光学和力学结构代替长水准器的自动安平水准仪，能简化操作手续，提高作业效率。

【水平仪】 levelling instrument 即“水准仪”。



水准仪
1. 望远镜；2. 主水准器；3. 基座

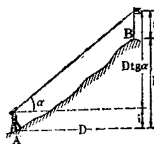
【水准标尺】 levelling staff 简称水准尺。是水准测量中配合水准仪测定两点间高差的主要工具，一般长3米，分普通水准标尺和精密水准标尺两类。普通水准标尺的两面分别喷制黑白和红白相间的厘米分格，由下向上依次标注长度。精密水准标尺的中央装一条因瓦合金带，带上喷制1厘米或0.5厘米间隔的分划线，用弹簧引张在尺面上，故也称因瓦水准标尺。

【水准测量】 leveIIlng 又称几何水准测量。是测定地面点高程的基本方法，即利用水准仪观测相邻两点上垂直竖立的水准标尺，按尺上读数推算这两点间的高差。然后，根据已知点求出未知点的高程。在建筑工程和路线测量中，常称为抄平。用水准测量所测定的高程控制点，叫水准点。我国国家水准测量分一、二、三、四等，由高等级控制低等级，构成全国水准网。它是全国地形测量和工程测量的高程控制基础，也是研究地壳升降，平均海水面变化等科学问题的主要方法。

【水准点】 bench mark 用水准测量测定的高程控制点，称水准点。参见“水准测量”。

【抄平】 levelling 即“水准测量”。

【三角高程测量】 trigonometrical levelling 是测定地面点高程的一种方法，即在一点上测定至另一点的垂直角，根据这两点间的水平距离，用三角公式算出这两点的高差（h），然后根据已知点高程求出未知点的高程。



三角高程测量
D. 两点间水平距离；t. 觇标高度；α. 自A点照准B点的垂直角；i. 仪器高度

【气压高程测量】 barometrical le velling 是根据大气压力随高度变化的规律，用水银气压计或空盒气压计测定地面点高程的方法。其特点是操作简便，但由于受气象影响较大，其精度较水准测量和三角高程测量为低。

【测量误差】 error of survey 是对某量进行测量时所得的值与该量真值之间的差。由于外界条件、仪器状况及观测者本身因素等影响，测量误差总是不可避免的。按照误

差的性质，一般分为偶然误差和系统误差两种。偶然误差的产生是由于偶然的原因，如温度的微小变化，使物体发生伸缩，在测量结果上也随之发生变化，其值有正有负。它是测量平差的主要对象。系统误差是一种带规律性的误差，如尺子的刻度不准，测量结果就必然偏大或偏小，在一定条件下和一定范围内是积累性的。这种误差原则上可以通过测定仪器误差和自然条件影响，对仪器进行检验校正，选择适宜的测量方法和程序等予以消除或改正。

【中误差】　mean square error　又叫均方误差。是衡量测量精度的标准。它的平方等于一组观测值与真值之差的平方和的算术平均值。由于真值一般不能求得，故用最或然值代替真值。其计算公式为：

$$m = \pm\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

式中，m 为中误差，∑为求和符号，v 为观测值与最或然值之差，n 为观测次数。中误差越小，表示各次测量结果之间的差值越小，测量结果就越可靠。

【容许误差】　permissible error　又称允许误差，也叫最大误差或极限误差。是测量工 发　昌

作中判定观测结果能否满足要求和是否存在粗差的误差界限。超过容许误差的观测结果必须重新观测。通常以二至三倍中误差作为容许误差。

【闭合差】　error of closure　在某几个量构成几何或物理条件的情况下，这些量的测量值与其理论值之差，称为条件闭合差，简称闭合差。它可以直观地表示测量精度状况。闭合差小，测量精度就高；闭合差大，测量精度就低。

【测量平差】　adjustment of mea surement　是运用最小二乘法的原理，处理观测结果所产生的误差的一种方法。其目的是对含有误差的观测值求最或然值和评定测量结果的精度。按观测值间的关系，测量平差分为直接观测平差、间接观测平差和条件观测平差。

【地形测量】　topographicalsurvev　是测绘地形图的过程，即根据已测定的大地控制点，采用摄影测量或平板仪测量的方法，用一定的符号和注记将地物和地貌测绘成地形图。参见“摄影测量”和“平板仪测量”。

【图根测量】　mapping control sur vev　是平板仪测量中测定测图所需控制点的工作。按工作过程，可分为解析法和图解法两种。前者是根据大地点，用经纬仪和水准仪通过线形锁、交会法和导线等测定；后者是将大地点展绘在图板上，用平板仪图解交会测定。用图根测量方法所测定的控制点，称为图根点。

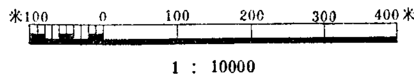
【图根点】　mapping control point　用图根测量方法测定的控制点，称图根点。参见“图根测量”。

【线形三角锁】　linear chainoffri - angulation　在两个已知点间用连续三角形加密控制点的一种方法。因其组成的图形为线形，故名。线形三角锁的主要特点是选测方便，计算简单，加密边缩短迅速，但因校核条件较少，一般只用于较低等级的控制测量。

【交会法】 intersection method **是根据三个以上已知点的平面位置测定未知点平面位置的一种方法。一般分三种情况：在三个以上已知点上测定未知点的方向，交会出未知点的位置，称为前方交会法；在未知点上测定三个以上已知点的方向，交会出其位置，称为后方交会；在二个已知点上测定未知点的方向后，再到未知点上测定另外一个以上已知点的方向，交会出未知点的的位置，称为侧方交会法。三种方法都可用解析法或图解法进行。**

【直角座标展点仪】 coordinato graph **又名座标展点仪。是在图纸上精密展绘直角网线和点位的仪器。主要由两根互相垂直并可相对移动的纵横座标尺和图版台、精密测定长度的读数器以及确定点位用的刺针等部份组成。通常用于展绘控制点、图廓点及直角座标网。**

【比例尺】 scale **指图上线段长度与实地相应线段水平长度之比。通常以分子为** 1 **的分数表示。分母大的，比例尺小；分母小的，则比例尺大。比例尺形式一般有“文字比例尺、数学比例尺和图解比例尺”三种。例如，**1：10，000 **或** 1/10，000 **表示图上** 1 **厘米长度相当于实地水平长度** 10，000 **厘米，即** 100 **米。绘图或量图时使用的三棱尺，其三个侧面上，即刻有六种不同的比例尺。**



比　例　尺

【座标网】 coordinate grid **地图上的一种网格，用以确定点位、方向、距离和拼接图幅等，座标网分为用经纬度划分的地理座标网和平面直角座标网两种。**

【直角座标网】 grld **又名方里网或公里网。是平行于直角座标系座标轴并以一定间隔表示在图上的方格线网，注有公里数，供展绘点位和确定点位的平面直角座标之用。**

【方里网】 square grid **即“直角坐标网”。**

【公里网】 square kilometeric grid **即“直角坐标网”。**

【磁偏角】 magnetic declination **指地面一点的磁子午线与真子午线之间的夹角。它是由于地球磁极与地球南北极不重合所引起，并随时间和地点而变动。磁子午线北端偏于真子午线以东为正，称东磁偏角；偏于真子午线以西为负，称西磁偏角。根据某地的磁偏角数值，可将磁方位与真方位互相换算。**

【平板仪测量】 plane—table surve ylng **是利用平板仪测绘地形图的方法和过程。它包括图根测量和碎部测量两步。即先用解析法或图解法加密测图所需的控制点，并按一定比例尺展绘在图板上；然后用平板仪通过图解交会或视距测量，测定地物、地貌的特征点，并对照实地情况，按等高线、地形图符号和注记将地物、地貌描绘整饰成地形图。**

【平板仪】 plane－table **是平板仪测量的主要仪器、主要由照准仪、测板（图**

板）、基座、三脚架、水准器、对点器和方框罗针等组成。平板仪分大平板仪和小平板仪两种。前者又称平台仪，其照准仪上装有望远和垂直度盘；后者的照准仪又名测斜照准仪，由定规、觇板等组成。小平板仪比较轻便，但测量精度较差，进行碎部测量时，常与经纬仪配合使用。

【测斜照准仪】　alidade　小平板仪的组成部分之一，参见“平板仪”。

【碎部测量】　detail survey　亦称碎部测图。指用平板仪根据图根点测绘地形图的过程。它包括将大地点、图根点展绘在图板上的展点工作，测绘地物、地貌的测图工作和整理修饰图面的工作等。

【视距测量】　tacheome trlcaIsurvey　是用具有视距装置的经纬仪或平板仪，配合相应的视距尺测定水平距离和高差的方法。一般是利用望远镜内的视距丝，在标尺上读出所截长度，并测出相应垂直角，按视距公式计算出标尺与仪器之间的水平距离和高差。1973 年我国地质出版社出版的视距计算表，可以从表中直接查出任意倾角的两点间的平距和高差。按精度视距测量分为普通视距测量和精密视距测量两种。精密视距测量的方法目前有：视差法、双像视距法、斜丝视距尺、等差级数视距尺、对数标尺、光楔测距等。由于用这种方法测定距离和高差简便迅速，故在地形测量和工程测量中得到广泛应用。

【视距尺】　stadia rod　是视距测量时使用的标尺。分竖式及横式两种。按尺面分划制作原理又分为普通视距尺、对数视距尺、因瓦横视距尺等类型。普通视距尺广泛应用于地形测量和普通工程测量；对数视距尺和因瓦视距尺应用于精密视距测量。近年，一些单位，试制成功了等差级数视距尺和斜丝视距尺，可以用普通视距装置进行精度较高的视距测量。

【地物】　culture　在测绘工作中，指地球表面上相对固定的物体，如居民点、道路、河流、森林和各种工程建筑物等。它是地图的基本要素之一。一般用规定的符号表示。

【地貌】　relief　在测绘工作中，指由于地球内外营力的作用，以及人类改造自然等因素，使地球表面呈现出各种高低起伏的形态。按其形态分为山地、丘陵、平原、凹地、冲沟、陡崖等。地貌一般用等高线表示，也可用晕晕，晕渲等方法表示。

【地形】　landform　在测绘工作中，是地物和地貌的总称。参见“地物”、“地貌”。

【等高线】　contour　又名水平曲线。是地面上高程相等的相邻各点投影在水平面上，并按地图比例尺缩小后所连成的曲线。等高线是地图上表示地表高低起伏形态的一种常用方法。同一等高线上任意一点到平均海水面（或假定水准面）的铅垂距离相等。相邻两等高线间的高差，称为等高距。按规定等高距描绘的等高线，叫基本等高线或首曲线。为了判读和计数方便，每隔四条（或三条）基本等高线，描绘一条加粗的曲线，称为计曲线。当基本等高线不能显示地形特征时，则在基本等高线之间用间曲线（二分之一等高距）和助曲线（四分之一等高距）表示之。

【首曲线】 standard contour 又称基本等高线。在地图上按规定等高距描绘的等高线。参见“等高线”。

【计曲线】 index contour 在地图上为了判读和计数方便，每隔四条（或三条）基本等高线，描绘一条加粗的曲线，称计曲线。参见“等高线”。

【间曲线】 half－interval contour 在地图的基本等高线之间，按二分之一等高距描绘的，显示地形特征的曲线，称间曲线。参见“等高线”。

【助曲线】 supplementary contour 在地图的基本等高线之间，按四分之一等高距描绘的，显示地形特征的曲线，称助曲线。参见“等高线”。

【示坡线】 fall line of terrain 是地形图等高线上指示斜坡降落的方向线，它与等高线垂直相交。一般在山头、谷地和斜坡方向不易判读的地方以及凹地最高和最低一条等高线上绘出。

【地形图】 topographical map 一般指大于1：100万比例尺的普通地图，以反映地面的地貌、水系、植被、工程建筑、居民点、交通线和境界线等要素。较大比例尺的地形图常用摄影测量或平板仪测量等方法直接测绘。较小比例尺的地形图则根据大比例尺地形图编绘制成。由于地形图的投影变形较小，内容详尽，可在图上进行各种量算，是国防建设和经济建设的基本资料，也是编绘小比例尺地图的基础。

【地形图分幅】 sheet－systems of topographical map 是为了统一规划测图工作和便于利用、保管地形图，而按一定规则划分图幅的方法。通常有经纬线分幅和直角座标网矩形分幅两种。前者一般用于一百万分之一到一万分之一地形图的分幅。它是以经差6°、纬差4°的一幅百万分之一地图的图幅为基础，根据一定的经差和纬差进行划分。例如，将一幅百万分之一地图的图幅，按经差3°、纬差2°划分为四幅，即为五十万分之一地形图的图幅；按经差1°，纬差40′划分为三十六幅，即为二十万分之一地形图的图幅；按经差30′、纬差20′划分为144幅，即为十万分之一地形图的图幅。然后以十万分之一地形图的图幅为基础，再分为五万分之一、二万五千分之一和一万分之一的地形图的图幅。直角座标网矩形分幅是按方里网进行划分，一般用于大于五千分之一地形图的分幅。两种方法划分的图幅均用数字和文字按一定的顺序进行编号。

【工程测量】 engineering survey 是各种工程在勘测设计、施工和使用三个时期所进行测量工作的总称。根据工程建设的具体对象，可分为民用和工业建筑测量、路线测量、矿山测量、地质勘探测量、河道测量、水利测量、桥位测量、高压输电线测量、隧道及地下铁道测量等。按工作顺序和作业性质分为：勘测设计阶段的控制测量和地形测量，将图上设计的建筑物转移到实地的放样测量，工程竣工后将其形状和相互位置测绘成图的竣工测量，以及建筑物在使用过程中产生位移、沉陷、倾斜的变形观测等。

【地质勘探工程测量】 geological prospecting engineering survey 指地质勘探过程中对地质观测点和探矿工程等所进行的测量工作。其内容包括地质勘探工程的控制测量，勘探网、剖面，探槽、探井、钻孔位置、坑道等探矿工程测量，地质观测点测量以及各种勘探图件的编制等。其任务是为地质勘探设计、研究地质构造、在实地定位定线、指导掘进方向、编写地质报告和储量计算等提供资料。

【勘探网测设】 prospecting net survey 地质勘探工程测量的内容之一。是将勘探网或勘探线按一定要求，布设于实地的工作。其程序为：在实地（或图上）选定某一点（或某一工程点）作为基点，或者根据矿体和地形状况选定某一线段作为基线，测定基点或基线端点的平面座标作为起算数据，然后按设计要求的方位和间距求出网内各交点的设计座标，并根据勘探工作的进度，将全部或部份勘探网（线）布设于实地，作为勘探工程定位的依据。

【剖面测量】 profile survey 又名断面测量。是地质勘探工程测量的内容之一。其程序为：首先根据设计要求在实地进行剖面定线，在剖面线上测定若干控制点，再根据这些控制点测定剖面线上的地形特征点和探矿工程点的平距及高程；然后根据剖面的比例尺展绘成剖面图。

【钻孔位置测量】 bore hole posit ion survey 地质勘探工程测量的内容之一。其程序为：按设计要求将钻孔位置布设在实地（简称布孔）；平整机场后，检查和校正钻孔位置；钻探结束封孔后，测定孔位中心的座标和高程等。

【井探工程测量】 shaFtprospecting engineering survey 地质勘探工程测量的内容之一。指对竖井、斜井等深部掘进探矿工程所进行的测量工作。其内容包括井口平面位置和高程测量；井内引线、定线和深度测量；通过竖井对平巷的高程引测；井内交换点及终点的平面位置和高程的测量等。其程序为：在施工前，按照设计确定施工起点；施工过程中，用定线指导施工方向，施工完成后，测定工程的深度、倾斜方向、倾角及终点的平面位置和高程。

【坑探工程测量】 adit prospecting engineering survey 地质勘探工程测量的内容之一。指对坑道、平巷等探矿工程所进行的测量工作。其内容包括坑道位置测量、坑道平面图测量和地下特殊工程测量等。其程序为：在施工前，按照设计确定施工起点；施工过程中，用定线指导施工方向；施工完成后，测绘坑道平面图。

【贯通测量】 through survey 为加速掘进速度，改善工作条件，同一巷道（或隧道）常从两头或几处同时掘进。为了保证这些巷道的贯通所进行的测量工作，称为贯通测量。其主要任务是根据设计要求，测定并指出巷道的空间位置，检查掘进方向，以保证巷道各部分的中心线互相对准。

【近井点】　approach point of shaft　指设置在井口（矿井）附近的控制点。它是指导坑道（井）掘进，施测坑（井）口位置点和坑内经纬仪导线的起算点。为与其他控制点相区别，故称近井点。近井点和坑（井）口位置点一般均埋设标石。

【海道测量】　marine survey　为制作、校正海图和航海资料，对海（或江河，湖泊）底地貌、底质、礁石、岸滩、潮流、水位升降、气象、航行标志和海（或江河、湖泊）岸两侧所进行的测绘工作。

【等深线】　depth contour　是水域内深度相等的相邻各点垂直投影在水平面上并按海图比例尺缩小后所连成的曲线，以表示海（或湖、河）底高低起伏的地貌形态。在无潮海中，一般以多年测得的平均水位作为深度起算的基准面。在有潮海中，一般采用理论最低潮面或平均大潮低潮面作为深度起算的基准面。我国目前以理论最低潮面作为深度基准面。

航空摄影测量

【摄影测量】　photogrammetrical survey　是利用摄影象片测定物体的形状、大小和空间位置的方法。主要用来测绘地形图，分地面摄影测量和航空摄影测量两种。

【航空摄影测量】　aerophotogrammetrical survey　简称航空测量。是摄影测量的一种。即利用航摄仪在空中对地面摄取连续象片，通过控制测量，调绘和测图等步骤而测绘成地形图的方法。其特点是可将大部分外业工作移到室内进行，减少一些不易到达地区进行野外测量的困难，同时在内业制图工作中可广泛利用机械化和自动化的设备。所以，它是现代测绘地形图的主要方法。由于航空象片能真实反映实地状况，还广泛应用于地质勘察、路线勘测、森林调查、军事侦察等方面。根据成图过程，航空摄影测量分为综合法测图、微分法测图和全能法测图三种。

【航空测量】　aerial Survey　即“航空摄影测量”。

【航摄仪】　aerial camera　是装置在飞机或其他飞行器上对地面进行摄影的仪器。它由镜箱、胶片暗盒、座架、动力系统、光阑系统、快门机构、卷轴机构、操作控制机构等部分组成。此外还配备有检影器、航空仪、高差仪、滤色镜、自动光束控制系统等附属设备。其特点是具有较高的光学几何精度和摄影质量。一般均可按一定时间间隔进行自动连续摄影。按特性可分为几何精度较高的测量航摄仪和解象能力较高的侦察航摄仪。

【无线电测高仪】　radio altimeter　是在飞机上利用无线电波测定航高的仪器。工作时，无线电测高仪的发射机向地面发射无线电信号，经地面反射回来被接收机接收。根据从发射到接收的时间间隔和电波传播速度，由指示器指出航高。航空摄影测量中，在航摄仪露光的同时，将指示器上的航高数据自动记录在专门的胶卷上，以确定各摄影站相对于地面的航高。

【无线电高程测量】　radiolevelling　指航空摄影时，利用无线电测高仪和高差仪的记录，确定与象片中心点相应的地面点高程的方法。

【航空象片】　aerial photograph，airphoto　又称航摄象片。是用航摄仪从空中向地面进行连续摄影所取得的象片。它是航空测量和航空地质等工作的基础资料，也是解决农林、水利和军事等方面有关问题的重要资料。按航摄仪在摄影时主光轴偏离铅垂方向的倾角，可分为垂直摄影象片和倾斜摄影象片两种。倾角不大于三度时所摄的象片，称为垂直摄影象片；大于三度时，称为倾斜摄影象片。常用的是垂直摄影象片。

【立体象对】　stereopair　简称象对。指从两个不同地点对同一地区所摄取的一对象片。对象对通过立体观测的方法可以看出与实地相似的立体模型。

【象对】　stereopair　立体象对的简称，详见“立体象对”。

【立体摄影测量】　stereophotogra mmetrical survey　摄影测量的一种方法。是利用立体象对，通过立体测图仪器，测定所摄物体的形状、大小和空间位置，以绘制地形图的方法。航空摄影测量中的微分法测图全能法测图和空中三角测量以及地面摄影测量中利用立体象对成图部分，都属于这个范围，

【航摄比例尺】　airphoto scale　又称航空象片比例尺。是航空象片上的某一线段长度与相应实地水平距离之比。由于象片倾斜和地面起伏的影响，一张航空象片上各部分的比例尺并不一致，通常只表示概略比值。在近似垂直摄影的情况下，航摄比例尺是航摄仪焦距与相对航高之比，通常用分子为一的分数来表示。

【象片重叠】　photographic over lap　在摄影测量中，指相邻象片上包含同一地区的部分。重叠多少以占全张象片面积的百分数来表示。足够的象片重叠是进行立体观测和象片连接所必需的。在航空摄影测量中，沿同一航线各象片间的重叠，称为航向重叠或纵向重叠；相邻航线间象片的重叠，称为旁向重叠或横向重叠。

【镶辑索引图】　mosaic index　按图幅把各相邻航空象片根据地物标志拼接起来，并经过复照缩小的象片。它标有所在图幅的编号、每张象片的编号、航摄区代号、航摄日期和单位以及缩小比例尺等。主要用于航空摄影质量的检查和作为单张象片的索引，亦可供编制小比例尺地图时参考。

【象片略图】　photosketch　是互相邻接未经纠正的航空象片按地物标志拼接而成的象片图。由于存在各种摄影误差和镶辑误差，所以它只能供编绘作业或各种专业调查时参考。

【立体观测】　stereoscopy　立体摄影测量的室内主要作业程序。观测者通过仪器对立体象对进行观察以获得立体模型，并对其大小和空间位置进行量测的过程。按照形成立体模型的方式，可分为双象直接立体观测、双象投影立体观测、互补色立体观测、偏振光立体观测、干涉（激光全息摄影）成象和闭闪法成象的立体观测等。

【视差】 parallax 在立体摄影测量中，视差是指摄影时，由于地形起伏和象片倾斜，同名象点（同一物体在相邻两张象片上的象点）在相邻两张象片上的座标差。其横座标差，称为横视差或左右视差。纵座标差，称为纵视差或上下视差。在航空摄影测量中，两象点左右视差之差称为视差较。视差较可用于推算地面两点间的高差。上下视差可用来确定两张象片在摄影时的相对位置。用仪器量测象点坐标和视差较的工作，称为视差量测。

【视差较】 parallax difference 航空摄影测量中，两象点左右视差之差称视差较。参见“视差”。

【视差量测】 parallax measurement 航空摄影测量中，用仪器量测象点坐标和视差较的工作，称视差量测。参见“视差”。

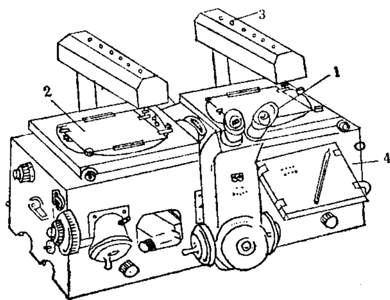
【摄影基线】 air base 航空摄影测量中，在摄取同一立体象对时两摄影站间的水平距离，称摄影基线。

【象片基线】 photo base 航空摄影测量中，在近似垂直摄影的情况下，摄影基线反映在象片上的长度，称象片基线。

【象片定向】 airphoto orientation 是在立体摄影测量中，恢复立体象对在摄影瞬间的空间相对关系，以获得与实地相似并具有大地座标的光学立体模型的过程。可分为相对定向和大地定向（又称绝对定向）。前者是利用摄影光线对对相交的原理，恢复象对相互之间的关系，以得到相似实地的光学立体模型。后者是在相对定向的基础上，根据野外控制点，使立体模型具有一定比例尺，并具有大地座标位置。

【象片有效面积】 photographic effective area 指由于象片倾斜和地形起伏所引起的航空象片影象位移不超过一定限值的部分。它是以象片主点（即摄影时航摄仪的主光轴与象片的交点）为圆心限定长度为半径的圆面积。实际作业中，采用近似垂直摄影的航空象片，其航向和旁向相邻象片重叠的中线所限定的部分，位于这圆面积内，各项作业都在这一范围内进行。这一限定的部分，称为象片作业面积。

【立体座标量测仪】 stereocomparator，是航 HCZ －1 型立体座标量测仪 1．观测　系统；2．象片盘；3．照明系统；4．基座空摄影测量中量测象点座标的仪器。由基座、象片盘、观测系统和照明系统等构成。使用时，将象对安置在象片盘上，从观测系统进行立体观测，量测出象点座标和视差，为计算象对定向元素和加密点的座标、高程提供资料。



HCZ －1 型立体座标量测仪
1．观测系统；2．象片盘；
3．照明系统；4．基座

【象片三角测量】 phototriangula tion 是航空摄影测量中加密控制点的一种方法。即根据少数野外控制点，利用连续摄取的航空象片，用交会的方法，确定测图所需控制点的平面位置和高程。可分为辐射三角测量和空中三角测量两种。

【空中三角测量】 air triangula tion 是航空摄影测量中象片三角测量的一种方法。即利用连续摄取的具有一定重叠的航空象片，根据少数野外控制点，用空中交会方法，确定测图所需控制点的平面位置和高程。其方法分为：①模拟法：其作业过程是通过立体测图仪器把相邻象片（象对）构成光学立体模型，并在仪器上使各个模型互相衔接，形成一个整体航线模型，从而在模型上直接量出各点的平面位置和高程。②解析法：其作业过程是用立体座标量测仪量测象片上所有野外控制点、连接点和交会点的象点纵横座标，然后根据投影交会的数学关系式用电子计算机计算出待定点的平面位置、高程和其他定向元素。利用空中三角测量方法把各条航线象片作为整体进行加密控制点的作业，称为区域网空中三角测量。

【辐射三角测量】 radial triangula tion 是航空摄影测量中象片三角测量的一种方法。即利用连续摄取具有一定重叠的航空象片，根据少数野外控制点，用平面辐射交会方法，确定测图所需控制点的平面位置。根据由象片中心附近的明显地物点，向周围象点所作辐射线间的夹角与实地相应角度近似相等的原理，使相邻象片的相应辐射线互相交会，构成三角锁或三角网，从而确定各交会点的平面位置。它适用于高差不大地区的测图作业。

【综合法测图】 photo－planimetriC method mapping 亦称航测综合法。是航空摄影测量的一种成图方法。测图时，地物位置根据象片的影象经过调绘、纠正或投影转绘确定，高程和等高线则利用象片在野外用平板仪测量方法测定。它适用于平坦或起伏不大地区测绘地形图。

【象片纠正】 photograph reCtifica tion 用仪器或图解的方法，消除由于航摄仪倾斜所引起的航空象片影象变形，并制成一定比例尺的水平象片。这种作业，称为象片纠正。它适用于平坦地区的作业。

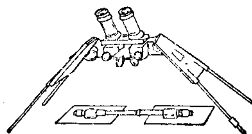
【纠正仪】 rectifier 是航空摄影测量中用于象片纠正的仪器。主要由底片盘、物镜和承影板等部份构成。使用时，将底片放在底片盘内，经过调整，使底片上控制点的影象与承影板上按座标展出的点位相重合，在承影板上即可获得一定比例尺的相当于水平象片的影象。再经过晒象、冲洗等过程，即得到一张纠正好的象片。

【象片平面图】 photoplan 简称象片图。指经过纠正的相邻航空象片，按控制点镶嵌而成的象片图。象片平面图判读调绘后，可供专业调查和编图使用。加测高程及等高线后，可编绘成地形图。

【象片判读】 photo – interpretation 是根据航空或地面摄影象片上物体影象的形状、大小、色调、阴影、关系位置和活动痕迹等特征，识别在实地是什么物体的工作。它是摄影测量中象片调绘工作的基础。通过判读，将判定的影象以专用符号和注记表示在象片上，供地形测量、地质勘探、工程测量、土壤、森林和军事等方面调查研究之用。

【象片调绘】 field photo interpre tation 是利用摄影测量方法测绘地形图的一个作业过程。即利用象片判读的知识，将象片拿到实地进行调查和补测，并对地形图上需要表示的地物、地貌和地理名称等要素进行综合取舍，用规定的符号和注记标绘在象片上，以供测绘地形图之用。经过调绘的象片，称为地物调绘象片，简称调绘片。在特殊情况下，也可在野外调绘典型样片，其余象片在室内参照样片和有关资料通过象片判读来完成。

【立体镜】 stereoscope 是立体摄影测量中，对立体象对进行立体观测的简单仪器。主要由两个透镜构成。观测时通过立体镜使两眼分别观察象对的两张象片的影象重叠部份，从而得到立体模型。立体镜分为反光立体镜和透镜立体镜等型式。前者是利用两组与水平面成45°的反光镜，将观测者的双目视线分离，从而看出立体模型。后者是利用一组等焦距的透镜将观测者的双目视线分离，并获得放大的立体模型。立体镜的结



立体镜

构简单，携带方便，在航空地质和摄影测量等工作中得到广泛的应用。

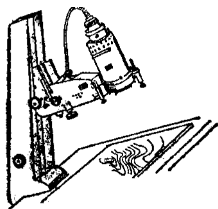
【微分法测图】 differential method mapplng 是航空摄影测量的一种成图方法。测图时，地物位置根据象片在实地调绘，高程和等高线则在室内利用立体镜、立体量测仪等仪器在象片上进行测绘。然后将地物、地貌分带投影转绘而制成地形图。它适用于丘陵地和中低山区测图。由于使用的仪器比较简单，便于分别组织力量进行测图作业，故又称为分工法测图。

【立体量测仪】 stereometer 又称地形立体量测仪。是航空摄影测量中微分法测图用的一种内业仪器。它由基座、滑床、象片盘、改正装置、观测系统及量测系统等构成。使用时，将象对安置在象片盘上，根据四个以上分布较均匀的高程控制点进行象片定向，由观测系统看出立体模型，从量测系统测出视差较，据以计算出高差，并在象片上直接描绘等高线，再经分带投影转绘后，即可编制地形图。它适用于丘陵地区测图。

【地质立体量测仪】　geological ste reometer　在地形立体量测仪上增加地质专业测量所需要的测标，配合相应的计算图表，用以量测地质体的长度、厚度等地质要素。这种立体量测仪，称地质立体量测仪。参见“立体量测仪”。

【象片转绘】　photo－transfer　是航空摄影测量中微分法测图的一个过程。即通过图解或仪器将描绘在单张象片上中心投影的地物地貌转绘为图板上的正射投影的地物地貌，以制成地形图或其他专门地图。

【投影转绘仪】　projector for tran sferring　亦称单投影器。是航空摄影测量中微分法测图中用于分带投影转绘的一种仪器。它是由基座、投影器、倾斜装置和升降系统等部件组成。使用时，将绘有地物、地貌或其他专业内容的象片制成透明的缩小正片，放在投影器内，通过调节，使象片上控制点的投影与承影板上的相应点位重合，然后按影象把象片上的地物和等高线分带转绘在图板上，以制成地形图或其他专门地图。



投影转绘仪

【反光转绘仪】　reflecting sketch master　是航空摄影测量中微分法测图的一种仪器。使用时，通过仪器的棱镜或半镀银的平面反光镜的移动及转动，使象片上控制点的投影与承影板上的相应点位重合，然后按影象将线划转绘到图板上，以制成地形图或其他专门地图。

【全能法测图】　universal method mapping　是航空摄影测量的一种成图方法。即利用精密立体测图仪、多倍投影测图仪或其他全能仪器，经过象片定向，构成测绘地区的光学立体模型，然后对模型进行地物、地貌量测，以编绘地形图。主要用于山地、高山地区的地形图测绘。

【立体测图仪】　stereoplotter　是航空摄影测量中全能法测图仪器的通称。其种类很多，有的仪器还有专用名称，如多倍投影测图仪、精密立体测图仪等。仪器的主要部件有：投影系统、观测系统和测图系统。其投影方式分为光学投影、光学机械投影和机械投影。还有利用电子计算装置进行解析投影的，称为解析立体测图仪。立体测图仪除用于测图外，有的还可用于空中三角测量或处理地面摄影资料。

【多倍投影测图仪】　multiplex　简称多倍仪。是航空摄影测量中全能法测图的一种仪器。它由绘图桌（承影台）、支架、投影器（两个以上）、测绘器等部件组成。使用时，将航摄底片缩小成透明正片放在投影器内，根据野外控制点进行定向，构成与地面相似的光学立体模型，然后用测绘器测绘地物、地貌，以制成地形图。

【精密立体测图仪】 precise stereoPlotter 是航空摄影测量中全能法测图的一类高精度仪器。它主要由投影系统、观测系统和绘图系统三部份构成，适用于空中三角测量和测绘大、中比例尺地形图。这些仪器的类型很多，按投影系统的特点可分为光学投影、机械投影和光学机械投影三类。

【微分纠正】 differential rectify 也叫缝隙纠正。是航空摄影测量中利用立体测图仪和特制的单投影器进行像片纠正的一种方法。其原理是在单投影器内进行投影晒像时，只对一个缝隙小孔进行曝光。在曝光过程中，此缝隙作平行的直线移动，并受立体测图仪测标升降移动的带动，使晒像始终在立体模型表面的高度上进行，以纠正地形起伏对像片比例尺的影响，从而得到正射投影的像片。根据上述原理设计的仪器叫微分纠正仪或缝隙纠正仪。微分纠正仪大都作为立体测图仪的附件，也有与立体测图仪构成一个整体的。

【地面摄影测量】 terrestrial pho togrammetric survey 是摄影测量的一种。即利用摄影经纬仪在地面摄取立体象对，然后通过野外控制测量、调绘和利用仪器进行室内测绘等步骤，编绘成地形图。主要用于局部山区或困难地区的地形测图及地质勘探中的地形地质测图，也可为各种工程中非地形测量提供数据。如沉陷变形观测等。

【摄影经纬仪】 phototheodolite 是地面摄影测量的野外作业仪器。主要由摄影机和经纬仪两部份组成。两者有固定在一起的、也有分开的。后一种的摄影机上备有定向装置。

制　图

【地图学】carto graphy 也叫制图学。是研究地图的理论ｌ编制工艺和使用的科学。主要包括地图投影、地图编绘和地图制印等部份。我国是世界上最早制作和使用地图的国家之一。在春秋早期，即有管子的《地图篇》；从长沙马王堆三号汉墓中发现的地图和驻军图，即绘有山脉、河流、城镇、道路等，是我国至今发现的最早地图。此外，晋代裴秀制订的制图六体，唐代贾耽编制的《海内华夷图》，北宋沈括制作的木质模型图，在世界制图史上都具有重要地位。

【地图】 map 为一定目的，按照一定比例尺和投影方法，将地面的自然和社会现象，经过综合取舍，用符号和注记缩绘在平面上的图形。它概括地反映了事物和社会现象的地理分布、相互联系和相互制约的关系。按内容分为普通地图和专门地图两种。按比例尺分为大、中、小比例尺地图。

【普通地图】 geographical map 综合反映地表各种自然地理要素（如水系、地貌、土壤、植被等）和社会现象（如居民地、工矿企业、工程建筑、交通网、境界线等）的地图。图上各要素以同等详细程度表示。它是经济建设、国防建设、科学研究和文化教育的常用资料，也是编制各种专门地图的基础。

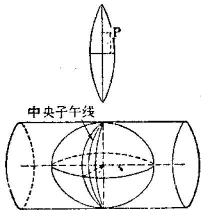
【专门地图】 thematic map 又称特种地图。是着重表示自然或社会现象中某一种或几种要素的地图。例如，着重表示地势起伏和水系特征的地势图、着重表示国家领土范围、行政区划状况以及交通线的行政区划图、着重表示自然环境及其组合的自然地图、着重显示岩层和构造分布的地质图等。

【地理底图】 base map 是编制专门地图时，作为控制和转绘专门内容骨架的图件。通常是按照一定的要求，将普通地图的内容经过综合取舍，并制成较淡色调的地图。例如，地质工作中应用的各种比例尺的地形底图，水系图等。

【制图六体】 the six basic princi pIes for cartography 世界上最早的编制地图的规范。是由我国晋代制图学家裴秀（公元224— 271 年）总结前人制图经验所制订。六体为：分率、准望、道里、高下、方邪、迂直，即绘制地图时的比例尺、方位、距离和高低起伏等原则。自此至明末，为我国制图者所遵循，在世界制图史上也有重要地位。

【地图投影】 map projection 将地球表面的经纬线网运用数学原理转绘到平面上的方法。由于地球表面是一个不可展开的曲面，运用数学方法转绘到平面图上，就会有某种变形。这些变形主要表现在角度、长度、面积三个方面。图上任何两方向的夹角与实地相应角度相等，在小范围内其形状也与实地形状相似而其他长度、面积均有变形的地图投影，称为等角投影或正形投影。图上面积与实地相应面积保持一定比例而其他角度、长度均有变形的地图投影，称为等积投影。图上角度、面积、长度均有较小变形的地图投影，称为任意投影。在任意投影中有一种主要投影，其经线或纬线或其他某一条方向线上的长度与实地相应长度保持一定比例而其他角度、面积均有变形的地图投影，称为等距离投影。按经纬线投影的形状，地图投影可分为方位投影、圆柱投影、圆锥投影、多圆锥投影、伪方位投影、伪圆柱投影和伪圆锥投影等。

【等角横切椭圆柱投影】 transverse elliptic cylindrical equal – angle pro – jection 又名高斯—克吕格投影，简称高斯投影。是德国数学家高斯（Carl Fried rich Gause）所创造，后经德国大地测量学家克吕格（Johannes Kruger）加以补充，故名。它是一种正形地图投影。即假想用一个椭圆柱切于地球椭球体的某一经线（称为中央经线），将中央经线两侧一定宽度的椭球面按等角条件用数学方法将经纬线投影到椭圆柱面上，再将椭圆柱面切开展成平面。中央经线和赤道在平面上成正交的直线，作为此投影的座标轴，其交点作座标原点。为控制长度变形不超过地图图解精度的范围，首先按一定的经差将地球表面分为若干带，一般是将中央经线左右各3°（或1．5°）划分为一带，称为六度带（或三度带），然后分带进行投影。用这种投影方法，在计算国家三角点（导线点）的直角座标时，都在六度带内进行；在一万分之一和更大比例尺测图时，则在三度带内进行。我国目前施测的地形图即采用这种投影。



等角横切椭圆柱投影

【高斯－克吕格投影】 Gauss－Krugerrojec tion 即“等角横切椭圆柱投影”。

【改良多圆锥投影】 modified poly conic projection 是用于编制国际百万分之一分幅地图的投影，也叫国际百万分之一地图投影。它是以普通多圆锥投影为基础，使各经线描绘成直线，各图幅中央经线东西各2。的经线保持长度不变而中央经线的长度比实际长度略小；纬线描绘成同轴但不同圆心及不同展开半径的圆弧。上下两边的纬线保持长度不变，其他纬线的长度比实际长度略小。在纬度0°—60°之间，每幅经差6°，纬差4°；纬度60°—76°。每幅经差12°，纬差4°；纬度76°—88°，每幅经差24°，纬差4°；88°以上，合成一幅。

【双标准纬线等角圆锥投影】 conic equal－angle projection with two standard parallels 又名兰勃特投影。是法国数学家兰勃特（Johann Heinrich Lambert）所拟定，故名。是一种正形地图投影。即假想用一个圆锥割于地球的某两纬线（称为双标准纬线），将地球的经纬线按等角条件用数学方法投影到圆锥面上，再将圆锥面切开展成平面。纬线在平面上成同心圆弧，经线成通过圆心的直线束。标准纬线保持长度不变，标准纬线之间的经纬线的长度比实际略小，标准纬线以外的经纬线比实际略大。许多国家早期的地形图曾采用此投影。

【等角圆柱投影】 cylindrical equal angle projection 又名墨卡托投影。是数学家兼地理学家墨卡托（Gerhard Mercator）首先应用，故名。是一种正形地图投影。即假想一个圆柱切于地球的赤道，按等角条件用数学方法将地球的经纬线投影到圆柱面上，再将圆柱面切开展成平面，经纬线在平面上成一组互相垂直的平行线。赤道保持长度不变，赤道以外的经纬线的长度随纬度的增加而比实际逐渐增大。这种投影的特点是地球上两点间的等方位线（等角航线）在平面上描绘成直线，所以广泛用于编制航空图。航海图和世界地图。

【地理座标网】 geographical grati cule 又名制图网。是用一定经纬度间隔表示的经纬线网，注有经纬度，供展绘点位和确定点位的地理座标之用。

【制图网】 cartographical graticu le 即“地理座标网”。

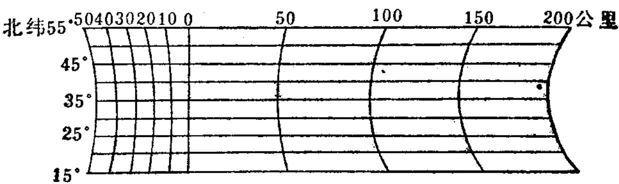
【制图综合】 cartographical gene ralization 是编制地图时选取和简化地图内容的过程和方法。地图内容因用途、比例尺和制图区域的不同，而有主次、详简之分。制图综合就是在编图时舍去次要的，表示主要的，正确显示制图地区的特征，以适应使用的需要。

【地图整饰】 map appearance 是地图印刷前，将原图按出版的技术要求加以整理和修饰的工作。它包括地图符号、文字注记的设计和绘制，地貌的平面造型及图外的美术装饰等。

【地图清绘】 map fair drawing，map delineation 制作印刷原图的一个工艺过程。为了提高成图质量，将地形原图或编绘原图，通过复照制成蓝图，并在蓝图上按照图式和规范的要求进行描绘的加工过程。地图注记和符号一般用照相植字剪贴。经清绘完成的原图，称为印刷原图。现代地图生产中，已逐步采用刻图法代替清绘。

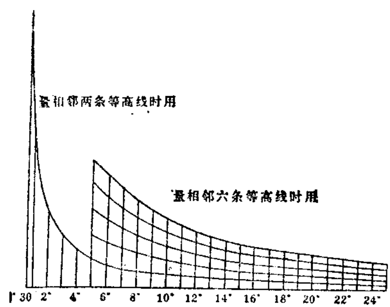
【刻图法】 engraving，scribing 一种新的制作原图的印刷方法。将地形原图或编绘原图经复照晒制在流布有感光液和保护膜的刻图膜片上，然后根据分色需要分别对等高线、水系、道路等符号，用刻图工具分选刻划成分色底版，以供制作印刷版之用。利用此法，可省去清绘前后两次照相和分涂工序，节约劳力，提高成图质量，所以在地图清绘中，已得到广泛的应用。

【经纬线比例尺】 longitudinal and latitudinal scale 经线比例尺和纬线比例尺的总称。供小比例尺地图上量算距离之用。它们分别由一组平行直线组成，并注有经度或纬度以及经纬线段所代表的相应实地水平长度。因小比例尺地图各处投影误差不同，用这种比例尺量距，方能消去部分误差，得到比较精确的结果。



经纬线比例尺（双标准纬线等角圆锥投影，标准纬线北线25°及45°）

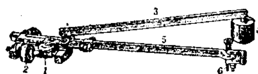
【坡度尺】 scale of slope 是根据地形图上等高线间的距离，确定地面坡度的一种图解曲线。它由甲乙两尺组成，甲尺用于量取相邻两条等高线间的坡度，乙尺用于量取六条等高线间的坡度。使用时，先量取等高线间的距离，然后在纵线上找出与其相等的位置，此处所注角值或坡度百分率即为等高线间的实地坡度。



坡度尺

【缩放仪】 pantograph 是制图时用于缩小或放大图形的仪器。常用的杠杆缩放仪，是根据相似三角形原理，由四根金属直杆联成活动的平行四边形制成的。其上设置有支点、绘图笔和描针。使用时，按缩放比例调整支点、绘图笔和描针的相互位置，使三者位于同一直线上，然后将描针沿图形上的线划移动，绘图笔头即同时绘出缩小或放大的图形。此外，利用透镜成象原理制成的投影仪器，亦可进行图形的缩放作业。

【求积仪】 planimeter 是在图上量测图形面积的仪器。常用的是极点求积仪、由重锤、极臂，计数器、测微轮、航臂和航针等组成（见图）。使用时，将底部装有小针的金属重锤压在图纸上作为极点，然后使航针沿图形轮廓移动一整周，根据计数器和测微轮上的分划值，便可计算出该图形的面积。



求积仪

1．计数器；2．测微轮；3．极臂；4．重锤；5．航臂；6．航针

【晕渲法】 hill shading method 地图上表示地貌的一种方法。是假定在选定位置的同一光源照射下，地面各处因倾斜程度不同，其受光强弱也不同。根据这一原理，用深色调表示陡坡，浅色调表示缓坡，从而构成地貌的立体形象。通常与等高线配合使用。因富有立体感，故应用较多。

【晕□法】 hachure method 地图上表示地貌的一种方法。是假定在选定位置的同一光源照射下，地面各处因倾斜程度不同，其受光强弱也不同。根据这一原理，用粗细、长短和疏密不同的线条表示地面的起伏状态。用粗短而密的线条表示陡坡，细长而疏的线条表示缓坡，从而构成地貌的立体形象。用晕晕法表示地貌，虽有立体感，但绘制繁杂，目前已较少应用。

【分层设色法】 hypsometric me thod 是地图上用色彩表示地面起伏状态的一种方法。即按等高线或等深线逐层以一定的颜色变化次序或色调深浅来显示地面的高低起伏，以增强地貌的立体感和易读性。例如，以绿、黄、橙等色分别表示平原、高地、高山；以深浅不同的蓝色表示海深。

【地图复照】 map photography 是地图制印的一个组成部分。即利用特制的大型摄影机（复照仪），经过尺寸纠正及摄影技术处理，将印刷原图制成尺寸准确、黑白分明的底片。其方法有湿版、干版、网目、分色和静电等。

【地图制版】 map plate making 是制作地图印刷版的过程。一般是利用复照所得的地图底片，按分色需要的数量进行翻版，经修涂后，在流布有专门胶膜的版面上，晒制印刷版，以供地图印刷之用。制版方法主要有：蛋白制版、树胶平凹制版、聚乙烯醇平凹制版和多层金属平凹制版等。

【色标】 colour index 亦称色表。是编绘和印刷地图时参考用的色彩标准。一般用三原色（红、黄、蓝）油墨，以各种形状的网点，彼此交叉叠印而成。

【地图印刷】 map printing 是印制地图的最后工序。即用印刷机将印刷版上的图形复制成大量精致地图的过程。操作时，将经过打样审校无误的印刷版按印刷先后次序装在印刷机上，根据规定的色标与精度要求，精密地套印成大量的多色地图。

【晒图】 blue－printing 复制图件的一种方法。是将涂有感光药物的图纸放在底图下，经过露光、显影而复制成图件。利用氧化铁盐的光化效应晒图的，称为铁盐晒图。利用银盐的光化效应晒图的，称为银盐晒图。利用重氮化合物的光化效应晒图的，称为重氮晒图。

钻探工程

钻探

【探矿工程】 exploration enginee ring 有时也称勘探技术。一般泛指地质勘探工作中的有关的工程技术。除钻探和坑探两个主要方面外，凡为了完成地质勘探工作而必须进行的其他工程，如交通运输、修配业务、动力供配等，也都属探矿工程的范畴。其中钻探工程又分为地质勘探钻进和工程技术钻进两种。前者是根据地质设计，在预定地点，利用钻探设备钻穿岩层，取得岩样、水样、土样等实物资料，并通过钻出的钻孔进行地下物理测量或地下水文地质动态观测等，在地质勘探中应用最广。随着生产技术的发展，工程钻进的应用也不断扩大。如水坝或其他工程建筑基础的灌浆和固结处理，矿山竖井建设中冻结孔的钻凿，以及地下坑道的通风孔、电缆孔等的钻进，都属钻探工程的范畴。坑探工程是指勘探巷道的掘进，即按地质设计在岩层内凿出一个可供人员及设备进入的通道，从中直接采集所需的实物样品，并在其中进行观察、描述等，从而为地质和矿产情况提供资料。坑探工程在目前仍是一种多工种配合的、劳动条件较差、劳动强度较大的工程技术，必须努力提高其机械化程度及效率，改善劳动条件。根据业务工作的内容，探矿工程还分为机械设备及工艺技术两个方面。

【勘探技术】 即“探矿工程”。

【钻探】 drilling，boring 用钻机按一定设计角度和方向向地下钻孔，通过取出孔内的岩心，岩屑或在孔内下入测试的仪器，以了解地下的岩层、矿产或地质构造等。这种工程，称钻探。它是地质勘探工作的一种重要技术手段，广泛应用于寻找和勘探各种矿产、油气藏、地下水，以及为水利建设、工程建筑及铁路施工等提供地质资料。

【岩心钻探】 coredrilling 钻进时，在孔底保留岩心，并主要以提取出的岩心来研究、了解地下地质和矿产情况的钻探方法，称岩心钻探。

【钻井】 drill well 通常指为勘探或开发石油、天然气等液态和气态矿产而钻凿井眼及大直径供水井的工程。在油、气田的勘探和开发过程中，它既是一种勘探手段，又是开采的手段，所以在这种情况下，钻探也就是钻井，但在设备和工艺等方面它与一般的地质钻探不同。有时，也把钻凿成的井眼称为钻井。

【岩心】 core 指在钻探或钻井工程中，根据地质工作或工程的需要，使用岩心钻头及其他取心工具，从孔（井）内取出的圆柱状或形状不规则的岩块。从固体矿产的矿体或矿层中取出的含矿岩石或矿石块，则称矿心。岩（矿）心是研究和了解地下地质和矿产情况的重要实物材料。

【矿心】 ore core 通过钻探从固体矿产的矿体或矿层中取出的含矿岩石或矿石。参见“岩心”。

【岩（矿）心采取率】 core recove ry 衡量钻探或钻井工程质量的一项重要指标，是指某一段孔（井）身内所取得的岩（矿）心长度与该段进尺的百分比$\left[\text{岩（矿）心采取率} = \frac{\text{实际取岩（矿）心长度（米）}}{\text{取心孔（井）段进尺（米）}} \times 100\%\right]$。在一个回次进尺内的采取率称回次岩（矿）心采取率；在某一层地层内的采取率称分层采取率。

【岩屑】 drillingcuttings 指钻井时被钻头研磨或破碎了的岩石颗粒。它由循环冲洗液从井内带出地面，是了解岩层性质、油气显示及编制地质剖面图的资料依据。

【岩粉】 drilling cuttlngs 在一般的地质钻探中，被钻头破碎了的岩石颗粒，因其粒度较细，故称岩粉。在岩心采取率不足或因其他原因不能满足地质要求的情况下，有时也可配合岩（矿）心作为了解地质和矿产情况的资料依据。

【钻孔】 drill hole 在地质工作中，通常把用钻机向地下钻凿成直径较小而具有一定深度的井孔称为钻孔。其最上部称孔口，最底部称孔底。井孔的直径称孔径，其深度称孔深。整个井孔称孔身，其中某一段称孔段。

【油（气）井】 oil（gas）well 指为了勘探或开采石油及天然气，按一定的布井系统钻成的井眼。按其目的，可分为生产井、注水井、注气井及勘探井等。与一般勘探固体矿产的钻孔比较，其特点是深度及井径都较大、它既是油、气田的勘探手段，也是开发油、气田的基本建设工程。

【钻进】 drilling 利用钻头在孔（井）底工作，以破碎岩石和继续加深钻孔或井眼的作业。

【钻进方法】 drilling method 在钻探或钻井工程中，钻进方法是指向地下钻孔（井）时，破碎孔（井）底岩石的方法及技术措施的总称。目前主要是应用机械的方法破碎岩石。根据破碎岩石的外力作用性质及方式，钻进方法可以分为冲击钻进、回转钻进、冲击回转钻进以及振动钻进等、按钻进时是否采取岩心，则分为取心钻进与不取岩心钻进。在地质勘探工作中，主要是采用取心钻进。按回转钻进时破碎岩石所使用的磨料，又分为硬质合金钻进、钻粒钻进和金刚石钻进等。

【回转钻进】 rotar ydrilling 在钻探或钻井工程中，回转钻进是指在轴心压力作用下的钻头用回转方式破碎岩石的一种钻进方法。回转钻进可以钻不同深度和不同倾角

的钻孔（井），可以取岩心或不取岩心，因此是钻地质勘探孔和油（气）井的主要方法。其他部门也广泛采用这种钻进方法钻各种技术孔，如爆破孔、通风孔、排水孔、冻结孔、运输孔以及安装电缆、管道用的钻孔等。

【冲击钻进】 percussive drilling 是钻头在一定机构的作用下，利用钻具自重周期地对孔底进行冲击，而使岩石破碎的一种钻进方法。按连接钻头的方式，它分为钢丝绳冲击钻和钻杆冲击钻；按使用的动力又分为机动和手动两种。冲击钻进一般只宜钻垂直孔，常用于水文地质和工程地质勘探，以及钻进供水井、爆破孔及其他工程技术孔等。

【冲击回半转钻进】 percussive - ro tary drilling 是一种冲击钻进和回转钻进相结合的钻进方法。即钻头在孔底回转并破碎岩石的同时，还通过一定装置向其施加冲击力，以加速岩石破碎，提高钻进效率。这种方法按使用的动力，可分为气动冲击回转钻进和液动冲击回转钻进。目前，常采用潜孔锤来实现冲击半回转钻进，主要应用于采矿工业中用来对坚硬岩层钻凿爆破孔。

【潜孔锤钻进】 down - hol ehammer drilling 是一种冲击和回转相结合的钻进方法。钻进时，潜入钻孔内的冲击器以压缩空气或高压液体为动力对孔底冲击，与此同时，在钻孔外的钻机通过钻具带动冲击器回转，对孔底造成冲击、回转同时作用的钻进效果，以加速孔底岩石的破碎。在坚硬岩层中，它比单一的冲击或回转的钻进方法可获得较高的钻进速度，目前主要在采矿工业中用来钻凿爆破孔。

【硬质合金钻进】 tungsten - carbide drilling 使用硬质合金钻头，在一定轴心压力的作用下，以回转方式切削破碎岩石的一种钻进方法。硬质合金钻进一般适用于中硬和中硬以下的岩石。它可以钻任意角度的钻孔，是地质勘探和其他工程技术工作中广泛采用的一种钻进方法。

【钻粒钻进】 shot drilling 向钻孔底投以钻粒，由筒状钢质钻头（钻粒钻头）在一定压力下回转，拖动钻粒而破碎岩石的钻进方法。早期钻粒为铸铁砂，习惯称“铁砂钻进”。后来钻粒发展为切制钢粒，就称为“钢粒钻进”。钻进时，钻头与钻粒是分离的，钻粒可以从孔口或钻杆内投入。钻粒钻进的钻孔倾角限于60°—90°。钻头直径较大，一般为75—150毫米，实际钻出的钻孔直径比这还大，故易引起钻孔内钻具弯曲，出现孔斜增大等质量事故，而且加大管材和动力的消耗。用钻粒钻进还可以在坚硬的岩层中开凿竖井。

【金刚石钻进】 diamond drilling 是用金刚石钻头在一定轴心压力作用下，以回转方式破碎孔底岩石的一种钻进方法。由于金刚石是一种硬度最高的矿物，所以用金刚石钻头可以钻进各种硬度的岩石，特别是钻进中等硬度以上的岩石。金刚石钻进效率高，成本低，岩心采取率高，钻孔弯曲度小，能钻进任何倾角的钻孔。金刚石钻进口径系列较小，可以使钻探设备轻便化。目前这种方法已逐步在地质勘探中被普遍采用。

【小口径钻进】 small diameter hole drilling 系指采用直径小于76毫米钻头的钻进方法。目前我国采用的金刚石钻头直径是76、66、56、46、36毫米几种。小口径钻进主要采用的是金刚石钻头，故又常称为金刚石小口径钻进。但有时也应用硬质合金钻头。小口径钻进时，钻具与孔壁的间隙小，钻具不易弯曲，因而钻孔弯曲度、钻具磨损及动力消耗等都比较小。由于小口径钻头破碎孔内的岩石少，所用的钻具及设备也较轻便。特别是金刚石小口径钻进更具有钻进效率及岩心采取率高、成本低、事故少等优点。但在复杂地层中钻进和需用泥浆护孔的情况下，常出现岩心堵塞及糊钻等现象，因而易引起烧钻事故，故在操作时应特别注意。石油钻井中的小井眼钻进则指井眼直径小于$7^{1/2}$英寸（188毫米）的钻进。

【无岩心钻进】 non－core drilling 又称全面钻进。用钻机向地下钻凿钻孔或井眼时，不从孔（井）内采取岩心，而主要根据岩屑的分析和各种地球物理的测井手段来了解地下的地质、矿产情况。这种钻进方法，称无岩心钻进。

【涡轮钻进】 turbodrilling 利用井下发动机钻进的一种方法。即用高压、大排量的泥浆或压缩空气（或天然气）作为能源介质，推动涡轮钻具的涡转（转子），使液（气）体的动能转变为机械能，从而带动钻头在井内旋转并破碎岩石。其中以泥浆作能源介质的涡轮钻进应用较广。涡轮钻进的特点是不需要钻杆来传递转矩，可以减少钻具的磨损和折断事故，提高钻进的速度和钻井质量。但它只能在一定的井深内获得较好的效果。涡轮钻进时，钻杆一般不转动，但为了防止卡钻事故，常需要钻杆慢转。五十年代后期至六十年代初期在我国石油钻井中广泛使用涡轮钻进，但由于功率消耗大，目前已很少采用。

【爆炸钻进】 explosive drilling 钻井工程中使用的一种特殊钻进方法。即每隔一定的时间，从井口向钻杆内孔投入一枚小型塑料外壳炸弹，通过冲洗液的循环下到井底，然后利用冲洗液的压力起爆并破碎岩石。这种方法，目前还处于现场试验阶段。

【柔杆电钻】 drilling with flexible pipe 是六十年代发展起来的一种钻进方法。它用柔性钻杆（一种用钢丝、塑料、橡胶和其他材料制成的，可以承受较大机械载荷的软管）代替刚性钻杆来控制井底电钻钻进。柔杆的作用是给井底电钻传输动力及控制讯号（动力线及讯号线埋设在柔杆壁内），输送冲洗液等。起下钻时，柔杆缠绕在大直径柔杆卷筒（分水平卷筒及垂直旋转篮两种）上，免去拧卸钻杆的作业，缩短了起下钻具的时间，同时能保持钻进时泥浆的连续循环和实现钻进过程的遥测控制。采用柔杆电钻能减少功率消耗，增加钻井安全，并可以克服风浪对海上钻井的影响，便于钻斜井或定向井、超深井以及使用高比重泥浆钻进高压地层等。

【热力钻进】 jet－pieroing 一种用高温熔化岩石的钻进方法。它有采用煤油或柴油与氧气混合，通过喷嘴在喷出燃烧时将岩石熔化并加深井眼的；也有利用电弧产生高温来熔化岩石的。它比一般钻进方法的钻速高数倍至数十倍，但由于喷燃消耗能量很大，成本很高，目前在生产上还没有推广使用，仅试验用于露天采矿时钻凿炮孔。

【高压喷射钻井】 high pressure jetting drilling 采用喷射式钻头，以很高的泵压使泥浆自钻头喷嘴产生很高的喷射速度（最高达75—100米/秒）的一种钻井工艺。它一方面可以利用高流速的泥浆冲刷井底，帮助钻头破碎岩石；另一方面又能更好地清洗井底和钻头，加速钻进。高压喷射钻井要求配备大功率的强力泵，相应地配合使用低固相泥浆，保证泥浆的除砂和净化。使用这种钻井工艺，比普通钻井工艺在相同地层中可以提高钻速1至2倍。

【超深井钻井技术】 technology of ultradeep drilling 现阶段一般是指井深超过6000米的钻井工艺。目前世界上最深的井已达10000米。超深井钻井技术具有以下特点：钻井时消耗的功率很大，设备的总驱动功率在5000马力以上；钻井技术装备庞大而复杂，操作和控制的自动化程度要求高；为保证钻杆不易折断，要求有强度很大的钻杆。钻杆的使用必须有严格的管理和检查制度；深部地层的岩层坚硬，必须采用高效率的钻头；井身结构复杂，套管的层数多，固井工艺要求高，必须用强力的注水泥设备；井底温度高，为保持泥浆性能，必须对泥浆进行抗高温处理；随井深增大，钻井时要采取有效的防斜措施；钻井事故的可能性随井深加深而增大，钻井过程更要严格地执行操作规程和事先拟出的技术措施；深部井段的油气压力极高，钻开油、气层前需要安装极良好的井口装置，及采取有效的防喷、防火措施；等等。

【程序自动控制钻井】 drilling of programmed control 是一种用电子计算机控制的钻井工艺，目前尚处于研究阶段。钻井程序自动控制机包括钻井参数检测仪表系统、检测信号的数据处理系统、钻井操作指令程序化的存贮系统、钻井操作指令发出系统以及指令执行机构。程序控制的过程，是在规定的时间间隔内检测钻井的各参数，处理数据，比较在存贮器内预先存贮的控制数据，同时拟定出最优控制方式。计算机存贮器可以大量地存入生产经验、本地区的地层条件和油气压力以及泥浆性能要求等，因此钻井过程一出现各种情况，电子计算机就可以进行分析判断、发出指令，如果自动机无能力做自动调整（例如井喷预告），则自动控制机就发出警报，通知人们采取紧急措施。

【自选最佳点钻井】 drilling of au tomatic optimize control 一种比较简单的自动控制钻井工艺，是早期类型的钻井自动控制。钻井给进最优点的选择依靠钻井效果参数模拟量的比较而得。即自动给进机定时地发出指令，控制执行机构进行试探给进，每次试探的效果参数输入逻辑运算处理系统，经过分析比较选择出一个最优给进方式控制给进。间隔一定时间后，自动给进机又发出指令再进行试探。给进的最优方式控制有两

种，一种是按能获得最大的机械钻速给进；另一种是按井底钻头能获得最大转矩给进。

【地下钻】 underground drilling 又称坑道钻。在勘探坑道或开采坑道里所进行的钻探工作，主要用于勘探矿体的较深部分，寻找盲矿体或矿体被断层错断的部分，以及钻凿爆破孔或者指导坑道的掘进方向等。利用地下钻比延伸坑道经济，也比直接从地表钻进可以节约大量在围岩中的进尺，而且还可以钻任意角度的钻孔。为了安装钻探设备，一般需要在坑道内开凿专门的峒室。

【坑道钻】 即“地下钻”。

【钻机】 drill，drilling machine 用于向地下钻孔的机械。其主要作用是带动钻具破碎孔底岩石，提出或下入在孔内的钻具。按破碎岩石的方式，钻机一般可分为回转式钻机、冲击式钻机和冲击回转式钻机等几大类；根据用途又分为石油钻机、岩心钻机及水井钻机等。按结构的不同，以上各种类型和用途的钻机又分为许多型式。油（气）井钻井中，钻机通常是指钻井用的成套设备，故又称“钻井设备”。它包括动力机、转盘、传动和控制设备、绞车、天车、游动滑车、水龙头、大钩、泥浆泵、井架及其他附属设备等。我国石油钻井的钻机均按起重能力分类。例如，起重能力为30吨的钻机最大钻井深度可达800米；180吨的可钻4000米；等等。按动力类型，又分为内燃机驱动和电动机驱动两种。

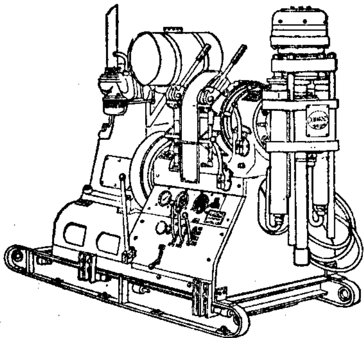
【立轴式钻机】 spindle type drill 地质钻探中常用的一种回转式钻机。这种钻机的回转机构有一段较长的立轴（1米左右），用其带动钻具回转、实现给进并导正钻具，故名立轴式钻机。它可以在各种硬度的岩石中钻垂直孔和一定范围的倾斜孔。在钻进浅孔和斜孔时，立轴的导正作用尤为显著。

【转盘】 rotary table 石油钻井钻机的转盘是一个独立的机械设备，它由底座和转台两部分构成。在地质钻探中，转盘是转盘式钻机的一个部件。转盘的主要作用是带动主动钻杆及孔（井）内的钻具旋转，从而使钻头在孔（井）底破碎岩石。

【转盘式钻机】 rotary drill 一种地质钻探用的回转式钻机。由于它的主要回转机构是一个转盘，故名转盘式钻机。转盘是一个中心具有方孔的回转部件，它通过方钻杆带动孔内钻具回转。起下钻具时，转盘又是拧卸钻具的机构，可以减轻劳动强度并有利于安全生产。转盘本身不能控制给进，所以在钻进浅孔时，要用钢丝绳或链条加压；钻进深孔时，用绞车调节钻具压在孔底的重量来控制孔底压力。转盘钻机的钻孔方向范围较窄，一般只能钻70°—90°的孔。

【油压钻机】 hydraulic feed drill 一种以油压装置调节钻机给进的立轴式钻机。即孔内钻具加减压力是由一对（或一个）与立轴相关连的油缸和活塞来实现的。当高压油进入油缸底部时，活塞承受向上顶力。此作用力传给立轴及钻具，可将钻具顶起或平衡部分钻具重量，以实现减压钻进；高压油进入油缸上部时，则活塞承受向下压力，

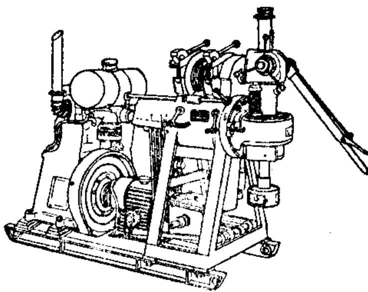
使立轴及钻具实现加压钻进；在处理卡、埋钻事故时，还可起千斤顶的作用。高压油由油泵供给，通过油管、油阀可控制地送往工作油缸。油压钻机给进的各种动作和压力的调节，全部由控制分配阀和油阀来实现，故操作安全省力，工作平稳可靠。油压钻机是我国地质勘探中目前广泛应用的一类钻机，其系列有 XY－1，XY—2，XY－3，XY－4，XY－5。但现用的油压钻机结构比较复杂，维修搬迁比较困难。



XY—2—2 型油压钻机

【油压转盘式钻机】　rotary drillwith hydraulic feed　一种用转盘回转和用油压给进的钻机。给进时，油缸活塞通过活塞杆上部的横梁和油压卡盘与钻具相连，以调节孔底压力。此种钻机兼有油压钻机和转盘钻机的主要特点。详见“油压钻机”、“转盘式钻机”。

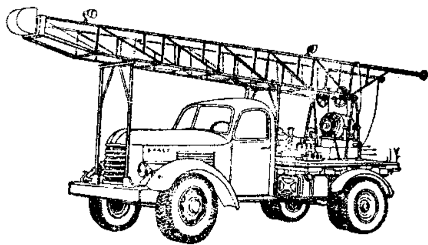
【手把（轮）式钻机】　hand－lever feed drill　一种靠人力操纵起杠杆作用的手把（或手轮）调节给进的立轴式钻机。这种钻机结构简单，可拆性好，维修比较方便，但操作时劳动强度很大，不够安全，在钻深孔时不能有效地控制给进。这种钻机是钻机发展的早期类型，目前采用的已愈来愈少。



XJ—100—1 型手把压钻机

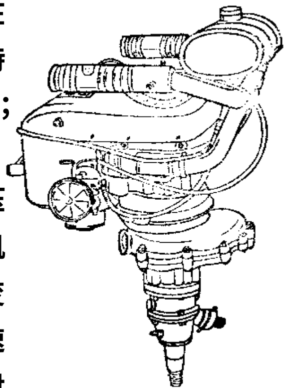
【车装钻机】　truck mounted drill— ing　是一种可移动式的钻机组。其全部钻探设备（钻机、水泵或压气机、钻塔，有的还有动力机）组装在各种型式的车辆上，构成一个整体。按装载方式可分为自行式和拖挂式两种。自行式车装钻机的全部设备安装在汽车或拖拉机上，施工时用车辆本身的动力带动钻机、水泵（或压气机）工作；拖挂式车装钻机是将包括动力机在内的全部钻探设备安装在各种型式的拖车（如轮胎拖车滑撬拖车等）上。施工时用拖车上装载的动力机工作，行走时用汽车或拖拉机拖动。两种钻机均可将钻塔倒放在车辆或拖车的支架上进行整体迁移，从而缩短了安装、拆迁的时间。车装钻机一般只适用于平原和低缓丘陵地区，但随装载设备的改进，例如采用

特宽轮胎卡车等，其适用范围可逐步扩大到沙漠；丛林；沼泽和河网地区。可钻进的深度，目前已由浅孔（10—150 米）扩大到中深孔（500— 800 米）甚至深孔（900 米以上）。



DPP—100 型车装钻机

【取样钻机】 sampling drill 一种轻便浅孔钻机。它能在表土及岩层中钻进数十米的浅孔，并能采取土样及岩心。其特点是体积小、重量轻，一人即可背运，适合于地质普查；建筑；路基勘察及各种工程施工中使用。

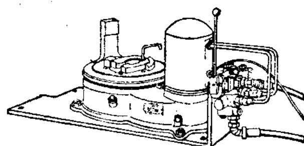


DPP—10 型取样钻机

【全液压钻机】 full – hydraulic ope rated drill 也称全油压钻机。一种用油压驱动和控制所有运转部件的钻机。这类钻机借高压变量油泵实现无级变速，可简化传动机构，去掉齿轮变速箱，既减轻了钻机重量，又能充分利用动力。同时钻机转速较高，工作平稳，操作方便安全，易实现自动化和仪表化，对高速小口径钻进（如金刚石钻进）尤为合适。但这种钻机的液压部件的加工制造较复杂，使用维修的要求比较高。按其结构型式，可分为立轴式全液压钻机和动力头式全液压钻机两种。目前我国设计制造的有 JXU – 600 型立轴式全液压钻机，和 KD – 600 型、钻石— 600 型等动力头式全液压钻机。这种钻机已逐渐广泛地在地质勘探中得到应用。

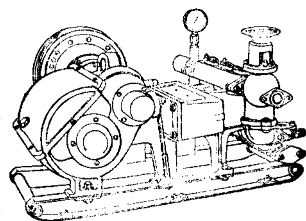
【动力头式全液压钻机】 full by draulic motor head drlve drill 全液压钻机的一种型式。它除了具有全液压钻机的一般特点外，还采用液压马达及简单的齿轮减速箱构成动力头，直接带动钻具□转，同时还用两个长油缸控制给进和提升钻具，不仅使动力头可以随钻具上下运动，减少钻进过程中的“ 倒杆 ”次数，有利于保护岩心及减少岩心堵塞事故；而且取消了由钻塔、卷扬机和钢丝绳等组成的提升机构，减轻了设备的重量。我国设计制造的动力头式全液压钻机有 XD – 600、钻石 – 600 等型号。参见“ 全液压钻机 ”。

【拧管机】 device of breakout or join drill rods 是在地质钻探的起下钻具时，用于拧卸钻杆的一种机械。它可代替人力拧卸钻杆，减轻工人劳动强度，提高升降工作效率。按传动方式，拧管机分液压传动和机械传动两种。



液压宁管机

【泥浆泵】 mud pump 又称钻井泵。是向孔（井）里输送泥浆或水等冲洗液的机械。钻探常用的泥浆泵是一种活塞式往复泵。它利用活塞在缸体内作往复运动，形成容积改变，造成压差，吸入泥浆或水，再以高压将泥浆或水排出，注入钻孔（或油井）内冲洗钻孔（或油井）。泥浆泵的规格以其最大排量的大小来表示，例如岩心钻探中使用的一种 BW—250 泥浆泵，即每分钟排出 250 升泥浆。

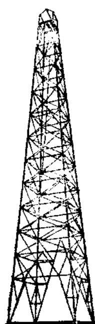


BW－250 型泥浆泵

【螺杆泵】 spiral pump 是一种容积泵。主要由泵壳（定子）和在其中转动的螺杆（转子）组成。螺杆转动时，吸入腔的闭腔容积逐渐扩大造成负压，从而吸入液体，使液体由一端向另一端强制移动，并产生压力。螺杆泵工作转速高（1000 转/分），不用减速箱，故重量轻、体积小、结构简单，能连续排水且压力稳定。但其排量随压力增大而减小，一般压力在 10 个大气压以下时，工作比较可靠。当前生产的螺杆泵的排量与压力能初步满足浅钻的要求，但为减小定子与转手的磨损，则要求输送的冲洗液中含砂量要少。

【泥浆搅拌机】 mud mixer 钻探或钻井施工中，用来制造泥浆的机械设备。其外部是一桶形容器，中间安有一根带有叶片（或链条）的回转轴。工作时，将粘土和水等盛于桶内，经叶片搅拌使之成为泥浆。

【钻塔】 drill tower 又称“井架”。是架设在钻场或井场上，配合钻机绞车进行升降钻具的塔架。钻塔的高度决定于孔（井）的深度。钻孔（井）深度大时，钻塔的高度也相应增高，以便减少起下钻具时的拧卸次数。一般在钻地质勘探孔和工程孔（孔深在 1500 米以内）时钻塔高度在 9—23 米之间，油气井的深度较大，使用的并架也较高，通常有 38 米、41 米和 53 米等数种。钻塔应有足够的强度，以适应强力起拔钻具时负荷增大的要求。根据钻塔的结构，可分为桅杆、两脚、三脚和四脚钻塔。按构成塔架的材料，又分为金属钻塔和木质钻塔。



钻塔

【井架】 derrick 即‘钻塔”。

【井架底座】 derrick substructure 是石油钻井井架下部的构件。它的功用是支持井架，构成钻台，并成为井口装置（套管头、防喷器等）的安装与操作空间。井架底座有两种形式，一种是固定在混凝土基墩上而与井架完全分开的，称固定式井架底座；另一种则构成井架的一部分，称运移式或活动式井架底座。

【基台】 drill base 是地质钻探时安置钻塔和钻探设备的基础。一般用方枕木或型钢构成框架铺于地面，用螺杆把钻塔和钻探设备固定在上面，以保持钻探设备之间的相对位置，并承受钻塔及设备的压力和避免下沉。

【钻台】 derrick fleer 指油（气）井井架底座上的平台。它距地面有一定高度，以便在井口安装井口装置。钻台上安装有关的钻井设备，是进行钻进、起下钻，下套管和其他操作的地方。

【井场】 drilling square 井场有两个涵义，一是指钻井现场，如井场布置即为整个钻井现场的平面布置；二是指钻台前的平场，用来排放钻杆、套管，固井时停放水泥车和注水泥设备以及调转车辆等。

【鼠洞】 rat hole 指钻井工程的钻台上用于起钻后放置方钻杆带水龙头的洞眼。它由一根向井架中心倾斜并插入地下的套管（称鼠洞管）所构成。在转盘前面用来放置和连接单根钻杆的洞眼，则称小鼠洞。

【绞车】 draw works 又称卷扬机或升降机。在钻井工程（或大型钻机）中，绞车是一个独立的设备；在地质钻探（或小型钻机）中，绞车是钻机的组成部件，与立轴或转盘等传动系统一起连接在机架上。绞车的作用是升降钻具或起下套管。石油钻井中，绞车还可通过链条传动来驱动转盘旋转。在转盘式钻机和手把（轮）式钻机进行减压钻进时，则可用绞车来平衡孔（并）底的压力。

【刹把】 brake crank 石油钻机（或大型转盘式水井钻机和地质钻机）中用于控制绞车的制动手把。

【天车】crown block 指安装于钻塔（或井架）顶部的定滑轮组，是钻探或钻井提升设备的组成部分，用来悬挂绞车钢绳，并与游动滑车组成复滑轮系统，提升时可以减轻绞车的负荷。

【游动滑车】 travelling bL ock 简称滑车。是钻探或钻井提升系统的一种设备。它作为动滑轮组与天车组成复滑轮系统。其滑轮数，地质钻探一般为 1—2 个，石抽钻井为 3—5 个。

【大钩】 rotary hook 大型钻机提升系统的一部分，悬挂于游动滑车的下面。钻井时，在大钩上悬挂带有全部钻具的水龙头。大钩两侧还挂有两个吊环，与吊卡配合供起下钻具或下套管之用。

【吊环】 elevatorL ink 在大型钻机中悬挂于大钩两侧供连接吊卡用的长形钢环。

【水刹车】 hydromatic brake 深井钻井时，用来减缓钻具下降速度的一种水力阻尼装置。它与绞车装在同一旋转轴上，在向井内下放钻具时，其转子与绞车同轴转动，搅动存于水刹车内的水而使转速减慢。

【猫头】 cat head 是钻井设备中装置在绞车轴一端的小型辅助卷筒。钻井时，利用缠绕其上的大绳（麻绳）带动吊钳拧卸钻具，或用来吊升小型物件。有些地质钻探用的钻机，也设有吊升小型物件的猫头轮。

【泥浆槽】 mud ditch 钻探或钻井工作中，泥浆（或永）从孔（井）口流回水源箱时所通过的槽子。泥浆槽要求有一定的长度和坡度，并需要在槽内设置一些挡板，以促使泥浆中携带的钻粉或钻屑下沉，起到净化泥浆（或水）的作用。

【钻具】 drill tools 是对除钻头以外，下入孔（井）内用于钻进并加深钻孔（或钻井）所有器具的统称。它包括主动钻杆（或方钻杆）、钻杆、钻铤、岩心管、沉淀管、各种连接接头和接箍、涡轮钻具或电动钻具、孔（井）底冲击钻具，以及扩孔器等。在有些场合下，如称钻具组合、钻具总长时，钻具又包括有钻头。钻具的功用主要是在钻进过程中给钻头传递扭矩和钻压，向孔（井）底输送冲洗液。

【钻具组合】 combination drilLingstring 又称钻具配合。专门对大井眼深井钻（如油气井钻井）而言。是指在钻井时，一定尺寸的钻头与一定尺寸的钻铤、钻杆、方钻杆相互配合、连接的方式。它是一个关系到安全、快速、优质钻进的重要问题。常见的钻具组合如下表：

【粗径钻具】 boring tool 指钻探或钻井的回转钻进时钻具底部直径较大的部分。采用硬质合金钻进和金刚石钻进时，粗径钻具由钻头、岩心管、异径接头组成；钻粒钻进时，由钻头、岩心管、取粉管接头和取粉管组成。粗径钻具的长短常影响到钻孔弯曲，适当加长粗径钻具是预防孔斜的措施之一。

钻头尺寸（英寸）	钻铤尺寸（外径）英寸）	钻杆尺寸（钻杆体外径）（英寸）	方钻杆尺寸（英寸）
$11\frac{5}{8}$	$8—9\frac{1}{2}$	$6\frac{5}{8}-5\frac{1}{2}$	6
$9\frac{5}{8}—11\frac{5}{8}$	(7—8)	$(5\frac{1}{2}—5)$	5
$7\frac{1}{2}—9\frac{5}{8}$	$5\frac{3}{4}—7$	5—4	4—5

钻头尺寸（英寸）	钻铤尺寸（外径）英寸）	钻杆尺寸（钻杆体外径）（英寸）	方钻杆尺寸（英寸）
$5\frac{3}{4}$	$4\frac{1}{4}$（正规扣）—$4\frac{3}{4}$（内平扣）	$3\frac{1}{2}$	3
$4\frac{3}{4}$	$3\frac{3}{4}$（正规扣）—$3\frac{1}{2}$（内平扣）	$2\frac{7}{8}$	3—$2\frac{1}{2}$

【岩心管】 core barrel 是岩心钻探中连接在钻头上部用以容纳和保护岩心的一段管材。钻进时，它还起导正钻具的作用。在特殊地层（如松散、破碎地层）钻进时常采用特殊的岩心管，如双层岩心管。

【取心钻具】 coring equpment 是在石油钻井的钻进时用来容纳和保护岩心的专用钻具。它连接在牙轮取心钻头或刮刀取心钻头之上，由内外相套的两个岩心筒组成。内筒容纳岩心。外筒上接钻铤，下带钻头旋转。内、外筒之间有轴承隔离运动。内筒上有逆止阀，保证钻进时使泥浆自内外筒之间流向井底，而不冲刷内筒里的岩心。

【取粉管】 sediment tube 又称岩粉管或沉淀管，是地质钻探的钻粒钻进时用来收集钻粉（钻粒粉、岩粉）的工具。它用取粉管接头连接在岩心管上部，上端开口呈马蹄形。取粉管直径与岩心管相同，长度1—1．5米。

【钻杆】 drill rod，drill pipe 钻探或钻井施工时，组成孔（井）内钻具的主要部分。是一种由无缝钢管制成的管材。其作用是通过它对钻头传递功率、调节压力和向孔（井）底输送冲洗液。随着孔（井）眼的不断加深，钻杆可逐渐接长。钻杆两端车有丝扣，以便与钻杆接头连接。丝扣车于钻杆两端内壁的称内丝钻杆；车于钻杆两端外壁的，称外丝钻杆。为了避免丝扣部分的强度减弱，两端管壁须要加厚。两端外壁加厚的，称外加厚钻杆；两端内壁加厚的，称内加厚钻杆。按丝扣的方向，有正丝（右螺纹）钻杆和反丝（左螺纹）钻杆。此外，还有一种两端不车丝扣而用焊接方法与接头连接的对焊钻杆。它也分内加厚、外加厚和内外加厚三种。在冲击钻进中，有时还采用实心钻杆。

【方钻杆】 kelly 是一种用于转盘钻（包括石油钻井及地质钻探中用的转盘式钻机）中的主动钻杆。其横断面为正方形或六角形，故称方钻杆。方钻杆的上部与水龙头连接，下部与井（孔）内钻具连接。它由转盘方孔带动旋转，并将转矩传至井内钻具。通过悬挂系统，方钻杆还可在转盘方孔内作上下移动。

【钻杆接头】 drill rod subs 在石油钻井中，钻杆接头是一种连接钻杆的短接，接在钻杆柱的各立根之间。一付接头由公接头和母接头组成。接头可分正规、贯眼和内平式三种。贯眼式和正规式接头都用于连接内加厚钻杆。内平式接头用来连接外加厚钻

杆。在地质钻探中，钻杆接头是指直接连接内丝钻杆，两端车有方形粗扣的连接件。

【钻杆接箍】　drill rod coupling　指连接外丝钻杆，以组成一个立根的各单根钻杆间的箍形连接件。其两端内壁有锥形细丝，在起、下钻时不拧卸，只在完钻后为了便于运输才予拧开。

【锁接头】　sleeve and locked up joint　钻杆锁接头的简称。是地质钻探中连接在钻杆柱各立根之间的连接件，由一对公、母接头组成。公、母接头两端分别车有细螺纹和粗螺纹。细螺纹端与钻杆连接，起下钻具时不卸开。公、母接头之间则由粗螺纹端相连接，是起下钻具时的拧卸部位。公、母接头上各有一个或两个切口，供插入垫叉和挂提引器之用。

【立根】　stand　指钻探或钻井的起下钻时构成钻杆柱的每一拧卸单位，由二至四个单根钻杆用钻杆接箍（指外丝钻杆）或钻杆接头（指内丝钻杆）连接而成。它从孔（井）内起出后斜立于钻塔内，故名立根。一个立根的长度约相当于钻塔高度的三分之二，其一端接钻杆公接头，另一端接钻杆母接头。

【单根】　single　钻探或钻井工程术语，指未与其他钻杆相连的单根钻杆，相对于由几根钻杆所组成的立根而言。

【异径接头】　sub　是地质钻探工作中用来连接不同直径管材的接头。例如连接钻杆和岩心管的异径接头，连接钻杆、岩心管和取粉管的异径接头等。

【安全接头】　safety joint　是地质钻探中在钻进特殊地层时或特种作业时连接在钻杆柱最下部，用来保护上部钻杆的一种接头。安全接头中部由粗扣方螺纹连接，它是整个钻杆柱中最易卸开的环节。在发生卡钻、埋钻事故时，可从安全接头处卸开丝扣，并将全部钻杆提出地面，以便进一步处理事故；在打捞孔（井）内钻具时，把它连接在打捞工具之上，也可在打捞工具被卡死后，便于从安全接头处卸开并提出钻杆；在油井中下入地层测验器进行中间试验时，其上部也需连接安全接头，当地层测验器被严重卡死时便于从安全接头处卸开而提出全部钻杆。

【套管】　casing plpe　是钻探或钻井工作中下入钻孔或油井内用以保护孔（井）壁的管材。它的主要功用是防止孔（井）壁坍塌、隔离地层、封闭涌水或漏水层，在开采液体矿产时，则成为防止液体漏损的流动通道。在油（气）井钻井工程中，根据套管的作用，可分为表层套管、中间套管（或技术套管）及油层套管（或生产套管）。表层套管用来隔离上部水层；保护井口和安装防喷器；技术套管用来隔离井身中部的高压油、气、水层或用以防坍，防缩；油层套管是下到油层部位，作为采油（气）和试油（气）时的通道。

【套管程序】　casing program　油（气）井井身结构的一个组成部分。是指每口油（气）井开钻之前，根据井的深浅、地层情况和井的性质而制定的下套管计划。在计划中，必须确定下入井内的套管层数、每层套管的尺寸和卞入深度，以及注入每层套管外

的水泥在环形空间的上返高度等。在保证钻井和油、气生产顺利进行的前提下，简化套管程序，可以节省钢材，降低钻井成本，加快建井速度。

【套管头】 casing head，casing ho using 在陆地或海上进行钻井时，为了支持、固定下入井内的套管柱，安装防喷器组和其他井口装置，而以丝扣或卡瓦与套管柱顶端连接并坐落于地面或海底井口上的一种特殊接头。在套管头内还可设置套管挂，它是一个上面不接防喷器的套管头，用以悬挂相同规格的套管柱。油井完井后，套管头上则安装采油树。

【钻头】 bit 钻探或钻井工作中，钻头是指用来破碎孔（井）底岩石的工具。地质钻探所用的钻头，主要是取心的岩心钻头。它分硬质合金钻头、钻粒钻头、金刚石钻头，有时也采用不取心的镶硬合金的刮刀钻头、翼状钻头和小直径的牙轮钻头。石油和深井钻井主要是采用不取心的牙轮钻头、刮刀钻头，在必须取心的个别井段则采用可取心的牙轮钻头和刮刀钻头。

【硬质合金钻头】 tungsten－carbi－ detipped bit 是地质钻探中常用来钻进 7 级以下岩石的一种钻头。在钻头体上镶焊有硬质合金切削具。硬质合金钻头有外形呈圆环状的取心钻头，也有不取岩心的翼状钻头和刮刀钻头等。根据所钻岩石的性质，硬质合金切削具的形状、数量和在钻头体上的排列形式各不相同，由此又分为多种类型。例如，钻进软地层时采用的薄片合金切削具钻头；钻进硬地层时采用的方柱状切削具和八角柱状切削具钻头；钻进遇水膨胀地层时采用肋骨钻头和钻进研磨性大或不均质岩石时用的负前镶钻头或针状硬质合金钻头等。

【金刚石钻头】 diamond bit 是用镶焊在钻头体上的金刚石（天然或人造金刚石）破碎孔（井）底岩石的钻头。金刚石钻头的种类很多，按金刚石包镶在钻头体上的形式分为表镶和孕镶两大类。前者金刚石分布在钻头体表面；后者由较细的金刚石均匀地分布在钻头胎体中。表镶金刚石钻头又根据金刚石颗粒的大小分为粗粒、中粒、细粒金刚石钻头等类。此外还有聚晶、复合片金刚石钻头。


金刚石钻头

【钻粒钻头】 shot bit 岩心钻探时用的一种钻头。它由一段（长半米左右）厚壁无缝钢管制成，下部开有一个高 150 毫米、宽相当于钻头周长四分之一到三分之一的水口。回转钻进时，钻头在轴心压力作用下，依靠底面拖动孔底的钻粒破碎岩石。钻粒钻头的硬度应略小于钻粒硬度，否则不能拖动钻粒。根据其壁厚，可分为普通钻粒钻头、厚壁钻粒钻头以及全面钻进的钻粒钻头等。

【钻粒】 shot 在岩心钻探的钻粒钻进时，用来破碎孔底岩石的磨料。按材料性质分为铁砂和钢粒两种。铁砂是直径 2．5—4．零毫米的铸铁球，性脆，具有较高硬度（一般为 Rc 58—60），但强度较低，钻进中易破碎，消耗量大。钢粒又叫切制钢粒，是由直径 2．5—4．o 毫米的高炭钢丝切制而成的圆柱状体。钢粒经热处理后，硬度高、

强度大，钻进时比铁砂效率高，消耗小。钻粒钻进早期都使用铁砂，常称钢砂，目前铁砂已完全被钢制的真正钢粒所代替。

【铁砂】　iron shot　在岩心钻探的钻粒钻进时所使用的一种磨料。见“钻粒”。

【钢粒】　steel shot　在岩心钻探的钻粒钻进时所使用的一种磨料。见“钻粒”。

【取心钻头】　core bit　石油钻井中，把用于钻取岩心的钻头，习惯称取心钻头（在一般的岩心钻探中，则称钻头或岩心钻头）。取心钻头的种类很多，在结构上差别也很大，一般有牙轮取心钻头，刮刀取心钻头和筒状取心钻头三类。后者包括硬质合金钻头、金刚石钻头等。取心钻头的选择，直接影响岩心采取率。

【刮刀钻头】　drag bit　是回转钻进中一种带有翼片的切削钻头，有双翼、三翼、四翼等之分。翼片外形有阶梯形的和无阶梯形的两种，其刃部镶焊有硬质合金或金刚石。根据需要，刮刀钻头又分为取心和不取心的两类。

【牙轮钻头】　rolling cutter bit　用于回转钻进的一种钻头，也是石油钻井中采用的一种主要钻头。它以冲击与刮挤两种方式破碎岩石。钻头上装有若干齿形滚轮，齿上堆焊有硬质合金，可分取心的和不取心的两种。按所钻岩层的性质，牙轮钻头有多种类型，与刮刀钻头相比，适用于钻进较硬的岩层。

【喷射式钻头】　jet－type bit　石油钻井中用的一种钻头。其泥浆出口呈喷管式，使泥浆对井底具有强烈的喷射能力，以帮助钻头破碎井底岩石。喷射式钻头有牙轮型和刮刀型两种。

【钻铤】　drill collar　又称加重钻杆。是一种管壁厚度超过一般钻杆四至五倍的厚壁钻杆。其作用是加重钻具底部的重量，实现对钻头加压，从而使钻铤以上的钻杆受拉，以减少钻杆折断和孔（井）身弯曲的不利因素。地质钻探中钻铤连接在粗径钻具与钻杆之间。石油钻井中，钻铤连接在钻头与钻杆之间。

【主动钻杆】　drilling pipe　插在钻机转盘或立轴的导管内，直接承受钻机的转矩，并把转矩传给所连的下部钻具的钻杆。它同时在转盘或立轴导管内上下滑行。主动钻杆上部与水龙头相连，下部与孔内钻具相连。在立轴式或油压转盘式钻机中应用时可以实现不停钻倒杆。根据钻机给进方式和卡夹主动钻杆方法的不同，主动钻杆有方型、六方型、键槽型和球卡型等。

【钻柱】　drilling string　石油钻井的常用名词之一。是指钻头以上井内钻具的统称。它由方钻杆、钻杆、钻铤和连接它们的接箍、接头组成。钻柱的主要作用是传递转矩，实现有效破碎岩石所必需的钻压，输送循环泥浆，起下破碎井底岩石的工具（钻头或涡轮钻具、电动钻具等），以及进行洗井、注水泥、划眼、打捞等辅助性工作。

【水龙头】　water swivel　是钻探或钻井中连接在主动钻杆与高压胶管之间用来输送冲洗液的工具或设备。它主要由回转部分（心轴或称心管）和固定部分（外壳）组成。共回转部分与转动的主动钻杆（方钻杆）相接，固定部分与不转动的高压胶管相

连。在地质钻探中，水龙头又称“ 水接头 ”。它分为普通水接头与提引水接头。提引水接头挂在提引钩上，一般在深孔减压钻进时使用。在油气井钻井工程中，水龙头既是钻机循环系统的一部分，又是提升系统的一部分，是钻机设备之一。其旋转部分与方钻杆：连接，固定部分挂在提引大钩上，钻进时方钻杆以下全部钻具都悬挂在水龙头的下面。

【水接头】 即“ 水龙头 ”。

【垫叉】 fork 是在钻探施工的起下钻时，将钻具卡住悬挂于孔口的工具。升降钻具时，以垫叉叉口插入钻杆锁接头的切口内，即可将钻具悬于孔口，拧卸钻杆时则用来固定下部钻杆，便于拧卸上部钻杆。

【提引环】 bail elevator 在钻探的起下钻具时，用来提挂钻具的一种工具，使用时需人工摘挂。

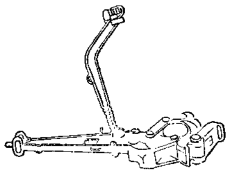
【提引器】 elevator 是地质钻探升降钻具时用来提挂钻具的一种工具。提引器已逐步由手动的发展为自动式和半自动式，即不需塔上人工摘挂便可与钻杆接头连接或脱开。提引器有球卡式、斜托式和弹簧式等多种。有时，提引器也作为包括提引坏在内的各种提引器的总称。

【钻杆夹持器】 rod holder（clamp） 也叫灵活夹持器或冲击把手。是地质钻探中用来夹持钻杆的一种工具。它可夹持钻杆的任何部位，既能悬挂钻具，又能以手动回转钻具，常在处理孔内事故的打吊锤时使用。

【扇形夹持器】 eccentric rod hol der（clamp） 是钻探工作中夹持钻杆的一种工具。它通过可以转动的两块偏心卡瓦和利用钻具的自重而能将钻杆夹紧。这种夹持器可以夹持钻杆的任何部位，并能将钻具悬挂于孔口。

【套管夹板】 casing clamps 是地质钻探中用来夹持套管和岩心管的一种工具。它常用于在孔口夹持套管或悬挂粗径钻具。

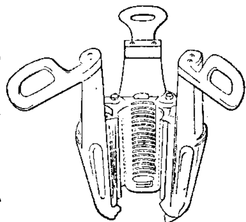
【吊钳】 hanging tongs 又称大钳。钻井工程中用来拧紧或松开钻杆、钻铤及套管丝扣的工具。它用钢丝绳通过井架上的滑轮悬挂于钻台左右两侧。目前，还有电动、气动和液压的机械化大钳。



B 型吊钳

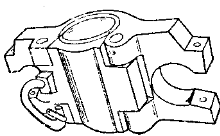
【大钳】 rotarytongs 即“ 吊钳 ”。

【卡瓦】 slips 在钻井工程的起下钻时，卡瓦是一种将钻杆、钻铤或油管等卡夹在转盘上，以便进行连接或卸开钻柱的工具。卡瓦的里面装有带细齿的卡瓦牙，专门用来卡住管子。其外面有一定的斜度，以便放在转盘的补心里，卡瓦可分三瓣式和四瓣式两种。此外，为了在起下钻铤时的工作安全，还有一种安全卡瓦。在岩心钻探中，起下套管和处理孔内事故时，置于千斤顶内卡住钻杆的工具也称卡瓦。



钻杆卡瓦

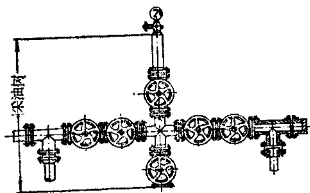
【吊卡】 elevator 钻井工程中，吊卡是一种用来卡住并吊起钻杆、油管和套管等管材的工具。它悬挂在提升系统大钩两侧的吊环下面，以便对井眼进行起出或下入钻具及油管、套管的作业。



吊卡

【防喷器】 prevellter 石油钻井时，安装在井口管上，用来控制高压油、气、水层和防止并喷事故的装置。防喷器有手动控制、气动控制和油压控制的，现在还有自动控制的。防喷器的作用是在井内油气压力很高时，为防止井喷，能把井口封闭、关死。防喷器的闸板下有四通，通过四通把加重泥浆压入井内，替换出受油气侵的泥浆，增加并内液柱的静压，以压住高压油气的喷出。

【采油树】 christmas tree 又称圣诞树。在油（气）井完井后进行试油时，或自喷井采油时的一种井口控制装置。它由许多闸门和三通或四通组成，直接装在套管头上。只有一侧有出油管的采油树，称单翼采油树；两测都有出油管的，称双翼采油树。采油树装有喷油嘴，通过更换不同内径的喷油嘴来控制油气井的产量。



双翼采油树

【钻进规程】 drilling regime 在油（气）井钻井工程中称钻井参数或钻井工艺措施，是指钻探或钻井工作中影响钻进指标的一些可控制的技术参数以及它们之间的配合关系。不同的钻进方法，钻进时可控制的参数也不同。例如，回转钻进时，调节立轴（或转盘）转数（以 N 表示)、钻压（轴心压力，以 P 表示）和泵量（水量，以 Q 表示）等参数，可以提高钻进效率和钻孔（井）的质量；冲击钻进时，可控制的参数则是冲击次数、冲击高度和钻具重量等。钻进规程决定于地层的软硬，孔。(井）深浅、孔（井）径大小、钻头类型或钻进方法及设备能力等。石油钻井中“ 钻井参数配合“ 简称 P・N。Q 的配合。

【钻井参数】 drilling parameters 又称钻井工艺措施。是钻井工程中影响钻进指标的一些可控制的技术参数及它们之间的配合关系。详见“钻进规程”。

【转速】 rotationalspeed 钻探或钻井工程中的转速，是指钻机的立轴转速或转盘转速、井底发动机转速的简称，是回转钻进的主要技术参数之一，通常以钻头每分钟的回转次数（转/分）表示。适当增加转速，可使机械钻速相应增高，但对不同的岩石和钻进方法，其效果各不相同，在生产中应根据实际情况选择最优转速。

【钻压】 bit pressure 又称轴心压力。回转钻进的主要技术参数之一。是指钻进时作用在钻头上的压力（单位：公斤或吨）。它由钻具自重和钻机给进机构作用在钻具上的附加载荷所形成。适当的钻压可以保证较高的钻进效率和较好的钻孔（井）质量。钻压太小，则钻进效率降低或不能进尺；钻压太大，易造成钻具折断、钻孔弯曲（或井斜）等事故。钻压大小决定于采用的钻进方法、钻头的类型和结构、钻进岩层的性质和钻进时的其他技术参数。

【指重表】 weight indicator 钻井工程中显示钻压变化及其与钻具重量关系的一种装置。它由压力传感器及相应的仪表所组成。压力传感器装在滑车系统的钢丝绳死头上（称为死绳），有液压的和电动的两种。它通过仪表，可以反映出死绳上的拉力大小，而此拉力又与大钩上的悬挂负荷成正比。因此，借助指重表，就能了解钻具在井内的工作情况和进行正确的操作。

【泵量】 water（mud）volume 又称排量。回转钻进的主要技术参数之一。是指实际注入孔（井）内冲洗液的流量（升/分）。泵量的大小，影响钻孔（井）的冲洗效果、钻进效率、孔（井）壁的稳定和孔（井）身弯曲等。在岩心钻探的钻粒钻进时，泵量对孔底钻粒的补给有直接关系，因此要求比较严格。在涡轮钻井中，冲洗液还是传递能量的媒介，因此需要有较大的泵量，以保证涡轮钻具产生足够的功率。

【蹩泵】 pressurizing the pnmp 钻探工程用语。指钻进过程中，由于各种原因引起冲洗液循环流路不畅通或完全堵绝，造成泵压升高、送水困难或送不进水的现象。发生蹩泵时，须及时采取措施排除，以防烧钻事故。

【岩心堵塞】 coreblocked up 钻探工程用语。指岩心钻进时，由于岩心与钻头或岩心管内壁卡死，使岩心不能继续进入钻具而造成钻进中断的现象。

【钻孔结构】 hole（well）structure，casing programme 又称孔身结构或井身结构。是指钻孔或油（气）井由开孔（开钻）至终孔（完钻）的孔（井）径变化。它包括孔（井）深、开孔（开钻）和终孔（完钻）直径、孔（井）径更换次数和所在深度、下入套管的层数和位置，以及套管的固定方法。在满足地质要求的前提下，应力争孔（井）径小、少换径、少下或不下套管，以简化钻孔结构，提高钻进效率，降低钻探成本。在石油钻井中常以“套管程序”来表示井身结构的变化。参见“套管程序”。

【孔身结构】 即“钻孔结构”。

【井身结构】 即“钻孔结构”。

【给进】 feed 石油钻井中称送钻。指掌握和了解钻头在孔（井）底工作情况，并保持对钻头施加适当压力，以破碎孔（井）底岩石的作业。不同类型和结构的钻机有不同的给进方式。早期手把（轮）式钻机由人力通过手把或手轮给进；转盘式钻机和石油钻机通过控制绞车刹把给进；油压钻机通过油压系统给进。随着自动化仪表在钻探或钻井中的应用，给进作业正逐步向自动化发展。

【送钻】 即“给进”。

【起下钻】 hoistingor running ope ration 又称升降钻具。当钻进告一段落，或为了调换磨损了的钻头、提取岩心、排除孔（井）内故障及其他目的，而把下入到孔（井）内的钻具提升到地面的作业，称起钻；将钻具下入孔（井）内的作业，称下钻。两者合称起下钻。随着钻孔或井眼的不断加深，起下钻需要的时间愈来愈长。特别在深孔（井）钻进中，它更是一项繁重的工作。因而必须实现起下钻操作的机械化。例如，在地质钻探中，新型钻机（如液压动力头钻机）和代替人工进行提管、扶管、移管、摆管，作业的各种类型机械手的逐步推广使用，为实现起下钻具的机械化和塔上无人操作提供了可能。在油（气）井钻井中，通常采用起下钻机械化联动装置进行操作，这种装置包括电动液压或气动的大钳、电动或气动卡瓦、自动吊卡和立根自动排放装置等。

【回次】 round 地质钻探用语。指在钻孔施工中，每将钻具下入孔底进行钻进直至将钻具提出孔外，这样一个循环，称为一回次。

【进尺】 footage 是钻探或钻井工程的工作量指标，用以表示工程的计划工作量和实际完成的工作量，或借此核算工程的单位成本等。其基本单位为米。实际生产中，则按每台钻机或井队的班进尺、日进尺、月进尺、年进尺，平均进尺、总进尺等分别表示计划的和已完成的工作量。此外，还以钻头进尺（即一个新钻头从开始钻进到磨损报废为止共钻了多少米）来评定钻头的寿命。

【回次进尺】 footage per round trip 指在一个回次内，即在一个起下钻的循环时间内（包括纯钻进、起下钻、换钻头等）钻探或钻井所钻的深度（米）。

【机械钻速】 rate of penetration 衡量钻探或钻井生产的一项技术指标。是指钻进过程中，一台钻机在纯钻进时间内的单位时间进尺。机械钻速又分瞬时机械钻速和某一段时间内的平均机械钻速。机械钻速表示钻头在孔（井）底的工作效率，并反映钻进方法和钻进规程（钻井参数）的选择、配合是否合适，以及反映地层的可钻性和操作水平等。实际生产中，通常以钻头的平均机械钻速、某一地层的平均机械钻速、月平均机械钻速、全井（孔）平均机械钻速等，分别评定钻头、地层、月和全井（孔）的钻进效率。

【行程钻速】 rate of round trip 石油钻井用语。指在一个起下钻的循环内（包括钻进、接单根、起下钻、换钻头的时间），其单位小时所钻的深度。行程钻速是决定一个钻头合理工作时间的技术指标。井浅时，起下钻需要的时间短，因而可以通过经常起钻换钻头来提高行程钻速，反之，深井起下钻需要的时间长，故必须延长钻头在井底的工作时间，以保持必要的行程钻速。

【钻井参数自动化仪表】 automatic instrument ofdrjLLjngparameters 是新型钻井设备配套的一个重要组成部分，一般包括的可测参数项目有大钩负荷（钻压）指示表、泵量指示表、泵压表、转盘转速表、转（扭）矩表、钻速表、进尺指示表等，此外还有检测泥浆性能的综合仪表及监视泥浆液面高度的仪表等。所有自动化仪表包括三个部分：检测和转换元件，通称为传感器；信号传输、放大和调制元件、终端显示系统，其信号显示有的采用数字或仪表的直读显示，有的则输入自动记录装置，记录下参数随时间的变化曲线。综合性参数记录仪表可同时记录多少个项目，就俗称多少道仪，如可以记录 6 项参数的仪表即称为 6 道仪。

【井底钻井参数随钻测量】 measu ring with drilling of the drilling parameters of hole bottom 指在钻井过程中，征井底放置钻井参数的检测元件，直接测量钻头处的钻井参数。主要是测量钻压、井底泥浆流量、钻头喷咀的喷射压力、喷射速度、钻头扭矩、井底泥浆比重、含气量、泥浆含烃量，等此外还测量井底处的井身方位、倾角以及井径、地层视电阻率、自然电位等。井底参数的信号向地面设备传送的方式，浅井均利用钻杆载频传输，为了减小钻杆接头处的信号损失，接头处要装置铜坏。但深井用钻杆传输信号损失很大，无法达到地面。目前，深井井底信号的传输采用两种途径，一是利用声波在泥浆中传送，二是利用泥浆做介质发送瞬间的脉冲信号，但这两种方式都很难同时传输很多信号。

【中洗钻孔】 washing hole 又称洗井。在钻探或钻井工程中，利用水泵或压缩空气机将水或泥浆、空气、充气泥浆、粘性泡沫、雾化泥浆等冲洗介质输入孔（井）内，形成循环流动，以冷却钻头和将钻粉或钻屑携出孔（井）口的作业，称冲洗钻孔。利用液体介质冲洗钻孔时，按其在孔（井）内的流动路径，可分为正循环冲洗、反循环冲洗和孔底局部反循环冲洗。利用空气或以空气为主的冲洗介质冲洗钻孔时，主要用正循环冲洗。

【洗井】 flushing welL ①同“冲洗钻孔”。是指钻探或钻井工程中随钻进的同时，利用冲洗液（如泥浆）的循环来冷却钻头和携出钻粉或钻屑，属于钻进作业的范围。②作为石油钻井的工序，是指在下套管以前和完钻之前，或在处理井内事故时对井底的清洗作业。有时在清洗的同时，还向井内替换泥浆（泥浆加重，或将重泥浆替换成轻泥浆、清水、原油等）。③在水文地质钻探中，洗井是成井的工序之一，是在下入井管和围填砾料之后，为了疏通含水层、增大管井周围渗透性能，以达到应有的抽水量

等而采取的技术措施。目的在于消除井内的残余泥浆及泥砂，破坏井壁泥皮，尽可能将渗入含水层及围填砾料中的泥浆、细粉砂等抽出井外，使滤水管周围初步形成一个良好的人工滤水层，最终达到水清砂净。常用的洗井方法有冲孔器洗井、振荡洗井、活塞洗井、离心泵洗井等。

【正循环冲洗】 direct circulation flushing ①是钻探工程中冲洗钻孔的一种方式。冲洗介质经钻具输入孔底，然后携带着岩粉从钻具与孔壁之间的环形空隙返回地表。正循环冲洗时孔口不用密封，便于掌握，是钻探中采用的一种主要冲洗方式。不过在松散破碎地层中钻进时，冲洗介质在粗径钻具内由上向下流动，易冲毁并带走一部分破碎的岩心，降低岩心采取率。②石油钻井中称正循环洗井，常指在下套管前或完钻前以及在处理井内事故时进行专门洗井工作的方式，即经钻杆或油管向井内注入液体，然后再从它们之外的环形空间返回地面。

【反循环冲洗】 reverse circulation flushing ①是钻探工程中一种冲洗钻孔的方式。冲洗液由孔口密封装置压入孔壁与钻具间的环状空隙，经孔底携带岩粉，然后自钻杆内返回地表。在破碎、松散岩层中，用这种方法对深度较浅的钻孔（300 米以内）能起到保护岩心，提高岩心采取率的作用，而且冲洗液由钻杆返回时流速较高，携带岩粉的能力较强。但孔口密封装置比较复杂，容易磨损。对较深的钻孔（大于 300—400 米），因泵压所限，易出现烧钻事故。在孔壁漏失，特别是钻孔上段孔壁漏失的情况下不能使用。②石油钻井中称反循环洗井，是指进行专门洗井工作时的一种方式。例如，当即将发生井喷时，为了对泥浆进行加重处理，必须向套管与钻杆之间泵入重泥浆，然后从钻杆内替出轻泥浆；又如，在进行试油的替清水或原油作业时，由油管与套管间泵入清水或原油，然后从油管中替出泥浆，诱导出油流。

【孔底局部反循环冲洗】 down hole partial reverse circulation 是地质钻探中的一种冲洗钻孔方式。冲洗液从钻杆压入粗径钻具内，由分水接头上的分水孔流到孔壁与钻具间隙，经孔底携蒂岩扮后进入岩心管，再由出水孔到达孔壁与钻具间隙，并返回地表。此种循环方式实质上是正循环冲洗和反循环冲洗的结合。它可以收到反循环冲洗提高岩心采取率的效果，而使用的设备又比反循环冲洗简单，在生产中波广泛应用于硬、脆、碎岩层的钻进。参见“正循环冲洗”、“反循环冲洗”。

【冲洗液】 flushing fluid 指钻探或钻井时用于冲洗孔（井）眼用的液体。一般是水和泥浆，在各类盐矿床钻进时，则采用相应的盐饱和溶液，以避免对矿层的溶蚀。在冰冻层钻进时，可采用食盐溶液以降低冲洗液的冰点，保证顺利钻进。在金刚石高速钻进时，为减少钻具与孔壁间的摩擦阻力，宜在冲洗液中添加润滑剂。在涡轮钻井时，冲洗液又是输送动力的介质。

【无固相洗井液】　drilL　ing fluid of nonsolid phase　是指不含粘土的洗井液，也称无固相泥浆。它靠加入高分子增稠剂、高粘度的羧甲基纤维素和野生植物等来保持悬浮岩屑和降低失水量的性能，在钻进碳酸盐类岩石的裂缝性油藏时得到广泛应用。这种洗井液有利于保护油层，不发生粘土颗粒堵塞油、气层问题。它还具有较强的抗污染能力，并能使井壁无泥饼而有助于提高固井质量。

【泥浆】　mud fluid　钻探或钻井中用的泥浆是一种由粘土和水（或油）接一定比例经高度分散后组成的多相分散体系的冲洗液。在一般情况下，它是一种胶质悬浮体。泥浆具有较好的悬浮性，因此在冲洗孔（井）眼时可以很好地把钻粉或钻屑携出孔（井）外，并能在孔（井）壁上形成泥皮，以防止孔（井）壁的坍塌、掉块和吸水膨胀。特别是在复杂地层，如松散不稳定的土层、砾石层、砂砾层，或在漏水、涌水、喷油、喷气的地层钻进时，若能很好地使用泥浆，则可减少事故，达到顺利钻进的目的。由于泥浆具有保护孔（井）壁的性能，因而可以部分代替套管，节约管材的消耗。衡量泥浆性能的主要指标是泥浆的粘度、比重、失水量、含砂量、静切力和胶体率等。根据泥浆的成分，可分为普通水基泥浆、油基泥浆、混油泥浆、加重泥浆、充气泥浆、盐水泥浆等。随金刚石钻进的发展，相应推广使用低固相和无固相的泥浆。低固相泥浆含有很少粘土成分，而靠乳化的油和各种高分子有机物质把粘土颗粒悬浮起来。无固相泥浆不含粘土成分，是一种乳化液。在石油钻井的超深井钻井中，还需用耐高温泥浆。

【盐水泥浆】　saline solution mud（fluid）　水基泥浆的一种，其分散介质不是一般的淡水，而是盐水，泥浆中的含盐量大于 1 万毫克/升。由于含盐量的不同，又有饱和盐水泥浆和不饱和盐水泥浆。如果泥浆采用海水配制，又称为海水泥浆。盐水泥浆具有很强的抗粘土侵的能力，在泥页岩层中钻井时能有效地克服岩层的水化膨胀，防止井塌和缩径。它的抗盐和抗石膏污染的能力也很强，泥浆的性能稳定。在超深井钻井时，它的热稳定性好。由于海水泥浆和盐水泥浆的性能一样，故在海上钻井时可就地取水，节省运输费用。盐水泥浆或海水泥浆配制时都需要在泥浆中加入褐煤半碱处理剂、铁铬木质素磺酸盐、羧甲基纤维素等有机物质，以起到稳定、降粘和降失水作用。

【钙基泥浆】　calcium base mud　是指加入了钙处理剂而具有很高的含钙量，并达到适度絮凝的泥浆。当加入的絮凝剂是石灰时，称为石灰泥浆。絮凝剂为石膏时，称为石膏泥浆。絮凝剂为氯化钙时，称为氯化钙泥浆（参见“低固相泥浆”和泥浆的絮凝作用）。钙基泥浆的稳定性较好，具有抗粘土侵、钙侵、盐侵的能力；能抑制页岩水化膨胀及失水性，有利于井壁稳固。此外，钙基泥浆具有低粘度、低切力、流动性好，能提高钻进速度，对油层渗透性的损害也小。钙基泥浆是五十年代后期发展起来的，是对传统泥浆的一个重要突破。

【非分散系泥浆】 non－dispersive drilling mud 新型泥浆之一，是一种加入了高分子聚合物，使其中呈分散状态的固相颗粒（粘土等）聚结成结构型絮凝状态的泥浆。目前推广的低固相泥浆都属于非分散系泥浆，详见“低固相泥浆”。

【低固相泥浆】 mud of less solid phase 粘土含量少于10%的泥浆即为低固相泥浆。它由于固相颗粒（粘土颗粒）含量少，在清洁井底、携带岩屑、增大水力功率和破碎岩石等方面有很多优点，因而能有效地提高钻井速度。此外，低固相泥浆对油层的损害较小，不易压死、堵死油层，钻进深井时，在高温情况下不易稠化。因此，这种泥浆在六十年代发展起来之后，很快得到广泛应用。维持泥浆低固相的方法，一是有效的清除泥浆中的岩屑，再是在泥浆中加入絮凝剂，使其中的岩屑和粘土颗粒絮凝为大颗粒而加快沉淀。非分散低固相泥浆具有选择性聚沉作用，它只絮凝造浆性能低的粘土颗粒和钻屑，而不絮凝造浆性能好的粘土颗粒。

【泥浆的化学处理】 chemical con ditioning of mud 指在钻探或钻井的施工中，利用在泥浆中加入一定的试剂所产生的化学反应，以达到改善泥浆性能指标和适应生产要求的目的。在钻进坍塌、掉块、遇水膨胀、严重漏失等复杂地层时，或者在盐层、油层、气层及高温地层中进行钻进时，对泥浆的某些性能有特殊要求，当用一般物理机械的制浆方法不能满足的情况下，必须进行化学处理。有时为了改善用劣质粘土配制成的泥浆性能，也需要进行化学处理。泥浆化学处理的方法有两类，一类是用无机盐（如氢氧化钠、碳酸钠、石灰乳等）改变泥浆的pH值及钙、钠离子的含量；另一类是用有机化合物（如羧甲基纤维素、亚硫酸纸浆废液、单宁酸等）保护泥浆的稳定性。近年来，还广泛地利用野生植物，从中提取有机酸钠作为处理剂，不仅节约了化学处理的成本，而且还可就地取材。

【泥浆的絮凝作用】 flocculation of drilling mud 泥浆在加入某些高分子聚合物后，产生了棉絮状的凝聚，这种现象称为絮凝作用。促进絮凝作用的药剂称为絮凝剂。絮凝作用破坏了泥浆的分散性，使粘土颗粒聚结。这在七十年代以前是要尽力防止的现象，因为它会引起泥浆沉淀。而现代用的泥浆则是有意促使其絮凝，因为所加入的絮凝剂是高分子聚合物，虽然会产生固相颗粒的聚结，但由于它被包围在大分子链中，因而不发生沉淀，而只沉淀多余的固相颗粒（参见“低固相泥浆”）。常用的絮凝剂有聚丙烯酰胺、醋酸乙烯脂半顺丁烯二酸酐共聚物等。

【泥浆化学】 chemistry cf drilling mud 泥浆基本原理的化学基础研究称泥浆化学。随着钻井深度愈来愈大，速度愈来愈快。对钻井泥浆的要求也愈高，这就必须从化学理论的基础上研究提高泥浆的稳定性，使泥浆具有抗各种污染和抗高温的能力，并能提高钻井速度、保持井壁稳固、减少钻井事故及降低钻井成本等。近十几年来，随着石油钻井事业的发展，泥浆也有很大的发展，在理论上形成了泥浆化学。泥浆化学包括泥浆电化学、泥浆表面化学、高分子有机化学等内容，但它目前还是处于发展阶段的边缘科

学。

【泥浆水力学】 hydraulic of drill lng mud flujd 泥浆流动的力学基础研究称泥浆水力学。

由于钻井工程的发展，愈来愈多地使用高压大泵量洗井和采用喷射钻井技术，更由于现代泥浆采用了高分子有机化合物，这就需要从流变性理论着手来研究泥浆的流动，因而形成和发展了泥浆水力学。研究泥浆水力学的任务主要是设法节省洗井的水力功率，增大洗井泵量，提高钻井效率。泥浆水力学包括悬浊液流动的一般水力学基础、喷射水力学和泥浆流变性等内容。

【泥浆除砂器】 sands removal set of mud 是在泥浆返回地面的泥浆净化系统中，用来清除泥浆中的钻屑和砂子的设备。它分为机械式和水力式两种。机械式泥浆除砂器主要有振动筛，泥浆通过振动筛，破坏泥浆的结构，使钻屑和砂子从筛上滑下，泥浆从筛下流出。水力式泥浆除砂器有泥浆旋流除砂器，它先由砂泵将泥浆泵入一漏斗容器。泵入方向沿切线射向容器内壁，泥浆经离心旋转，其结构被破坏，钻屑和砂子从漏斗流下，泥浆从容器上口流出。泥浆旋流除砂器除砂效果比振动筛好，近年来在深井钻井中得到广泛采用。

【泥浆性能参数自动检测】 auto matlc measuring parameters of mud 在钻进深井和超深井时，利用自动化仪表对泥浆进行定时取样，自动检测，性能参数自动打印，遇突然情况自动报警的作业。泥浆性能参数自动检测的项目一般有泥浆比重、泥浆结构粘度、泥浆失水量、泥浆内固相含量、pH 值以及泥浆内含烃量和含气量等。此外还能显示返回泥浆池的液面高度。这些参数的数值均可以定时打印出来。如果性能参数严重低于规定要求，泥浆自检仪表立即发出报警信号，它还可以预报进入油层和监视井喷。

【注水泥】 cementing 油（气）井固井作业之一。在固井套管下入油（气）井之后，必须用水泥车将水泥浆自套管泵入井内，使其从套管底返回到套管与井壁之间的环状空间，并达到一定高度。这种作业，即为“注水泥”。注水泥的目的是保证套管与井壁之间的固定，隔绝油、气层和水层，或者隔绝易坍及易漏地层。需要开采时，则通过射孔在预定层位将套管和水泥穿透，打开油层，诱导出油流。

【水泥车】 cementingunit 是固井注水泥的专用设备，因注水泥所用的高压泵是装置在一载重汽车上，故称水泥车。现代的水泥车配备有 300— 500 大气压的高压水泥浆泵，由装在车上的附加动力设备驱动，另外还配有一台水泥浆及供水的柱塞水泵，一个带标尺的水箱和混合漏斗及附属管线等。固井注水泥工作需要多辆水泥车联合使用，在高压深井注水泥时，可多达十辆以上的水泥车联合作业。

【油井水泥】 cement of oil well 油井固井的专用水泥，是一种高标号的优质水泥，具有高强度、耐高温、耐酸、耐油气污染及凝固时间短等特点。

【盐侵】 salt cut 石油钻井名词。指含盐地层（包括岩盐、钾盐、石膏、芒硝等）中的钾、钠、钙以及氯、硫酸根等离子侵入泥浆，破坏泥浆稳定性，或造成泥浆流动困难的现象。

【水侵】 water cut 石油钻井名词。是指钻进高压水层时，高压水侵入井筒，造成泥浆稀释的现象。水侵严重，能引起井塌或喷水事故。

【油（气）侵】 oil and gas cut 石油钻井名词。指油（气）层的石油或天然气侵入井筒，造成泥浆比重降低的现象。油（气）侵常是井喷的先兆。

【压井】 pumping wellwith weight lnud 在钻开高压油、气层而即将发生井喷时的一种安全技术措施。钻井过程中，当发现泥浆比重降低，并含有大量油、气时，则预示可能井喷。这时应立即关闭防喷器，从防喷器下面的四通压入重泥浆，替出轻泥浆，使井筒内泥浆柱的静水压力大于油、气层的压力把井喷压住，这就称为压井。压井能制止井喷，但也常常压死油层，因此要控制泥浆比重不能过大。对于初探井，为了取得资料，要先有控制的从四通中放喷一段后再压井。对裂隙性气田还可以采用不压井的边喷边钻技术钻开气层，以防止把气层压死。

【平衡钻井】 balanced drilling 是钻开油层的一种新型的自动控制的钻井工艺。即预先把油层压力、泥浆比重、钻具重量、钻压等数据输入电子计算机，使得钻压的控制和泥浆比重维持在地层压力的临界值上，一旦遇到油层破坏了压力平衡。自动系统立即报警，并采取相应措施，例如发出指令关闭井口防喷器、调整泥浆比重、预防气侵、保持泥浆的压力平衡等。这种钻井工艺既能在钻井时不丢失油层，并保持较高的钻井速度，又能达到安全钻井的目的。

【边喷边钻技术】 technology of drillingwithblow – out 在高压气井里的一项钻井新技术，即在钻入高压气层时不进行压井，而是一面继续钻进，一面进行有控制地放喷，以降低井内的气压。为此必须在井口安装旋转防喷器，控制高压气从旋转防喷器下的四通放出。采用边喷边钻的技术，不会因采用压井而堵死含气层的孔隙度，防止泥浆对气层的破坏作用。

【空气钻进】 air drilling 空气吹洗钻进的简称。又称空气洗井。是用气体或以气体为主的气液混合物（如粘性泡沫、雾化泥浆、雾化清水等）代替水或泥浆进行洗井的钻进方法。空气钻进中的空气或气液混合物比重小于泥浆或水的比重，对井底（包括井壁）的压力较小，能提高钻速，延长钻头寿命，节约泥浆原料，且工程质量较好。高速气流或气液混合物具有较好的携带井内岩屑（粉）和冷却钻头的能力。这种方法对于不含水或被水饱和的地层，特别是多洞穴、多裂隙的岩层（如碳酸盐类岩

层)，具有很好的钻进效果。但对不稳定的地层，要用下套管或固井的方法保持压力的调节。在钻穿含水层时，也须要采取必要的措施。

【钻孔漏失】　circulation loss　在钻进节理和裂隙发育的地层，或钻进透水层及通过溶洞时，注入孔（井）内的冲洗液部分或全部流失，造成冲洗（或洗井）循环的破坏，使正常钻进受到影响或不能钻进。这种现象，在地质钻探中称钻孔漏失。在石油钻井工程中则称为井漏。漏失发生时，应及时进行处理。首先，应探明漏失发生的部位，然后，根据漏失的严重程度，采取有效的堵漏措施，如增大泥浆粘度、在冲洗液中加堵塞物、用水泥浆或塑料堵漏以及下套管等。

【井漏】　ourfent loss　钻进时，

注入井内的冲洗液部分或全部流失的现象，称井漏。详见“ 钻孔漏失 ”。

【钻孔涌水】　hole over flow　在钻进中遇到承压水层时，当承压水的压力超过钻孔液柱的压力，致使承压水涌入钻孔，甚至喷出地表的现象，在钻探工程中称钻孔涌水。涌水严重时，会使钻进工作无法进行，还可能引起孔壁坍塌等事故。为了防止钻孔涌水，需从改善泥浆着手，防止泥浆被水稀释和及时处理泥浆中的气体，必要时可在泥浆中加入加重剂（如重晶石粉）来捉高泥浆比重。在地质钻探中，如所钻的地层稳定而不需泥浆护孔时，可用清水冲洗，这样可以避免因涌水而妨碍钻进或将孔底钢粒冲起等现象。但这时孔口需装一个密封装置，用高压阀调节排出水量。

【钻孔测漏仪】　hole leak detector　在钻探施工中，用来测定孔内冲洗液漏失的仪器。其工作原理同井漏仪。参见“ 井漏仪 ”。

【井漏仪】　current – loss instrument　用来测试钻井冲洗液（泥浆）在循环过程中的漏失量和漏失位置的仪器。这种仪器用电缆下入井内，在漏失层的上部，由于井漏液体的流动，使漏失仪的涡轮转动并发出信号传至地面。当漏失仪下到漏失层下部界面时，涡轮不动，则无信号输出。讯号强弱反映涡轮的转速，它与液体的漏失速度成正比。由此可以反映漏失层（段）的大致深度、厚度和漏失量。反之，也可根据钻孔（井）涌水所造成的冲洗液流动，测定涌水层（殴）的大致深度、厚度及涌水量。

【卡钻】　sticking of drill tool　钻探或钻井施工中的一种孔（井）内事故。是指粗径钻具上部在孔（井）内被卡塞而使钻具提升受阻的现象。一般在事故发生初，钻具还能通过冲洗液，有时还能转动。造成卡钻的主要原因，是粗径钻具上部被坍塌的岩块或掉入的工具卡塞，或者被套管底部及孔（井）壁不规则部分所阻。钻粒钻进时，如投入钻粒过多及水量过大，孔底钻粒被冲起，也会造成卡钻。此外，还有因严重烧钻所引起的卡钻。排除卡钻事故，主要采用震击钻具的方法使卡塞物松动。

【夹钻】 wedging of drill tool 钻探或钻井施工中的一种孔（井）内事故。是指粗径钻具的侧部被卡塞而使钻具提升受阻的现象。发生夹钻事故后，钻具不能转动，但有时还能通过冲洗液。夹钻事故往往是由于钻粒（指钻粒钻进时）或钻粉、钻屑卡在钻具与孔（井）壁之间，或者因钻孔（井筒）缩径将钻具夹住等原因造成。为了预防夹钻事故，钻进时应保证钻具与孔（井）壁间有必要的环状间隙。排除夹钻事故主要采用震击法，使被夹钻具松动，然后用矢锥打捞。但在钻具未松动时，不能强行扭动钻具。

【埋钻】 tools truck 钻探或钻井施工中的一种孔（井）内事故。是指钻具被孔（井）内沉落的钻粉（或钻屑）和坍塌物埋住（一般埋到粗径钻具上部），造成钻具不能转动、提升和冲洗掖不能通过等现象。它主要是由于对坍塌严重地层未采取护壁措施（如下套管、注水泥），或泥浆性能不好，孔（井）内岩粉过多所造成。处理埋钻事故时，应尽可能恢复冲洗液的循环，同时采用拉、顶的方法。若无效果，则需反掉孔（井）内全部钻杆，重新下入钻具，扫掉掩埋物，然后再捞取遗留的钻具。

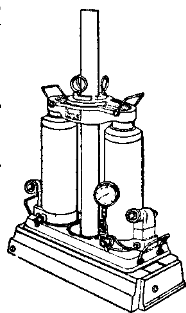
【跑钻】 falling off of drillstring 在钻探或钻井的起下钻具过程中，由于操作不慎或钻具连接不牢等原因而将钻具掉入孔（井）内的事故。

【烧钻】 burnt out bit 钻探或钻井施工中的一种孔（井）内事故。是指由于钻具水路不通、中途泄漏或供水不足，使在孔（井）底工作的钻头得不到及时冷却，温度升高，从而将钻头烧坏或把钻头、岩心同孔（井）壁岩石烧结在一起的现象。严重的烧钻常引起卡钻、钻具折断等事故。在金刚石钻进中，烧钻对钻头破坏很大。

【打捞作业】 fishing operation 在钻探或钻井过程中，井（孔）内出现了落物、钻杆折断、跑钻、掉钻头等事故，需要利用公锥、母锥、打捞筒、捞管器等打捞工具，将井（孔）内的落物或钻具打捞到地面。这种处理事故的作业，称为打捞作业。

【吊锤】 drive hammer 是地质钻探中处理孔内事故的工具。当发生卡钻、夹钻等事故时，由人力或机械拖动吊锤来震击钻具而使其松动的作业称为打吊锤。

【千斤顶】 jack 是一种起重工具。在钻探工作中，它用来起拔套管和处理孔内事故，顶拔被卡塞于孔（井）内的钻具。钻探中应用的千斤顶有螺旋和液压两种类型，螺旋千斤顶靠人力旋推丝杠；液压千斤顶有人力杠杆泵压和机动油泵泵压两种，后者大大减轻体力劳动的强度。



油压千斤顶

【震动器】 vibrator 是钻探工程中处理卡钻、夹钻事故的一种工具，分单偏心震动器和双偏心震动器两种，以双偏心震动器应用较广。它由两个被电动机带动并以高速旋转但转向相反的单偏心重锤构成。使用时，与机上钻杆连接。由于重锤旋转时重心位置不断变化，产生方向时上时下的离心合力，使钻具受到强烈的震动，以此松动被卡夹的钻具。震动器的震动效果随钻孔深度增大而减小，故对处理深部的钻具卡夹事故效果较差。

【公锥】 tap 是钻探或钻井处理事故时，用来打捞折断或脱落于孔（井）内钻具的一种工具。其外形为一带细螺纹的尖锥，螺纹方向有正、反两种。锥体表面硬度很高，沿轴向开有沟槽，与螺纹直交形成切削刃。切削刃可以切入金属。打捞时，用另一套钻具将公锥插入孔（井）内钻具上端内孔，通过钻杆用人力或钻机加压、拧紧，然后将钻具起拔上来。

【母锥】 bell tap 是钻探或钻井处理事故时，用来打捞折断或脱落于孔（井）内钻具的一种工具。它形似喇叭筒，内壁硬度很高并车有细牙螺纹（方向有正、反两种），沿轴向开有沟槽，与螺纹直交形成切削刃。切削刃可切入金属。打捞时，用另一套钻具将母锥下入孔（井）内，使孔（井）内的钻具上端进入母锥的喇叭筒，再通过钻杆用人力或钻机加压、拧紧，然后将钻具起拔上来。

【水压捞管器】 hydraulic pipe catcher 是地质钻探处理孔内事故时，用于打捞孔内套管或岩心管的一种工具。打捞时，它接在钻杆下端，插入被打捞的岩心管或套管内，再利用水泵的水压使打捞器的活塞下移并将卡瓦张开，卡住被打捞的管子，然后进行起拔。

【水压切管器】 hydraulic pipe cutter 是地质钻探处理孔内事故时，用于切断孔内钻具的工具。当孔内钻具卡塞过紧不能一次拔出，或折断钻具的上部破裂严重不易捞取时，需要将孔内的钻具割断，以便分段取出或造成利于捞取的平整断口。水压切管器接在钻杆下端，插入被打捞的钻具内，再利用水泵的水压使活塞下移并将切刀张开，使之与被切割的管壁接触，然后回转钻具带动切刀切断被打捞的钻具。水压切管器主要用于切断套管或岩心管。

【钻具超声波探伤】 ultra – sonics flaw detect of briLLingtoocs 采用超声波探伤仪，检查新钻杆内部的缺陷（如夹渣、分层、裂纹和组织不均等）和使用过程中产生的疲劳裂纹，以防止钻井过程中使用了有缺陷的钻杆而发生的钻杆折断事故。当超声波在钻杆管体中传播时，遇到缺陷界面或管体界面就会产生反射，通过接受器可以将反射讯号在电子示波器上显示出来。由于各种界面所处位置不同，超声波反射的时间也有所不同，因而反射讯号在显示器上出现的位置也不同。这样就可以根据超声波在钻杆内传播的反射情况，来判断钻杆内部缺陷的情况。

【钻具磁性探伤】 magnetizing flaw detect of brilling tools 用磁性探伤方法，检查钻杆、钻铤、方钻杆、配合接头等钻具的粗扣表面可能存在的裂纹。探伤时，将永久磁铁棒放到钻具丝扣端的水眼内，3 至 5 秒钟后，钻具丝扣处被磁化。也可以用电磁方法使被检部件的丝扣磁化。如果钻具丝扣表面有伤痕，则在伤痕处就会产生新的磁极，再将调有磁粉的煤油浇在磁化了的钻具丝扣上，磁粉即在伤痕处被吸住而形成一条黑线，从而显示出伤痕的具体部位。

【双层岩心管】 double tube core barrel 简称双管。是岩心钻探中用于保护岩（矿）心，提高岩（矿）心采取率的一种特殊钻具。它由内外两层岩心管组成，主要用于钻进松软、破碎和易被水冲毁的岩层。钻进时，冲洗液由内，外岩心管的间隙流至孔底并冲洗钻孔，避免了冲洗液对岩心的冲刷和液柱对岩心的压力。双层岩心管有双动和单动两种。双动双层岩心管在钻进时，其内、外管同时转动。单动双层岩心管的内管不转动，能减轻钻具震动对岩心所造成的破坏。

【喷射式反循环钻具】 jet – type re verse circulation tool 简称喷反钻具。是岩心钻探中一种可以在孔底形成局部反循环，以提高岩心采取率的钻具。它装于岩心管上端，主要工作元件是喷咀和扩散器。钻进时，冲洗液在泵压作用下，沿钻杆流至喷咀并以高速射入扩散器。此高速液流导致喷射器（指喷咀与扩散器）周围形成负压。在压力差的作用下，孔底冲洗液被抽吸上升，经弯管或分水接头分导，形成孔底局部反循环。在 4—6 级的松散、破碎地层及 7—8 级以上的硬、脆、碎地层中，用喷反钻具钻进能提高岩心采取率。根据结构不同，喷反钻具分为弯管型和分水接头型两种，其中每一种又分为单管和双管两种型式。

【绳索取心器】 wireline coring ap paratus 是一种不提钻具便可从孔底采取岩心的装置，一般由内外岩心管总成、内管打捞器、专用钻头等部分构成。使用时，用绞车和钢丝绳从钻杆里将装有岩心的内岩心管由孔底提出地面。用绳索取心器取岩心，可以减少钻进的辅助时间，增加纯钻进时间，提高钻进效率及工程质量，减轻劳动强度及降低成本。应用绳索取心器，必须采用寿命长的钻头，以减少调换钻头所需要的提钻次数；最好用内平钻杆，使取心器在内部能顺利上下通过。

【绳索取心】　wireline coring dev ice　利用绳索取心器在不提钻的情况下，从孔底采取岩心的作业。

【井（孔）壁取心】　side – wall cormg　在钻井或钻探工程中，利用井壁取心器从未下套管的井（孔）壁上采取岩样的作业。井壁取心器由药膛、联接器、隔柱、法兰盘、钩环等部分组成。药腔内装有岩心筒和与之连接的软钢丝绳。取心器下入井（孔）内达到预定深度后，药腔进行发射，岩心筒在发射药气体的压力下穿入岩层，然后将取心器连同岩心筒内的岩样一并取出。

【无泵钻进】　pumpless drilling　孔底局部反循环无水泵钻进的简称。是地质钻探中一种不用水泵冲洗而借助特殊接头实现孔底局部反循环的钻进方法。钻进时，向孔内注入一定数量的冲洗液，通过在钻进过程中不断提动钻具，便可形成冲洗液在孔底的微弱循环。由于其流动路径是反循环方式，既能减少冲洗液对岩心的冲刷和挤压，又可防止岩心的自卡和磨损，所以在松软地层钻进时能提高岩心采取率。此外，由于提动钻具所造成的循环具有间断性，在岩心周围经常积有一定数量的岩粉，岩粉被钻具挤压而包住岩心（称为泥包），减弱了钻具对岩心的破坏，从而在一定程度上保护了岩心的完整。但这种方法在实际应用中操作技术比较复杂。

【跟管钻进】　drilling with casing　是地质岩心钻探的一种特殊钻进方法。即一边钻进一边压入套管；或套管超前压入，然后钻具跟着钻进。这种方法可以防止钻进过程中的孔壁坍塌或流砂充塞钻孔，适用于钻进松散地层和流砂层。

【满眼钻井】　full – hole drilling　是采用大尺寸的刚性的下部钻具（称满眼钻具），使其边棱“撑满”下部井眼，以保持下部钻柱垂直和居中的一种钻井方法。常用的满眼钻具是相隔一定的间距，在大钻铤外面用硬质合金块加焊若干个扶正器，扶正器与井壁之间的间隙约5毫米；也有用方接头、方钻铤等防斜工具的。这些方形钻具既能减小钻具与井壁之间的间隙，即填满下部井眼，又能防止泵压过高和卡钻事故发生。

【套管护孔】　casing off hole　钻探过程中，为了防止孔壁的坍塌、涌砂（水）、漏水，或为了隔离水层，而利用金属或非金属管材下到钻孔内，以维护钻孔，保证继续正常钻进的技术措施，称套管护孔。当要求孔壁在较长时间内必须保持良好状态，或地层情况恶劣，用其他方法（如泥浆护孔）护孔困难的情况下，一般需要采用套管护孔。

【下套管】　casing　钻井过程中，为了防止井壁坍塌、涌水（砂），漏水，或为了隔离油、气、水层，以及为采油等目的，向井内下入套管，以保护井壁及保证正常钻进的工序，是油气井固井作业的一个组成部分。套管下入井内以后，还要向套管外壁与井壁之间注入水泥，使之与井壁固结。

【固井工程】 casing and cementing 是下套管和注水泥两个工序的总称。详见“下套管”、“注水泥”。

【水泥头】 cementing head 固井注水泥时，安装在套管顶端的装置。在多部水泥车联合作业时，每部水泥车注水泥管线均同时联结到水泥头上。水泥头内预先放置好注水泥用的木塞，有上塞和下塞。注水泥浆前先放入下塞待预定量的水泥浆注完后即放入上塞，然后泵入泥浆或清水使上塞压水泥浆下行，当下塞被承托环挡住，其中心孔内的玻璃板被蹩压碎，直到把水泥浆全部挤到套管外，上下塞相碰，液体的通道被堵，泵压突然增加，注水泥作业结束。注水泥结束后，关死水泥头通向外面的闸门，拆除联结管线，候凝48小时，再通过水泥头进行试压，检查固井质量。

【塑料护孔】 protection of hole wall with ptastics 在钻进破碎、松散的复杂地层时，为了防止孔壁坍塌、冲洗液流失、钻孔弯曲及提高岩采取率等目的，而使用塑料树脂进行护孔堵漏的方法，称塑料护孔。我国目前岩心钻探中常用的护孔塑料，主要有脲醛树脂和氰凝浆液两种。脲醛树脂是由甲醛缩聚而成的一种水溶性钳脂浆液，常用盐酸或硫酸作固化剂，两者混合后即可固结破碎岩层。但它固化后性质较脆，加入一定数量的苯酚，则能提高其抗冲击性能，被称为苯酚改性的脲醛树脂。氰凝是一种以低聚的聚氨酯为主的预聚体加入适量的添加剂而制成的化学浆液，在流入岩层缝隙的过程中遇水固化，并在固化时放出二氧化碳使体积膨胀，挤入岩层缝隙。在此基础上，向浆液中加入石灰粉和粘土粉等填充剂，则可大大改善其固结性能，获得良好的护孔效果。塑料护孔目前还存在成本高、对人体有害、灌注技术复杂等缺点，但随高分子聚合物的技术发展，这一护孔方法具有广阔的前景。

【钻孔润滑】 hole lubrication 是在钻进过程中，使用润滑性冲洗液，或在钻具表面涂覆润滑剂，以减小钻具回转时所产生的横向振动力，提高钻具转速和降低钻具磨损的一种技术措施。它主要应用于高转速的金刚石钻进。

【孔斜】 hole deflection 又称钻孔弯曲。在石油钻井中称井斜。是指在钻进过程中，已经钻成的孔段或井段轴线同原设计轴线之间所产生的偏移。它包括倾角偏移和方位角的偏移，是衡量钻探或钻井工程质量的一项重要指标。由于孔斜（或井斜），使获得的资料不能正确反映地质情况，影响对矿体的控制程度和储量的精度，引起施工的困难和容易发生事故，严重时，则达不到地质勘探目的而造成报废。所以，孔（井）斜不能超过允许的范围，要求在钻进时必须根据岩层的情况，每钻进一定深度即测量一次，以便及时发现和采取纠正措施，并根据测量结果校正地质剖面图。引起孔（井）斜的原因很多，主要有技术操作和地质条件两个方面。前者如钻探设备安装不合格、粗径钻具（石油钻井中为钻铤）弯曲或太短，变换孔（井）径钻进时没有注意导正，以

及钻进方法选择和操作不当等。地质条件方面的原因如钻进时遇到了巨砾、坚硬的包裹体、裂隙、空洞，或者穿过软硬相间而层面与钻头呈倾斜接触的层状岩石等。

【井斜】 well deflection 钻井过程中，已经钻成的井段轴线与原设计的轴线所产生的偏移。详见“孔斜”。

【钻孔弯曲】 即“孔斜”。

【钻孔顶角】 zenithal angle of bole 钻孔轴线上某一点的切线与通过该点铅垂线间的夹角，称作该点或该孔深处的钻孔顶角，是确定钻孔在地下空间位置的一项参数。由于弯曲钻孔的轴线为一连续曲线，其不同深度的钻孔顶角也不等，故在实际施工中，必须每隔一定的深度进行测定。

【钻孔方位角】 azimuthal angle of hole 自钻孔轴在水平面投影上的某点指北方向起，顺时针方向与通过该点切线之间的夹角，称作该点或该孔深处的钻孔方位角，是确定钻孔在地下空间位置一项参数。由于弯曲钻孔在不同深度的方位角均不同，故在实际施工中，必须每隔一定的深度进行测定。

【钻孔倾角】 dip angle of hole 钻孔轴线上某点的切线与包括该点水平面之间的夹角，称作该点或该孔深处的钻孔倾角。它与钻孔顶角互为余角。

【测斜】 drill hole inclination sarveying 钻探或钻井过程中，利用下入孔（井）内的仪器，测量各孔（井）段的顶角和方位角，为确定钻孔（井）在地下的延伸趋势和空间位置，为预防和纠正孔（井）斜，以及为修改地质剖面图等，提供依据。测斜应结合工作地区的地质和技术条件，按照有关规程的要求进行。

【测斜仪】 inclinometer 测量钻孔或油（气）井偏斜的仪器，由测顶角和测方位角的两部分组成。其中测顶角部分是利用铅垂原理或液面水平原理，测定某孔（井）段的偏斜方向与铅垂线（或水平面）的夹角。测方位角的部分是以罗盘定位来测定某孔（井）段与磁子午线的夹角。在磁性地质体中，则利用陀螺原理测定钻孔方位角。测斜仪显示测量结果的机构，有的用机械定时装置，有的用将非电量（钻孔顶角、方位角）转换为电量的装置。据此，测斜仪可分多种型式。

【定向钻进】 directional drilling 利用钻孔在不同岩层中钻进时的自然弯曲规律、或用人工造斜的方法，或既利用钻孔的自然弯曲规律，又部分采用人工造斜的方法，使钻孔在不同的孔段能按设计的方位和倾角发生弯曲的钻进方法。在复杂地层中利用定向钻进，可以较容易地钻到预定的位置而达到地质勘探的要求。此外，为了避开障碍物（悬崖、建筑物及河流等）而又必须在预定的位置钻到矿层，也可采用定向钻进。在浅海石油钻井中，使用定向钻进，可以在一个钻井平台上钻出多个井底相距一定距离的油气井，从而减少平台的建设费用。利用钻孔自然弯曲规律的定向钻进方法，又称初级定

向钻进。用初级定向钻进方法钻成的钻孔，又称初级定向钻孔。

【钻孔造斜】　whipstocking of hole　指人为地使钻孔产生弯曲的方法。即利用偏心楔下入孔内，钻进时迫使钻具偏斜，以达到钻出弯曲孔身的目的。除了为定向钻进的目的而进行的钻孔造斜外，在处理孔内事故时，也常采用造斜的方法，避开难以处理的事故点，使孔身偏斜而继续钻进。当矿心采取率不高或未取得矿心时，也常用造斜的方法对矿层补取矿心。利用井底动力机钻井时，由于钻杆不转，可以采用弯钻杆或弯接头连接于井底动力机以上，下面再接钻头，也能达到造斜的目的。

【多井眼定向井】　multi – hole di rectional drilling　又称复式井或丛式井。指在同一井位上向不同方向所钻出的两个以上的井眼。它可以减少钻井设备的搬迁，降低钻进成本，适用于受地形条件限制的地区，特别在地下钻、海上钻探和油田开发中，应用较广。

【复式井】　即“多井眼定向井”。

【丛式井】　multiple drilling hole　即“多井眼定向井”。

【岩石可钻性】　drillability of rock　指钻进时岩石抵抗外力破碎的能力。可钻性取决于岩石的物理机械性质、钻进方法和钻进规程等。通常在相同的钻进方法与钻进规程条件下，以机械钻速和回次进尺来表示岩石的可钻性。根据钻进方法的不同，岩石可钻性分别有手动冲击回转钻探的岩石可钻性、机械冲击回转钻探的岩石可钻性、岩心钻探的岩石可钻性、石油钻井的岩石可钻性。岩心钻探的岩石可钻性分为十二级，石油钻井的岩石可钻性分为五级。

【岩石的研磨性】　abrasiveness ofrock 指钻进时岩石磨损切削工具的性能，通常以切削具磨损的体积与消耗的摩擦功之比来表示。影响岩石研磨性的自然因素主要是岩石的硬度，特别是组成岩石的矿物硬度、颗粒大小和形状、岩石的裂隙和孔隙度等。

【地层的水敏效应】　water sensi tire effectofcayer　在钻井过程中，一些地层对泥浆中的自由水有敏感作用，例如，遇水发生吸水膨胀，遇水溶解，遇水电离造成离子侵破坏泥浆，遇水发生水锁破坏油层的渗透率，等等。这些作用就称为地层的水敏效应。有关地层也称为永敏性地层。水敏性地层有粘土层、泥质页岩、岩盐、石膏白垩、芒硝、低压油层等。在这些地层中钻井时，要采取措施降低泥浆的失水量，或采用盐水泥浆、低固相泥浆，油基泥浆、混油泥浆等。

【扩孔】　hole reaming　指利用专门的钻头或扩孔器，扩大原有钻孔或其中某一段直径的作业。

【金刚石扩孔器】　diamond rea mer 金刚石钻进中用来扩大钻孔孔径的工具。它由钢体、胎体和金刚石三部分组成。使用时，它连接在钻头与岩心管之间。当钻头由于钻

进而外径磨损引起孔径缩小时，安装在钻头上部的扩孔器即可修磨孔壁，扩大孔径，使下一回次的新钻头能顺利下入孔底。

【水压扩孔器】　hydraulic reamer　岩心钻探中用来扩大钻孔直径的工具，或在钻孔形成后局部扩大孔径时用。它连接在钻具底部，有一个活塞筒，活塞在泥浆的泵压作用下，向下撑出置于扩孔器体内的两个翼片，钻具带动翼片旋转刮削孔壁并扩大孔径。泵压减除后，翼片在弹簧作用下收回体内。

【扩眼】　reaming　石油钻井中，利用专门的钻头或扩眼器扩大井筒或其中某一段井径的作业。

【扩眼器】　reamer　又称扩大器。是在石油钻井的钻进同时用来进行扩眼的工具。它与装在钻柱下部的扩眼钻头不同，而是装在钻柱中部，直径略大于钻头直径。当下面钻头钻进时，上面扩眼器同时扩眼、修整井壁。扩眼器一般用于钻进易斜、易缩径的地层。在用金刚石钻头钻井时，为了防止钻头磨损造成的井径缩小，保证新钻头能顺利下入井底，也必须在钻柱中间隔地安装二至三个金刚石扩眼器。

【划眼】　through hole　石油钻井名词。在钻井时为了保证井眼的圆整，必须用与原来井径相同的钻头，在井内作上下及旋转运动。这种修整井眼的作业，称划眼。在下钻遇阻时及下套管以前或在容易发生井斜的井段，都需要划眼。

【扫孔】　cleaning bottom of hole　地质钻探名词。指钻孔出现孔壁坍塌、钻粉过多，或因孔壁不规整造成钻具不能下到原已钻到的孔深时，而用钻具以较慢转速修整孔壁，并以冲洗液配合清除孔内淤塞物的作业。

【封孔】　liquidation of hoce　指钻探工程的钻孔完工后，为了隔离含水层而进行的止水工作。封孔的主要目的，一是隔离主要矿层顶底板的含水层，以防止将来开采时因地下水流入矿井而造成的事故；二是防止地表水和地下水对矿层的溶蚀和氧化破坏作用。

【终孔】　finishing drilling of hole　钻孔达到了预定的深度及预期的目的而结束钻进，在地质钻探中称终孔或完孔。

【完钻】　accomplishment of dril ling　石油钻井名词。指钻井达到了预定深度和施工的预期目的而结束钻进。

【完井】　well completion　指油（气）井完钻后直至移交试油前的施工阶段。它包括测井、通井划眼、下套管、注水泥、钻水泥塞、套管试压、换装井口装置及井口装置试压等。如果是裸眼完成的井（即油层部分不下套管），还需要下油管和替清水。如果在钻进过程中未发现油气显示并决定不试油井，则完钻后即完井。

【钻探（井）工程质量】　qualityof drilling work　是对钻探或钻井工程的施工和验

收时的各项技术要求。不同类型和目的的钻探（井）工程，有不同的质量指标。岩心钻探的质量指标主要有岩（矿）心采取率要求、孔斜的允许范围、封孔情况及简易水文地质观察等六项。石油钻井的质量指标除对井斜、含油层的岩心采取率等要求外，还有对泥浆质量和固井质量的要求。油（气）井在移交采油时，还有对井口装置安装的质量要求。水文地质钻探中，则有止水质量的要求，等等。

【台月】 driller - mounth 一台钻机工作一个月（通常以30天计算）的简称。一个台月钻进的米数称台月进尺或台月效率。

【钻时】 drilling time 衡量岩层可钻性的指标之一，即每钻进一米所需要的时间（分）。

【司钻】 driller 石油钻井中带班工人的职务名称。在岗位责任制中，司钻掌管刹把的操作。另外，一个班还有一名副司钻，协助司钻工作。

【岩石破碎机理】 mechanism。of rock breaking 指岩石在机械、物理、化学及其他各种力的作用下，破碎过程和状态的总和。

海上钻探

【海上钻探】 offshore drilling 是为地质勘探工作的目的而在海洋、海湾等海域内所进行的钻井工程。海上钻探按其所担负的工作性质可分为近海浅钻钻探，海上石油钻探和大洋钻探。它除了具有陆地钻探的特点外，由于在钻机与井口之间隔着一层深度不等的海水，因此，就大大增加了海上钻探的复杂性。首先必须有一套适应海上条件的钻探装置，以便把钻探设备等支撑在海面上，并提供工作的场地；同时，还要设置一套从海底井口到海上钻探装置之间的特殊隔水通道，以循环泥浆、引导钻具及套管。海上钻探已经有几十年的历史，早期均在滨海浅水处，采用人工岛和固定平台式的钻探装置。利用移动式海上钻探装置到外海几十米以上的深水处进行钻探，则是五十年代初才开始的。

【近海浅钻钻探】 offshore coring drilling 是在海洋综合地质调查、海底资源调查或海底工程地质调查中，为了获取海底浅层岩样或矿样而进行的钻深工程。其一般工作水深在200米以内，钻探深度由几米到几百米。近海浅钻装置的类型很多、有钻机装在船上的取样钻、钻机沉入海底的海底浅钻、柔杆电钻和各种类型的海底取样器等。

【海底浅钻】 submarine coring drilling rig 通过船上的起吊装置，将钻机和钻具沉于海底面上，由船上进行遥控钻探及持续取心的钻机。按钻进的方式，可分回转钻和

冲击钻；按钻杆的类型，可分为软管钻进和立根钻杆钻进等类型。

【海上石油钻探】 offshore oil drilling 是在大陆架地区为了普查、勘探石油和天然气矿产而进行的钻探工程。如果以开发石油和天然气为主要目的，则称海上石油钻井。钻探深度一般为几千米，最深目前可达六千多米。

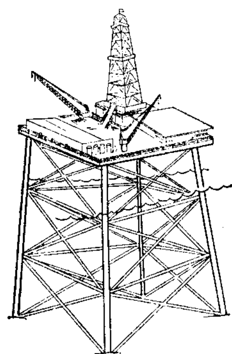
【大洋钻探】 deep sea drilling 为了研究地壳构造及大洋底部的矿产，而用动力定位船对洋底所进行的钻探工程。其工作水深可达6000米左右，对洋底钻进的深度为几十米至上千米。钻进时，不用海水隔管，泥浆只返至洋底，但为了在起出钻具后使钻具能再进入原井眼，还需要有特殊的重返井口的装置。

【海上钻探装置】 offshore drilling rig 是将钻探设备（包括附属设备）、管材、工具及其他材料等承托在海面上的装置。它必须具备下述条件：具有足够的强度，能经受风、浪、涌、流及冰的作用、能适应一定的水深、可以容纳全套钻探设备、管材、工具和其他材料、，并提供一个工作场地及必须的生活条件、具有一定的稳定性和保持位置的能力，在风、浪和涌流的作用下，其运动参数不超过规定的范围，以保证钻探工作的正常进行。海上钻探装置可分为固定式钻探平台、坐底式钻探平台、自升式钻探平台（或桩脚式钻探平台）、半潜式钻探平台和钻探船几种。其中半潜式钻探平台和钻探船的作业是在浮动状态下进行的，故称浮动式钻探装置。它们同自升式钻探平台和坐底式钻探平台一样，都可以整体自航或拖航，从一个井位移至另一个井位。因此、四者又合称移动式海上钻探装置。

【浮动式钻探装置】 floating drill ing rig 在浮动状态下进行海上钻探作业的钻探装置，称浮动式钻探装置。它包括半潜式钻探平台和钻探船，详见“海上钻探装置”。

【移动式海上钻探装置】 offshore mobile drilling rig 在海上可以整体自航或拖航，以便从一个井位移至另一个井位的海上钻探装置，统称移动式海上钻探装置。它包括浮动式的半潜式钻探平台、钻探船及钻探时由桩脚（柱）支撑于海底的自升式钻探平台和坐底式钻探平台。详见“海上钻探装置”。

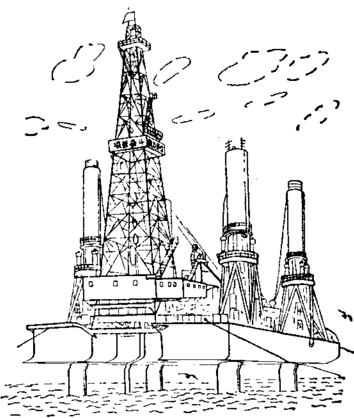
【固定式钻探平台】 fixed drilling platform 是一种将预制好的平台结构通过打桩等工序安装在海上井位处的钻探装置。它一般由管桩（钢铁或混凝土桩柱）、导管架和上层建筑三个部分组成。管桩打入海底几米到几十米，以支撑上部结构物。导管架是一种坐于海底并高出水面的构架，它与管桩固定在一起。上层建筑即甲板及其上面的各种设备。平台甲板应高出海面，不受本地区最大浪高和潮汐的影响。目前对海底石油和天然气的开发，主要是采用这种装置。在浅海海域也用它来进行石油和天然气的普查与勘探，一


固定式钻探平台

般适用水深在二十米以内，但由于它不能移动，故在普查工作中已较少采用。固定式钻探平台可分为自载和半自载两种。前者可安放全部钻探设备和管材等，能在海上独立进行钻探工作；后者仅安装主要设备，另外则配备有安放其他设备和器材的附属船。

【坐底式钻探平台】　submersible　又称“沉箱式钻探平台”。是一种海上钻探装置，由下部沉垫、上部工作平台以及连接两部分的桁架所组成。工作时通过向下部沉垫（压载舱）加水，使它坐于海底。上部工作平台高出水面一定距离，工作完成后可以放掉沉垫的水而重新浮上海面，以便拖航到新的工区。这种平台适用于水深在十五米以内的海岸潮汐带及沿海浅滩地带。

【自升式钻探平台】　self - elevating drilling platform，jack up rig　又称“自升式钻井船”或桩脚式钻探平台。是一种可移动的海上钻探装置。它由可漂浮的工作平台和可升降的桩脚（三或四条）所组成。钻探时，将它运至井位，通过液压千斤顶或齿轮、齿条等升降机构，使桩脚下降支到海底，然后把平台举升到波浪打不到的高度。它和固定式钻探平台一样，钻井时平台处于固定状态，钻探操作方便，在浅海区得到广泛的应用。由于受桩脚长度等因素所限，自升式钻探平台的工作水深一般不超过 90 米，最新的大型自升式钻探平台工作水深可达 90—120 米。根据桩脚的结构、数量、升降方式、插入角度和有无底垫等特点，自升式钻探平台又有多种型式。

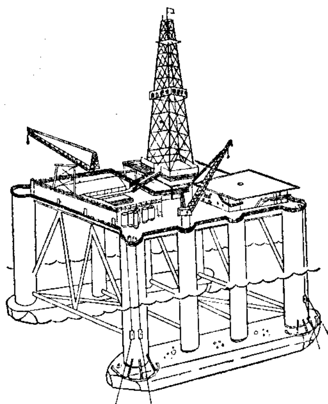


“渤海一号”自升式钻探平台

【自升式钻井船】　self - elevating drilling rig，jack uprig　即“自升式钻探平台”。

【桩脚式钻探平台】　self - elevating drilling platform，jack up rig　即“自升式钻探平台”。

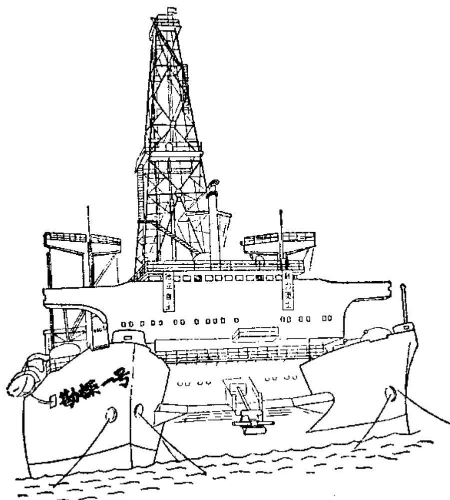
【半潜式钻探平台】　semi - submersi ble drilling platform　是六十年代初才出现的一种新型移动式海上钻探装置。在钻探作业时，整个装置的下半部潜入水中，工作平台高出海面，故称半潜式钻探平台。一般的半潜式钻探平台由工作平台（甲板）、下部浮箱、中间立柱和桁架三部分组成，从浮箱底到甲板高度三、四十米（不计井架高），



半潜式钻探平台

工作海区水深通常可达200米，最深的可在400米深的海区作业。由于半潜式钻探平台的浮箱在作业时可沉入海中二十米左右，能减少波浪的影响，提高了平台的稳定性和抗风浪能力；在移动时，可以排出压载水，使浮箱浮起，以便拖航或自航；以及由于它适用的水深较广等特点，所以近年来发展较快。但因为半潜式钻探平台仍然是在浮动状态下进行作业，因此，还必须用锚系或动力定位来保持其位置。

【钻探浮船】 floating drilling barge 又称钻探船。是一种移动式海上钻探装置。其外形与通常的船舶类似。井架安装在船体中部，同时还装载各种必要的器材和提供工作场地，作业时还需配备水下器具。由于钻探浮船是在浮动状态下作业的，通常要靠锚系来保持船位，因此其工作水深受锚缆长度的限制，一般在200米以内。近来有些新的钻探浮船用动力定位系统取代锚系，不再受水深的限制。钻探浮船的优点是机动性高，大多数可以自航（也有非自航的驳船），适用于海上大范围的地质勘探工作，但缺点是在海上作业时，比其他类型装置的稳定性相对较差，往往需要增加减摇装置。



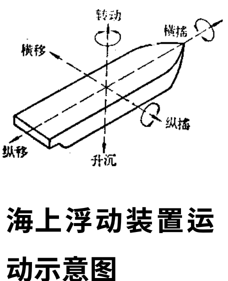
“勘探一号”海洋钻探浮船

【钻探船】 drilling ship 即“钻探浮船”。

【海上钻探附属船】 drilling ten der 是指载有海上钻探所必须的辅助设备（动力机、泥浆系统等）、器材并提供人员生活设施的船只。钻探时，它与安有井架、钻机等主要设备的半自载固定式钻探平台或自升式钻探平台配合进行作业。这种情况下，平台上仅装有绞车、转盘、井架等设备，从而可以缩小平台的面积。

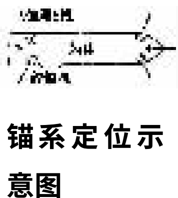
【海上钻探辅助船】 offshore auxi liary vessel，workboat 是为海上钻探工作运送油、水、器材、人员以及在转移时进行拖航、抛起锚和其他作业所需船只的总称。近年来随着海上钻探的发展，设计和生产出一种海上石油钻探专用的辅助船，称综合拖轮。它既能拖航和抛、起锚，又能供应油、水、器材和接送人员。

【海上浮动钻井装置的运动参数】 parameter of drilling vessel mo tion 是表征浮动钻井装置在海上运动状态的各种物理量，即在风、浪、涌、流的作用下，海上浮动装置所产生的升沉、横摇、纵摇、横移、纵移和转动（上述运动往往同时发生）的数值及其周期。为了保持钻探作业的正常进行，一般要求海上浮动式钻探装置的横摇不超过 ±2°，升沉小于 2 米，偏离井口中心的水平位移在水深的 s% 以内，否则，钻探作业即被迫停止。在一定海况条件下的运动参数，即钻探装置的运动反应，是衡量浮动式钻探装置的主要技术指标之一。



海上浮动装置运动示意图

【锚系定位】 anchorimooring 是目前大多数浮动式钻探装置在海上保持位置的方法。锚系通常有六个以上的大抓力锚，配以锚链或钢缆、绞锚设备以及锚绳张力显示仪表等（见图）。钻探装置在海上作业时，分别从它的四周将锚抛置海底，然后根据船位仪的显示数值来调整锚缆并校正船位，使之固定在井位处。


锚系定位示意图

【动力定位】 dynamic position 是一种可以不用锚系而自动保持海上浮动装置位置的定位方法。动力定位系统由船位显示仪、电子计算机控制机构和推进器等主要部分组成。工作时，电子计算机随时根据船位仪所测定的船位偏移数值，自动发出控制信号，改变推进器的运转方向、转速或叶片的螺矩，以调节船位。有的动力定位系统，还可以根据风力的变化，提前发出信号来抵消风力的作用。采用动力定位的海上浮动钻探装置，在海上作业时不需要抛锚，不仅减少了复杂的抛锚工序，提高了钻探装置的机动性，而且因为工作水深不受锚缆长度的限制，甚至可在永深大于千米以上的深海、大洋中进行钻探。

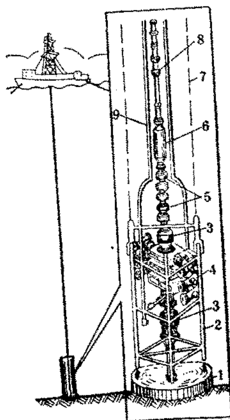
【船位监测仪】 vessel ’s position indicator 是根据超声波原理制成的一种测量海上浮动钻探装置对海底井口偏移距离的仪器。它由海底声纳发送器、船底声纳接收器（或换能器）和测量显示部分等组成。工作时，海底，井口信号发送器发出的声波，传到船底两侧四个接收器，根据其时间差额即可计算出钻探装置偏移井口的位置。为了提高船位监测仪的准确程度，经常还需要与摇摆仪一起使用。此外，有的钻探浮船还采用一种利用张紧绳测定船位偏移距离的辅助设施，即在海底与钻探装置之间，设一始终张紧的钢绳，根据钢绳的长度和其与钻垂线的夹角，就可确定船体偏移井口的距离。

【升沉仪】 heavemeter **是一种测量和记录浮动钻探装置升沉运动的仪器。钻进过程中，升沉仪的作用是通过测量船体上下运动的加速度，测定船体升沉距离，从而确定钻具的伸缩长度，然后据以准确地计算井深。**

【摇摆仪】 roll and pitch indicator **是用以精确测定和自动记录海上浮动钻探装置摇捏角度的仪器。它包括陀螺定向仪、角位移传感器和放大显示记录仪表等部分。工作时。以陀螺定向仪为甚准。浮动装置的摇摆角度，即其与定向陀螺偏斜的角度，可随时通过角位移传感器发出信号，放大后在仪表中显示出来，或将摇摆变化曲线自动记录下来。此外，也有用其他原理制成的摇摆仪。**

【船井】 moon pool，cellar，center welc **是指海上钻探装置上开的一个边长** 5—8 **米的正方或矩形的通口。其作用与陆地钻探时的圆井相同，用来送入或提出钻具、导管、套管及全套水下器具。它的大小必须保证最大尺度的水下器具能顺利通过。船井中心在钻台下方并与井架天车及转盘中心在同一条垂线上。**

【水下器具】 subsea drilling equip - ment **又称海底井口装置或水下钻井设备。是浮动式海上钻探装置在悔上作业时，从钻探装置到海底井口之间所安设的一套特殊器具。其功用是控制井口、引出循环泥浆、导入钻具管柱等。水下器具通常包括井口盘、套管头、导向架、海底防喷器组、液压连接器、柔性接头、带有压井或放喷管线的组合式隔水管、伸缩隔水管、泥浆出口管、张紧器，以及用来粹制海底防喷器、压井或放喷闸门和液压连接器的控制系统等。**



水下器具示意图

1. **井口盘**；2. **导向架**；3. **连接器**；4. **防喷器组**；
5. **柔性接头**；6. **隔水管**；7. **导向绳**；8. **伸缩隔水管**；9. **放喷管线**

【井口盘】 drilling tempcate，tem porary guide base 水下器具的部件之一。是一个安设临时导向绳的大型钢质焊接构件（见“ 水下器具 ” 一词附图），用来确定井口，导引钻具开钻，承托套管头和永久导向架。在使用时，一般可向构件内加入重晶石或浇注混凝上，以增加自重来提高其坐落在海底的稳定性。井口盘中间通孔的尺寸必须允许最大规格的钻头或导管顺利通过。

【导向架】 guide tructure 水下器具的部件之一，是一个钢制的四柱方形构件（见“ 水下器具 ’ 一词附图）。它由四根导向绳与海上钻探装置底部相联，钻井时用来导引防喷器组及隔水管系统，以便使隔水管系统的液压连接器与防喷器组的液压连接器以及套管头之间能够迅速准确地互相咬合连接。在未安装防喷器组及隔水管前，则用以导引钻头及套管进入井口。导向架通常与最大一级的套管头连接，下入海底并坐落在井口盘上。

【海底防喷器组】 subsea B. O. P. stak 水下器具的部件之一，是设置在海底、用来控制和防止井喷的一种井口设备（见“ 水下器具 ” 一词附图）。通常它由几个闸板式防喷器、囊式防喷器、同套管头连接的液压连接器、同上部隔水管系统连接的上接头以及同导向架相配合的外框架等部分组成。此外，还配有两条带控制阀组的压井或放喷管线及控制全套水下器具的两套控制阀组。海底防喷器组除了要求能够承受高压油、气层的压力以外，由于处在不能直接观察的条件下进行工作，所以其性能必须绝对可靠。

【水下器具控制系统】 subsea mon trol system，control system for sub sea drilling e-quipment 是海上钻探时，将动力及信号传至海底防喷器、压井或放喷阀组和液压连接器，以完成各种所需动作的控制系统。它由高压油泵、控制台、管钱、绞车及海底阀组等部分组成。

【液压连接器】 hydraulically op eratdedconnector 水下器具的部件之一，是一个靠液压实现两个部件接卸的特殊机构。海上钻探装置征进行作业时，其全套水下器具的接卸，均由各个液压连接器来完成。

【柔性接头】 flexible joint 水下器具的部件之一，是一个能向任何方向偏移，以适应浮动钻探装置水平位移的接头（见“ 水下器具 ” 一词附图）。使用时，它连接在防喷器组和隔水管之间。其允许偏斜角度一般在 10°以内。

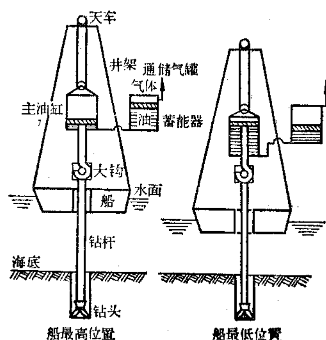
【隔水管】 marrine riser 水下器具的部件之一。是连接海底防喷器组和浮动式海上钻探装置的钢管，主要是用来隔绝海水，寻入钻具和套管，以及构成泥浆循环的通道。其规格要适应所选用的防喷器组，总长度则根据工作水深而定。同时带有两根同样长度、可承受高压的压井或放喷管线的隔水管，则称组合式隔水管。

【伸缩隔水管】 telescopic joint，slip joint 水下器具的部件之一，是一种适应海上浮动钻探装置升沉运动的特殊隔水管。它由可作相对运动的内外管构成。工作时。外管用钢绳悬吊于隔水管恒张力装置之下，内管则与泥浆出口管连接并固定在钻探装置上。

【钢绳恒张力装置】 wiretine con stanttensioning system 水下器具的部件之一，是海上钻探时一种用来张紧导向绳和伸缩隔水管钢绳的恒定张力机构。它由油缸、滑轮组、储能器及相应的控制设备所组成。当海上浮动钻探装置产生升沉运动时，通过油缸拉杆，使钢绳保持一定的张力。张力大小可根据需要进行调节。其中用来张紧导向绳的张紧器，称导向绳恒张力装置，张紧伸缩隔水管的张紧器，称隔水管恒张力装置。前者承受的张力较小，结构比较简单；后者在水深时，承受的张力较大，亦关系到水下器具的工作状态，相应的控制系统也比较复杂。

【伸缩钻杆】 bmnper sub 是适应海上浮动钻探装置升沉运动的一种特殊井下钻具。通常安装在钻铤的上部。在钻井时，其作用不仅是传递转矩和构成循环冲洗液的通道；同时，通过内外管之间的上下相对运动，可以使下部钻具不受浮动钻探装置升沉的影响，而进行正常的钻探工作。但由于内外管在作相对运动时，其上部钻具也随之起落，因此在钻进过程中，不能调节钻压。

【钻柱升沉补偿器】 drilling string motion compensator 是海上浮动钻探装置中，能使全套钻具在钻进时不受升沉影响的一种专用设备。用它来代替伸缩钻杆，可以改善海上的钻井条件，以便比较容易地保持和调节钻头压力。钻柱升沉补偿器由主油缸、储能器、气体平衡罐以及相应的阀和管路等部分组成，通常安装在大钩和游动滑车之间，有时也安装在天车井架间。钻柱升沉补偿器可根据钻具的重量来调整气体平衡罐中的气体压力，使储能器和主油缸保持一定的油压。当钻探装置作升沉运动时，就带动主油缸上下运动。此运动所引起的油压变化，带动主油缸进行排油或充油，使储能器中的气体发生胀缩，从而使主油缸的活塞保持不动，以达到钻具不受钻探装置升沉影响的目的。



钻柱升沉补偿装置作用原理图

【立根排放机构】 pipe rackingsystein； 是海上钻探中用来排放钻杆立根，以代替或减少工人在井架上作业的机械装置。它分立根在井架内作重直排放和在井场中作水平排放的两种。其中水平排管机构可使钻杆立根不靠在井架上，从而减轻了井架的负荷和有利于抗风浪，但由于操作的时间长，占用钻探装置的面积大，因而仅在少数钻探船

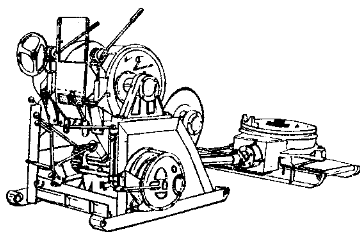
上应用。

【水下电视】 untdorwater（subsea）TV 是一种工业电视，在海上钻探中，用以观察水下器具的安装、连接、拆卸以及各主要部件的工作情况。它包括摄象机、照明灯、控制器、接收器，传输电缆及绞车等主要部分。其水下部分必须适应作业水深的要求，并能在船上通过遥控来凋节摄象机的焦距和寻找目标。目前水下电视大多采用可见光，其清晰度受海水透明度的限制，因此现正研究用激光，红外线或超声波等原理解决水下观察的问题。

水文地质钻探

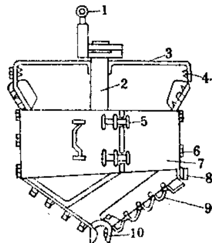
【水文地质钻探】 hydrogeologic drilling 是为查明地下水的埋藏条件、运动规律、水质、水量等水文地质条件，以获取合理开发及利用地下永所需资料而采用的一种主要技术手段。与一般地质钻探比较，水文地质钻探的特点是钻孔直径较大，钻进工艺和成井工艺比较复杂，所用的设备能力也比较大。按指定位置和深度要求所钻凿成的孔，称水文地质钻孔。按其目的，水文地质钻孔一般可分为水文地质普查孔、水文地质勘探孔及探采结合孔三种。此外，还有为勘探和开发地热资源（目前主要是地下热水）的地热并。

【水文地质及水井钻机】 drilling machine of hydrogeology and well 在水文地质钻探中，根据以探为主，探采结合的原则，除了获取评价水文地质条件所需要的资料（如含水层赋存条件、水质、水量等）以外，还应尽可能满足取得最大水量，相应增大钻孔直径，建设一般供水管井的要求。适应这种需要的钻机，则为水文地质、水井钻机。这种钻机应具备两方面的能力：既能钻进、采取岩心或岩样；又能钻大直径钻孔和进行成井作业。


SPJ－300 型水文水井钻机

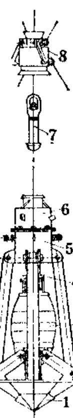
【复合式钻机】 combination drill 为了能在不同的岩层和条件下，根据不同的要求采用适当的钻进方法（例如在砾石层中需用冲击钻进；在干旱地区采用空气钻进；在坚硬岩层中采用回转钻进；以及在特殊岩层中采取反循环钻进、潜孔锤钻进，等等），要求钻探设备具备多种性能。凡是可以采用两种以上钻进方法的钻机，则称为复合钻机。例如我国设计制造的 SPC－300H 型回转、冲击两用车装钻机。就是一种复合式钻机。

【锅锥】 是由我国劳动人民创造的一种用人力或人力与机动相配合的回转式打井工具。因其锥头外形与大锅相似，故称“锅锥”。它与钻头、钻杆、升降装置、井架以及人力推进或动力机等部分组合为打井机械，适合于粘土层、砂土层、砂层等松散地层中钻进。由于它具有构造简单、操作简便，施工安全、制作和修理方便、可就地取材等特点，有的地方广泛应用于含水层埋藏较浅的平原区打井。按直径，锅锥分大锅锥、小锅锥两种。



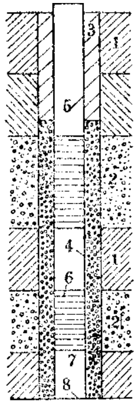
锅锥构造示意图
1．提锅钩环；2．挡泥筒；3．框架；4．上扩孔刀；5．搭栓；6．合页；7．锥身；8．下扩孔刀；9．刀齿；10．离合器

【冲抓锥】 grab—type drillbit 在锅锥的基础上，利用抓土机械原理制成的一种半机械化打井工具。它利用卷扬机通过循环升降，将土石抓出井外并加深井深。冲抓锥不仅可钻进一般松散地层，对于姜石层、卵石层以至直径粗大的砾石，均有较好的效果。由于冲抓锥在钻进过程中不破坏地层结构，不堵塞地层空隙，所以洗井容易，成井后出水量比其他钻进方法打的井出水量大。



冲抓锥头示意图
1．叶瓣；2．连杆；3．配重体；4．下滑轮架；5．上滑轮架；6．开闭机构；7．钢绳接头；8．自动挂卸器

【供水管井】 water supplypipe well 简称管井，是安装在地下的取水建筑设施。其结构（见图）一般是由套管（井壁管）与过滤器连接而成由套管（井壁管的一个管柱，垂直安装在钻（凿）成的井孔中心，成为管井的主体。套管安装于非含水层处，起保护井壁和隔离透水层、渗透带的作用。过滤器安装于含水层，起通水和滤水的作用。管井最下一段为沉淀管，以沉淀水中所含的泥砂。在管柱与取水的含水层段之间的坏状间隙中，填入筛选的砾料，以增大管井的出水量，并起过滤、挡砂的作用。在砾料上部非含水层段或计划封闭的不良含水层段，填入粘土或水泥等封闭物，防止井水被污染或分层开采时互相串通。



供水管井结构示意图
1．非含水层；2．含水层；3．人工封闭物；4．人工填料；5．井壁管；6．过滤器；7．沉淀管；8．井底

【管井】　“供水管井”的简称。

【成井工艺】　well completion technology　在水文地质钻探钻凿成孔并取得钻孔地质剖面资料之后，还必须通过抽水试验查明地下水的水位、水量、水质等情况，有时还要将其建成用于供水的管井。为此而采取的各种技术措施，称“成井工艺”。它是钻成孔井之后的主要工艺，包括扫孔（扫去孔壁泥皮）、冲孔（冲净井中泥砂，岩屑）、换浆（把井内浓泥浆稀释）、下管、填砾、止水、洗井等工序。

【换浆】　mud fluid displacement　水文地质钻探或供水管井建设中成井工艺的工序之一，是为了使成井工艺的其他工序能顺利进行，防止浓泥浆、泥砂及泥皮等堵塞滤水管和含水层、保证成井质量，而在一定时间内把井内浓泥浆逐步加以稀释的作业。换浆时的泥浆稀释程度，以下管和填砾过程中使井壁不致坍塌和在洗井时能在短时间内达到水清砂净为准。

【井管】　well casing　水文地质钻探及供水管井的建设中，井管一般是指保护井壁的套管；也叫井壁管，有时也泛指套管与滤水管两者而言。井管按其制造原料之不同，有钢管、铸铁管、水泥石棉管、水泥砾石管、陶瓷管、矿渣管、塑料管、玻璃钢管等。

【过滤器】　well screen　又称滤水管，俗称花管。是供水管井建设的主要材料之一，安装在管井中对应的含水层部位，起滤水挡砂作用。根据制造材料可分为钢质、铸铁、水泥砾石、水泥石棉、塑料、玻璃钢等各种过滤器。此外还有陶瓷、缸瓦和矿渣滤水管等。它的结构与构造要适合对应含水层的情况。

【滤水管】　即“过滤器”。

【沉淀管】　sediment tube　供水管井建设的主要材料之一，组成井管的一部分，位于井管的底部。上端安滤水管，下端封闭，用于抽水时沉淀涌进井管内较粗的砂砾。沉淀管需定时清洗，以排除管内的砂砾。

【下管】　casing installation　水文地质钻探或供水管井建设中成井工艺的重要工序之一，是将井管和滤水管安装到井内的作业。一般在井孔钻到预计深度，经过探孔、换浆以后，再进行下管。其目的是保护井壁稳固，阻止泥砂颗粒进入井内，和起到滤水挡砂的作用。下管质量的好坏，关系到成井工艺的质量，直接影响管井的出水量和使用寿命。

【探孔】　bore hole inspetion　又称试孔或疏孔。水文地质钻探中为检查钻孔孔壁是否圆滑、规整，保证下管工序的顺利和安全而进行的一项工作。回转钻进用特制的探孔器；冲击钻进可用肋骨提砂筒。当井孔钻到预计的深度后，通过钻杆或钢丝绳将探孔器迅速下入孔内，如无受阻现象，则井孔即符合圆直的要求；反之，要提出探孔器再修

整井孔，直至探孔器上下顺利通过时为止。

【浮力塞】　suspension plug　水文地质钻深或供水管井建设中，以提浮法下管时使用的一种特制接头。其作用是通过浮力塞增大孔内泥浆对井管柱的浮力，从而大大减少井管下入孔内时的悬重，以适应钻塔及钻机绞车的负荷能力，降低井管本身由于自重所产生的拉伸应力。浮力塞主要对较深钻孔下入铸铁管、无缝钢管等井管时应用。一般常用的浮力塞有异径浮力塞、同径浮力塞，同径可拆浮力塞等几种。材料可用钢材、水泥或木材等。

【导正器】　centraizer　水文地质钻探或供水管井建设中，以钻杆托盘下管法对管井下管时使用的专门工具。其作用是当井管通过对口器在井孔内对位时，在管内起导正作用。导正器的外径一般小于井管内径 10—15 毫米。

【围填】　gravel packing　又称填砾或投砾。水文地质钻探或供水管井建设中成井工艺的工序之一，是在井孔完成安装井管工序之后，在滤水管与含水层之间的环状空隙中，填入一定数量和粒度的砂砾，以构成人工滤水层的作业。围填的目的是借水流的震动，使砂砾作规律的排列，增大滤水管周围的有效孔隙率或透水性，防止含水层中的细砂涌入井管，扩大出水量和延长井孔的使用年限等。

【填砾】　gravel packing　即“围填”。

【投砾】　gravel packing　即“围填”。

【砾料】　gravel paek　用于对管井进行围填的砂砾。一般要求选用质地坚硬、不易破坏、外形滚圆、粒度均匀的石英质或硅化岩石的砾石。参见“围填”。

【止水】　water shut—off　为了隔离钻孔所贯穿的各透水层或漏失带，防止含水层相互沟通，导致水文地质条件发生变化及引起水质污染、潜水位升降、耕地盐碱化等而采取的技术措施。在水文地质钻探和供水管井建设中，止水是成井工艺的工序之一。根据要求，止水可分为临时性止水、永久性止水、分层止水等。有的水文地质钻孔还兼有止水和封孔双重目的。止水用的材料有粘土、水泥、橡胶、高分子聚合物、桐油石灰等，应根据止水条件和要求来选用。

【盲管抽水】　blinded - pipe yield test　所谓盲管是一套不完整的抽水井管，即在井孔中需要抽水的含水层段，下入较经济的滤水管和少量井管。井管上端加设特制封帽，围填粘土或其他材料止水；含水层以上井段呈裸眼状态。这种在井内部分层段的抽水试验方法，称盲管抽水。当取得抽水资料后，盲管即弃于井内。如上部含水层也须进行抽水时，可把下部盲管填死或隔离后再行抽水。盲管抽水适用于深井，特别用于井管下入后不易起拔而造成大量浪费的井孔。

【抽水设备】　water wi yield test equipment　进行水文地质钻探的抽水试验时，用

以提水的机具。常用的抽水设备有离心泵、喷射泵、空气压缩机和深井泵等，可根据地下水的水位深度、涌水量和钻孔直径等因素来选择。离心泵和喷射泵一般适用于浅层地下水，即吸程在7—8米以内的钻孔；空气压缩机多用于地下水位较深的钻孔；深井泵一般用于地下水位深、水量大的钻孔。此外，还有电动潜水泵、深井拉杆泵等，用于地下水位很深，如100米以下的钻孔。

【测水管】 test pipe 水文地质钻探中，为了在抽水试验的同时能够观测井内水位的升降情况，必须在井管内或井管外设置一套小直径水管。这种水管称测水管。其内径大小以能通过水位器测头为准，一般为$\frac{3}{4}$英寸或$\frac{7}{8}$英寸。

【分层止水】 differential shut - off of water 在有多层含水层的地区进行水文地质钻探时，为了取得各含水层的水量、水位、水质和水温资料，必须按每层含水层分别进行观测和抽水试验。按投计要求，自下而上先后将目的层（组、段）与其他含水层隔离的工作，称分层止水。

【冲击钻机】 churn drill 也叫顿钻。利用钻具自重，以冲击方式进行钻进的钻机。我国设计制造的丰收— 150和双丰收 - 250钻机，均属冲击钻机。

【冲击钻具】 churn drilling tools 冲击钻进时所用的钻具，由冲击钻头（或肋骨提砂筒）、冲击钻杆、钢丝绳接头（或冲击活环）组成。钻具以上连接钢丝绳。

【冲击钻头】 percussion bit 利用冲击作用破碎井底岩石的主要钻进工具。其主要作用是破碎井底岩石，修整井壁，使井眼呈近似圆形。为适应不同的地层，钻头有多种不同型式，如一字型钻头、十字型钻头、工字型钻头、马蹄型钻头、鱼尾型钻头等，又称顿钻头。

【冲击钻杆】 percussion drill stem 俗称加重钻杆。冲击钻进的钻具之一，是一种圆形钢杆。其下端有锥形内螺纹，用以连接钻头（或肋骨提砂筒）。上端有锥形外螺纹，用以连接钢丝绳接头。为拧卸方便，杆的两端开有扳手切口和打捞时用的环形槽。冲击钻杆的功用一是加大钻具重量，增大破碎岩石的冲击力，以提高钻进效率；二是导正钻具，使钻具保特垂直，以防止钻孔弯曲。

【抽筒】 bailer 又称管钻或抽砂筒，俗称光板提砂筒，是套管护孔冲击钻进时用的一种既能钻进、又能提砂的工具。它以一根长约3—4米的厚壁大口径钢管为主体，上端焊接带有锥形丝扣的提引梁，下端焊接活门圈，安装一个向上开启的单向活门。钻进时，其上部连接冲击钻杆及钢丝绳接头，下端活门板件随冲击而不断开闭，一面将孔底钻屑和砂砾吞套进抽筒，一面加大孔深。每钻进一个回次后，抽筒提出孔外排除泥砂，再下入孔内继续下一回次的钻进。随着套管护孔方法逐渐被泥浆护孔及水压护

孔方法所代替，我国钻探工人创造了一种肋骨提砂筒的钻具，即在抽筒下部焊上一些肋骨片，不仅把冲击破碎及排粉两道工序同时结合进行，提高了钻进效率，而且使采取的岩层样品更接近于实际情况，保证了地质工作质量。

【管钻】　pipe drill，tube drill　即“抽筒”。

【肋骨提砂筒】　rib—type bailer　见“抽筒”。

【掏泥筒】　mud bailer　以冲击钻头钻进时，用来清理孔底岩屑的辅助工具，它由各种钢管制成，上端有提引梁接钢丝绳，下端有单开门式底阀（即活门）。每当钻进一个回次，提升出钻具以后，便将掏泥筒放入孔内，利用其上下提放的动作使底阀一张一合，以清除孔底岩屑，为继续钻进做好准备。

【砂钻】　Banka drill　又名班加钻，因最初在印度尼西亚西伊里安岛的班加锡矿区发明使用而得名。砂钻是一种轻便型的冲击钻，用于钻探砂锡、砂金、石英砂、铌钽等砂矿床。砂钻是由几种不同型式的冲击取样器和一个圆形工作盘组成。工作盘装在套管顶端，四名工人站在工作盘上用人力转动工作盘和套管进行钻进，同时用冲击取样器进行取样。

【班加钻】　Banka drill，Empire drill　即“砂钻”。

【黄铺钻】　Huang－pu drill　是安徽省地质局311地质队在勘探砂矿时，在砂钻基础上改进而成的一种轻便冲击钻机。因工作区在黄铺，故名黄铺钻。黄铺钻由人字架、导正装置、吊锤、管具（即冲击取样器）、测量岩柱装置、油压起管器和冲击机等部分组成，适用于含砂砾的粘土、砂土、亚粘土、亚砂土等。它与一般砂钻比较具有以下特点：岩心采取率高，能基本保持岩层的层位、构造和物质成分等；由于用一台小型绞车操纵冲击取样器，大大减轻了工人的劳动强度，钻进效率较高；构造简单，搬运方便。

【工程地质钻探】　engineering ge ologic drilling　为勘察坝基、水库、渠道、港口工程、高层建筑以及公路、铁道沿线的工程地质情况，获取工程设计所需要的地质资料而进行的钻深。

【分层标】　serveymg pole for differential formations　根据土层的性质，通过钻探分别埋设在地下不同深度土层中的特殊观测点。标点直通地面，随土层的压缩、膨胀而升降变化，由此观测此点到地面的总沉降量或回弹量。

【基岩标】　bedrock surveying pole　通过钻深而埋设在地下完整基岩上的特殊观测点。标点直通地面，是进行地面沉降的面积水准测量的起始点或高程控制点，用以测量基岩以上覆盖层的总沉降量。

【钻进工艺】　drilling technologg　指钻凿钻孔的全部施工工艺过程。它包括钻头

的选择，冲洗液的选择、使用、净化及处理，下套管计划，钻进规程的选用，止水封孔措施，取心取样的工具、规程，以及测斜仪的选用，等等。钻进工艺选择的主要依据是钻孔的孔身结构及地质条件。

【特种钻进工艺】 special drilling practices 为取得水文地质及工程地质勘察资料所进行的特种钻探工作。它使用的技术装备、钻进取样工具和施工方法等，往往与常规的施工方法有显著的区别。属于特种钻进工艺的有地面沉降基岩观测标及分层观测标钻进工艺，大口径桥基基桩孔钻进工艺，热水井钻进工艺，江、河、湖、滨海钻探施工工艺，岩溶地区钻进工艺，大型工程基础处理孔钻进工艺等。

【水上钻探】 drilling on water ways 一般指在江、河、湖泊、近海的水面上所进行的钻深工作，常用于水电站、运河闸门、大型桥梁、海港、水底隧道等工程的地质勘察和施工中。在地质普查和矿床勘深工作中，有时也采用水上钻深、水上钻探的特点是：必须在水面架设施工基台、浮桥或采用专门的钻探船只、设备安装和操作、特别是定位、移位及整个钻探场地的稳定比陆地困难、复杂、为了隔绝水流对钻杆、套管的影响，构成泥浆循环系统，必须在开钻前预先下入保护管、施工进度受气候、水文（如风浪、水位变化等）等因素的影响较大。

【灌浆作业】 grouting 为封闭岩层的裂隙及裂缝，以加固坝基、港湾码头基础、高层建筑基础、硐室以及封闭不良含水层或油气层，加固孔壁破碎带和处理坝基渗漏等而进行的灌浆工作。灌浆作业一般是通过钻孔，用高压泵在压力状态下进行的。钻孔按一定的排列方式、密度、深度要求布置。常用的灌浆剂是水泥浆，也有用沥青或水玻璃液的。近年来，由于高分子聚合物的发展，逐渐采用丙凝、氰凝等灌浆剂，收效快，封闭效果好。

坑探工程

【坑探工程】 exploring minig 简称抗探。地质勘探工作的一种技术手段，是为了揭露地质及矿产现象而在地表或地下挖掘不同类型坑道的工作。它包括探槽、浅井、平巷、斜井和竖井等。其特点是人员可进入工程内部，对所揭露的地质及矿产现象能进行直接观测及采样，能检验钻探和物化探资料或成果的可靠程度，获得比较精确的地质资料，探明精度较高的矿产储量，特别是勘探地质构造复杂的稀有金属、放射性元素、有色金属及特种非金属矿床时常用的手段。坑探过去曾称作“ 山地工作 ”，因含义不确切，目前已逐步停止应用。

【坑探】 即“ 坑探工程 ”。

【山地工作】 坑探工程的俄文译名，现已逐步停止应用。见“ 坑探 ”。

【掘进】 drifting 为一定的目的，在岩层或矿体内，按预定的规格、形状和方向挖掘各种类型坑道的工作，通称掘进。在通常情况下，它一般包括凿岩、爆破、通风、装岩运输、支护和排水等工序。

【探槽】 exploratory trench 坑探工程之一。在地质勘探工作中，为了揭露岩层或矿体，在地表挖掘的一种深度不超过 3 米的沟槽。一般要求槽底深入基岩 0． 3 米左右，底宽 0． 6 米，长度与方向则取决于地质要求。由于它施工简便，成本较低，因而应用较广。目前正在逐步推广的轻便取样钻机，可以用浅孔代替部分探槽，有利于提高工作速度和减轻劳动强度。

【浅井】 shallow shaft 坑探工程之一。是从地表向下掘进的一种深度和断面都较小、铅垂方向的地质勘探坑道。其断面形状一般为正方形或矩形，断面面积为 1． 2—2． 2 平方米，深度一般不超过 20 米。断面形状为圆形的浅井，又称小圆井。在地质勘探工作中，浅井和小圆井广泛被用来了解基岩的地质和矿产情况，采集样品，提供编制地质图件所需要的资料等。

【小圆井】 small circular shaft 断面为圆形的浅井。其直径一般为 0． 8—1． 0 米，深度不超过 5 米。参见“ 浅井 ”。

【平窿】 adit 地质工作中又称平峒。是按一定规格从地表向山体内部掘进，其一端直通地表的水平坑道。平窿的断面形状多为梯形和拱形，是人员出入、运输、通风及排水的通道。在地质勘探中，它常用来揭露、追索和研究矿体。与竖井和斜井比较，平窿施工简便，运输及排水容易，坑道维护方便，使用的机械设备及投资也较少，掘进速度较高。两端都直接通达地表的水平坑道，称隧峒或隧道。

【平峒】　adit，tunnel　地质工作中，经常将平窿称为平峒，是一种坑探工程。详见“平窿”。

【石门】　cross—cut 指从竖井（或盲井）、斜井（或盲斜井）或浅井下部掘进在围岩内的地下水平坑道。它一般作为联结竖井（或斜井）同主要运输水平巷道之间的主要通道。

【沿脉】　ore drift　在矿体中沿走向掘进的地下水平坑道。地质勘探工作中主要用来了解矿体沿走向的变化情况。如果矿体厚度超过 2—3 米，则需配以横穿矿体走向的穿脉坑道。沿脉还可供行人、运输、排水和通风之用。

【石巷】　rock drift　又称脉外平巷。在围岩中平行矿体走向掘进的地下水平坑道。

【脉外乎巷】　即“石巷”。

【穿脉】　transverse drift 垂直或斜交矿体走向并穿过矿体的地下水平坑道。地质勘探中，穿脉主要用来揭露矿体厚度，了解矿石组分和品位变化，以及查明矿体与围岩的接触关系等。其长度取决于矿体厚度和平行的矿脉数目。

【斜井】　inclined shaft　以一定的角度（一般不超过 35°）和方向，从地表向地下掘进的倾斜坑道。它是进入地下的一种主要通道。地表没有出口的斜井，称暗斜井或盲斜井。

【天井】　raise　一种在水平坑道中自下而上开掘的，在地表无直接出口且断面较小的铅垂坑道或急倾斜坑道。在地质勘探中，天井一般用于揭露和追索矿体，在生产矿山则用于运送矿石、工具、材料、人员上下及通风。专门用作溜放矿石及废石的天井；又称溜井。

【上山】　raise　在上下两相邻中段的水平坑道之间，自下而上掘进的小断面倾斜坑道。在其中通常装有绞车或其他设备，主要用来由上向下运送矿石、备和材料。

【下山】　winze　在上下两相邻中段的水平坑道之间，自上向下掘进的小断面倾斜坑道。其中通常装有绞车或其他设备，主要用来由下向上运送矿石、设备和材料。

【竖井】　vertical shaft　一种直通地表且深度及断面较大的铅垂方向坑道，也是进入地下的一种主要通道。竖井按用途分勘探竖井和采矿竖井。后者又分主井、副井及通风井混合井等。勘探竖井断面常为矩形，深度一般在 20 米以上。

【暗井】　blind shaft　即暗竖井。指不直通地表的竖井。其作用与竖井类似。

【盲竖井】　vertical blind shaft　即“暗井”。

【掘进方法】　driving method　开凿坑道所采用的施工程序、机械设备以及技术和组织措施的总称。根据挖掘和支护的程序，掘进方法分为普通掘进法和特殊掘进法两大类。

【普通掘进法】　ordinary driving method　一类在涌水量不大，机械性质比较稳固

的岩层或矿体中采用的坑道掘进方法。其特点是在掘进时，坑道四壁及工作面可以暂不支护而不立即塌落；在掘进工作的程序上，先挖掘岩石形成坑道，而后视岩石稳定程度进行支架或不支架。依据掘进工作面穿过的岩层性质，它还分为单质岩层掘进法和非单质岩层掘进法；按掘进方向，又分为水平坑道掘进法、倾斜坑道掘进法和垂直坑道掘进法。在大断面坑道的掘进中，根据坑道形成的过程，普通掘进法又分为全断面掘进法、阶梯工作面掘进法及导坑扩大掘进法。

【特殊掘进法】　special driving method　在松散破碎和涌水量很大的岩层内采用的一类坑道掘进方法。其特点是先造成超前于工作面的坚固井壁或支护，或者事先隔绝水源或降低水位，以阻止或减少工作面的涌水，而后挖掘坑道。常用的特殊掘进法有插板法、井壁下沉法（沉箱法）、冻结法和降低地下水位法等。此外，目前使用的钻井掘进方法等，也属于特殊掘进法。特殊掘进法一般施工技术复杂，掘进速度慢且成本高。

【联合掘进机】　combined tunneling machine　一种不用钻眼爆破而能同时完成破碎和装载岩石的掘进机械。一般用于硬度较小的岩层。它由行走机构、截割机构和装载机构三大部分组成。工作时，它随着行走机构的推进，截割岩石，并将截割下来的岩石自动装载。按截割机构的不同，联合掘进机，有回转式、截链式、钻头式和铣刀式等几种。

【工作面】　working face　挖掘地下坑道或开采矿石时，随掘进或开采而推进的工作地点。坑道掘进时的工作地点，称掘进工作面或掌子面。回采矿石的工作地点，称回采工作面或采矿工作面。

【掌子面】　face　又称掘进工作面。坑道掘进时，随掘进而向前推移的工作地点。参见“工作面”。

【掘进工作面】　development end 即“掌子面”。

【回采工作面】　stope face，heading siope　又称“采矿工作面”。用地下开采法进行采矿时，回采矿石的工作地点。参见“工作面”。

【采矿工作面】　即“回采工作面”。

【钻眼爆破】　drilling and blasting　又称凿岩爆破或打眼放炮。用机械或人工的方法，对矿体或岩石钻凿炮眼，然后装填炸药进行爆破的作业，总称钻眼爆破。它广泛应用于地质勘探、采矿、水利、筑路及其他建筑工程。

【凿岩爆破】　是涵义基本上与钻眼爆破相同的术浯，见“钻眼爆破”。

【打眼放炮】　钻眼爆破的俗称。详见“钻眼爆破”。

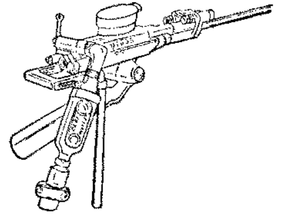
【回转式钻眼】　rotary drilling　一种在软岩层中的钻眼方法。即钻头刃部在轴向压力作用下进行回转并切削岩石，同时利用螺旋钻杆或其他方式，将岩粉排出，以形成炮眼或炮孔。在软岩层中掘进或采煤时，一股可采用小型电钻钻眼；在有瓦斯或矿尘爆炸危险的采掘作业中，则多采用风动回转式钻眼机械进行钻眼。

【冲击式钻眼】　percussive drilling　一种在硬岩层中常用的钻眼方法。即在轴向

冲击力的作用下，钎头刀锋频繁冲击并破碎岩石。钎头每冲击一次，旋转一定角度，同时排出岩粉而形成炮眼（或炮孔）。人工打眼和凿岩机打眼，都属于冲击式钻眼。

【凿岩机】　rockdrill　一般是指冲击式的钻眼机械，适用于坚硬岩石中钻凿炮眼。它主要由冲击、回转、排粉及供水等机构组成。根据使用的动力不同，分为风动凿岩机、电动凿岩机、内燃凿岩机和液压凿岩机几类。

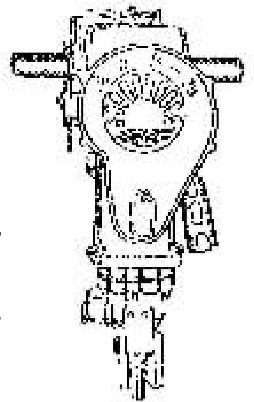
【风动凿岩机】　air hammer dril 简称风钻。一种以压缩空气为动力的冲击式钻眼机械。工作时，缸体内的冲击锤往复运动，向前时打击钎杆使钎头冲击岩石，回行时带动钎杆回转一个角度，再作第二次冲击。如此连续工作，即在岩石中打出炮眼。按推进方式，风动凿岩机分手持式凿岩机、气腿式凿岩机、伸缩上向式凿岩机及导轨式凿岩机等。



YT-23型气腿凿岩机

【凤钻】　即“风动凿岩机”。

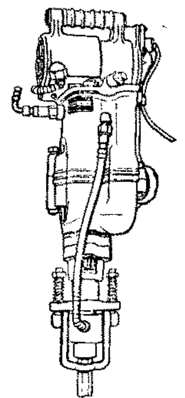
【内燃凿岩机】　motor drill　又称摩托凿岩机。是一种动力机和工作机合一的，并以内燃机驱动的冲击式钻眼机械，适用于地质勘探、交通、国防等部门。我国自行设计和制造的 YN －23 型内燃凿岩机具有结构新颖，重量轻，效率高等特点。



YN-23 型内燃凿岩机

【电动凿岩机】　electric drill　一种以电力直接驱动的冲击式钻眼机械。按其工作原理，分电磁感应式和电动机式两类。后者又分直接传动和软轴传动两种。其冲击机构型式有压气活塞式、偏心块式、离心锤式。我国生产的 YD—25 型电动凿岩机属于偏心块式。

【液压凿岩机】　hydraulie drill　又称液动凿岩机。以高压油作传递能量介质的岩石钻眼机械。按破碎岩石的方式和液压操作的程度，分为回转式和回转冲击式两种，以及部分液压和全液压两类。其中回转冲击式全液压凿岩机，整机全部液压控制，可同时在软、硬岩石中作业，是一种最具代表性的新型产品。其机械结构与风动凿岩机基本相似，由冲击活塞、控制阀、回转装置及其他附属装置等组成。由于采用液压调速和使油受压冲击活塞的结构，液压凿岩机具有冲击频率高和参数可自动调节等特点，比风动凿岩机的凿岩速度高，动力消耗少，噪音小，设备寿命长，并便于实现自动化及程序控制。但目前它还存在造价高、比较笨重、附属设备多、维护要求较高等缺点，一般都必须与凿岩台车配合使用。



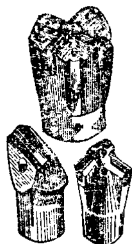
YD－25 型电动凿岩机

【凿岩台车】 ju nbo 一种由一台或多台凿岩机所组成的车架式凿岩设备。凿岩机的移位、推进等动作，用机械或液压驱动来完成，可以减轻劳动强度，提高钻眼效率和劳动生产率。

【钎子】 drill stee 又称“ 钢钎 ”。是直接用来钻凿炮眼的工具，由钎头、钎杆和钎尾三部分组成。三者成一整体的，叫整体钎子；钎杆与钎尾为一整体而钎头可以拆卸的，称活头钎子；三者分别制造，然后装在一起的叫组合钎子。按钎杆材料，又分合金钢钎和炭素钢钎。

【钢钎】 即“ 钎子 ”。

【钎头】 drill bit 钎子前端带有刃锋的部分。按钎头与钎杆连接方式，有活钎头和死钎头；依制作材料不同，有炭素钢钎头和硬质合金钎头。据钎头的几何形状。又分一字形、十字形、丁字形和品字形等形式，钎头材料及几何形状对钻眼速度有很大影响。在地质勘探工作中，以一字形的硬质合金活钎头最常用，其特点是更换、运送、制造和修‘ 磨都较方便。



钎头

【锻钎机】 drill sharpener 一种锻制和修理钎子的专用锻压设备。它利用不同的模具，可修制各种尺寸和几何形状的钎头及钎尾，以满足对钎子的外形要求。按锻钎机使用的动力，可分风动锻钎机和液压锻钎机等。近年来，我国地质部门，已经制造出轻便的液压锻钎机。

【空气压缩机】 compressor 用来产生压缩空气的机械设备，是采掘等工业中风动设备的动力机。按其工作原理，分往复式（或活塞式）、回转式、涡轮式和螺杆式等。其主要性能用排气压力和排气量表示。地质工作中常用的移动式空气压缩机，其排气量为 6 立方米或 9 立方米。

【炸药】 explosives 指在一定的外因条件下（起爆）能由本身能量发生爆炸的物质。由于炸药在爆炸时能够急剧地产生大量高温。高压气体，因而对周围环境可产生很大的破坏能力。常用的工业炸药种类很多，按使用范围分为安全炸药和非安全炸药。前者允许在一切地下和露天工程中使用，后者禁止在有瓦斯和矿尘爆炸危险的矿井内使用。按炸药的成分分为硝铵炸药、硝化甘油炸药、液氧炸药、黑色炸药等类。地质矿山

部门广泛采用的是硝铵类炸药，在涌水量大且岩石坚硬条件下采用硝化甘油类炸药。

【铵锑炸药】 ammonium nitrate explosives 硝铵类炸药的一种。是由硝酸铵、三硝基甲苯（TNT）及木粉等，按一定比例混合而成的淡黄色粉状物。此种炸药由于对冲击、摩擦和火花的敏感性都很低，所以在运送、使用与保管时都比较安全。同时，它还具有充分的爆炸威力，原料来源广，制造方便，成本较低等优点。但其缺点是容易潮解结块，从而使爆炸威力降低甚至失效。所以在使用保管中，应注意采取防水和防潮措施。

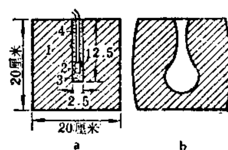
【胶质炸药】 dynamite 硝化甘油类炸药的一种。它由硝化甘油（或硝化甘油与硝化乙二醇的混合物）同硝酸盐类、硝化胶质棉、木粉以及少量苏打或石膏所组成。此种炸药的密度大，威力也大，防水性能好，可在极坚硬的岩石和涌水较大的场合中使用。但它在低温时容易冻结，从而增加对冲击和摩擦的敏感性，所以在使用中必须防止冻结并特别注意安全。

【铵油炸药】 ammonium nitrate fuel oil explosives 硝铵类炸药的一种。是在硝酸铵中加入一定量的燃料油（柴油或机油）和木粉而制成的炸药。此种炸药的爆炸威力稍低于铵梯炸药，具有取材容易、加工方便、成本较低等优点，但易受潮变质，目前只能边加工边使用，不能长时间存放。

【铵沥蜡炸药】 ammonium asphaltparaffin explosives 硝铵类炸药的一种。由硝酸铵加沥青、石蜡和木粉混合而成的炸药。沥青、石蜡作抗水剂，木粉作疏松剂。其爆炸威力小于铵梯炸药而稍高于铵油炸药，抗水性能比铵梯炸药及铵油炸药强，原料来源广，成本较妖，但爆炸时产生有毒气体较多。

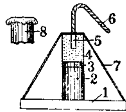
【雷管】 detonator 是一种起爆炸药（或炮弹、炸弹等）用的器材，由管壳 C 金属、纸质或塑料小管）、炸药和加强帽构成。由于最初仅装雷汞，故名雷管。现在雷管上部多以叠氮化铅为起爆药，底部以特屈几等为传爆药。雷管是一种容易爆炸的危险品，按起爆方式，可分炮弹及炸弹用的针刺雷管和起爆炸药用的火雷管与电雷管。电雷管按爆发的时间又分为通电后立即爆炸的瞬发雷管和通电后隔一定时间才爆炸的延发雷管。间隔时间以毫秒计的延发雷管，又称毫秒雷管。

【爆力】 strength of 表示炸药在介质内实际作功的能力。其大小主要取决于炸药爆炸时生成气体量和热量的多少。爆力的相对指标，通常采用铅铸法来测定（见图）。测定时将 10 克炸药放入铅铸体内的小孔中，其上以细砂充填，用 8 号雷管起爆。爆炸后以炸药本身使铅铸小孔被扩大的体积（立方厘米）表示炸药的爆力值。



爆力测定示意图
a．爆炸前装置
1．铅铸体；2．雷管；3．炸药；4．石英砂
b．爆炸后

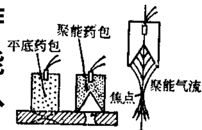
【猛度】 brisance 表示炸药爆炸时对其邻接介质的冲击和粉碎能力。它主要决定于炸药的爆速和生成的热量。猛度的相对指标，一般采用铅柱法来测定。测定时将50克炸药装入直径40毫米的纸筒内，插入雷管并放置在一小钢片上，钢片下再放一直径40毫米、高60毫米的铅柱，而后将它们一起固定在一块大的钢板上。以爆炸后铅柱高度的压缩量（毫米）来表示炸药猛度的大小。爆破较坚硬的岩石或要求岩石的破碎程度大时，则需选用高猛度的炸药。



猛度测定示意图
1. 钢板；2. 铅柱；3. 薄钢板；
4. 炸药；5. 雷管；6. 导火线；
7. 固定绳；8. 爆炸后铅柱外形

【殉爆度】 sensitivity to propagation 一个药包（主动药包）爆炸引起相邻药包（殉药包）爆炸的现象称殉爆。说明炸药殉爆性能的相对指标，称殉爆度。它以同一轴线上两个相同的炸药包，一个爆炸而引起另一个爆炸的最大距离（毫米）或药包直径的倍数表示。殉爆度取决于主动药包炸药的爆力、密度、药包外壳坚实程度和药包间介质的性质等。在爆破工作中，可以根据殉爆的原理，进行药室内相邻药包的传爆、分段装药、处理拒爆的炸药包，以及确定炸药库之间的安全距离等。

【聚能效应】 effect of concen— trated energy 末端有一孔穴的炸药包爆炸时，其爆炸能量向一定方向积聚的现象，称聚能效应。聚能效应在实际工作中应用很广，例如在采掘工业中采用的裸露药包及分段装药爆破，石油工业中的井壁射孔；地震勘探中为了获得集中震波而进行的爆炸，以及雷管、穿甲炮弹的结构等。根据需要，孔穴形状有圆锥形、半球形和抛物线形等。



聚能效应示意图

【起爆能】 energy of ignition 引起炸药爆炸所需要的外加能量。其形式有热能、机械能和爆炸能。在采掘工业的爆破作业中，广泛应用爆炸能起爆，如雷管、导爆索及起爆药包等。炸药在起爆能的作用下，引起爆炸的难易程度，称炸药的敏感性，以其所需起爆能量的大小来度量。

【起爆方法】 method of ignition 引起炸药爆炸的方法。按使用的起爆材料可分为火雷管起爆法、电雷管起爆法，导爆索起爆法和毫秒起爆法。其中火雷管和电雷管起爆法，操作时简单可靠，成本较低，在地质探矿和采矿工作中广为采用。

【毫秒起爆法】 short－delav bias－ ting method 又称微差起爆法。是一种新的起爆方法。其基本特点是相邻药室起爆时间的间隔以毫秒计算。在硬岩中掘进坑道时，微差时间一般取15—75毫秒。实现微差起爆的方法有：用普通瞬发电雷管配以微差起爆

器；用导爆索和各种形式的继爆管；用微差电雷管等。毫秒起爆法在大爆破中，可减小地震波的作用和提高爆破效率，因此目前国内外都很重视这方面的理论研究。

【放炮器】 exploder 一种起爆电雷管的器具。它分发电机式和电容式两类，均可独立供给起爆电源，多用于缺乏电源的地区和有瓦斯及矿尘爆炸危险的坑道中。放炮器所能起爆的雷管数目，可根据放炮器的容量和电爆线路的连接方式，经计算确定。

【自由面】 free face 一般指被爆物体（如岩体、矿体等）暴露于空气的表面。自由面愈多（三度空间中最多只有六个自由面），爆破效果越好。在掘进坑道时，常用掏槽方法人为地增加自由面数目，以提高爆破的效果。

【爆破漏斗】 blasting crater 炸药包的爆破作用达到介质表面时，将一部分介质抛离出去，从而在介质中形成的凹形坑称爆破漏斗。它是硕究药包爆破外部作用的基础，爆破漏斗的参数有：最小抵抗线——由药包中心到自由面的最短距离；漏斗半径——漏斗口的半径；爆破作用半径——漏斗顶尖到边缘任何一点的距离；爆破作用指数——爆破漏斗半径与最小抵抗线之比。

【最小抵抗线】 line of least reslstance 指药室里的装药中心到自由面的最短距离。它是布置炮眼的主要依据，选取是否适当，直接影响到爆破效率、炸药能量的利用、爆破后岩块大小和飞散远近。最小抵抗线的大小，取决于岩石性质、炸药的威力和药包直径等。在施工中应尽量避免炮眼轴线与最小抵抗线方向重合，否则会影响爆破的效果。

【爆破方法】 blasting methods 利用炸药爆炸产生的能量来达到某种预定目的的方法。它在采掘工业中，主要是用来破碎岩石和矿石。依据炸药包安放在被爆物体的位置或药室的形状，分裸露药包爆破法、炮眼（或炮孔）爆破法和硐室爆破法等；按炸药爆炸后对周围岩石作用的情况，又分为压缩爆破法、松动爆破法和抛掷爆破法等。合理地选用爆破方法和确定爆破参数，是进行爆破工作的重要环节。

【定向爆破法】 directional blasting method 利用炸药爆炸时的能量，将被破碎的土石，按一定方向抛掷到预定地点的爆破方法。它主要是依据爆破时岩块沿最小抵抗线方向抛出的原理，布置单个或成组的爆破药包，以控制爆破后岩块飞散方向。定向爆破能节约劳力，加快工程进度，广泛应用于农田水利工程、露天采矿等，在地质勘探中可用来挖掘探槽和平整钻机基台。

【松动爆破法】 loosening blasting method 通过控制装药量，使被爆物体在爆炸后只在原处破碎、松动，而不飞散或抛掷的爆破方法。此法可以节省炸药消耗量，并减少对爆破地点附近其他物体的破坏。

【炮眼爆破法】 method of shot hole blasting 简称炮眼法。在掘进或采矿工作面上，按一定排列规则钻凿若干炮眼，装填炸药后依预定顺序起爆而破碎岩石的方法。其特点是，爆破后坑道轮廓整齐，岩石块度合乎规定要求，并能避免崩坏支架及其他设备等。

【光面爆破】 smooth blasting 用炮眼爆破法掘进坑道时，增多周边炮眼，装填低威力、小直径的炸药卷，并以导爆索起爆，使爆破后形成平整的坑道轮廓，这种爆破方法，称光面爆破。它能增加坑道壁的稳定性，提高断面的利用率，减少通风阻力，特别适用于在软岩层中挖掘较大断面的坑道。

【炮孔爆破法】 method of deep hole blasting 在露天或地下采矿中，把直径和长度较大的炮眼，称作炮孔。利用炮孔进行爆破的方法，称炮孔爆破法。

【掏槽】 cut 安排起爆顺序时，在掘进工作面上的有利位置，首先爆破出一定形状（如角锥形等）的槽口，以增加自由面数目，提高其余炮眼的爆破效果，这种作业称掏槽。起掏槽作用的炮眼叫掏槽眼。掏槽形式分倾斜掏槽和直线掏槽两大类。在中硬岩石中掘进断面稍大的坑道时，通常用倾斜掏槽，在坚硬岩石中掘进小断面的坑道时，常用直线掏槽。

【爆破参数】 parameter of blasting 指爆破工作中直接影响爆破效果（爆破效率、爆破后岩石的块度、坑道断面形状等）的主要参变量，如炮眼数目、直径、深度、最小抵抗线及单位炸药消耗量等。

【炮眼利用率】 efficiency of shot hole depth in blasting 指爆破后工作面的实际推进距离与炮眼平均深度的比值，通常以百分比表示。它是衡量爆破效果的指标之一。

【瞎炮】 misfire 又称盲炮。起爆后未爆的炸药包或药室。产生瞎炮的原因有爆炸材料受潮变质、起爆线路计算或连接错误、炮眼内炸药装填不当以及炮眼排列不合理等。瞎炮的处理应按安全规程的有关规定进行。

【矿井通风】 ventilation of mines 用通风机或自然风力，将地面新鲜空气送入矿井，并从井下排出有害气体和矿尘，使之降低到规定标准以下的作业。其目的是为了保持井下的正常温度、湿度和新鲜空气的需要量，以保证井下人员的健康与安全。

【自然通风】 natural ventilation 不借助任何机械装置，而利用坑道内外及坑道内不同部位的温差和大气压差，促使井巷内的空气流动，以进行通风的方法。它是一种经济的通风方法，但由于受自然气候条件变化的影响，其风流方向和风量都不稳定，因此一般仅适用于较短的坑道或小型的矿山。

【局部通风】 local ventilation 在矿井主风流达不到的独头坑道和其他地点，或者在只有一个出口的探矿坑道中，为了满足通风需要而采用的各种诵风方式，统称局部通风，按风流方式，局部通风分压入式、抽出式和联合式三种。

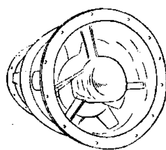
【独头坑道通风】 ventilation in cul－de－sac 局部通风的一种方式。是在掘进坑道的过程中，将新鲜空气送入坑道工作面，并从工作面排出炮烟、有害气体和矿尘的作业。它一般采用通风机配合风筒进行。

【压入式通风】 forced ventilation 利用通风设备将新鲜空气通过风筒压到工作面，使有害气体稀释并从坑道内排出的一种局部通风方式。应用这种通风方式时，因新鲜风流从风筒排出的速度大，可直达工作面，所以工作人员在放炮后较短的时间内即可进入工作地点。但其缺点是会造成炮烟和矿尘污染整个坑道，在长度大的坑道中需要的通风时间也较长，因此通常只用于较短（150—200 米以内）的坑道。

【抽出式通风】 exhaust ventila－ tion 利用通风设备将坑道工作面的有害气体通过风筒抽出坑外，同时使新鲜空气沿坑道流入工作面的一种局部通风方式。其特点是整个坑道空气比较新鲜，如能在爆破后将风筒末端伸到工作面附近，则可提高通风效果，缩短通风时间。抽出式通风一般适用于 150 米——200 米以上或有爆炸性气体的坑道。

【联合式通风】 combined system of ventilation 又称混合式通风。一种抽出式和压入式相结合的局部通风方式。其特点是整个坑道用抽出式（或吹出式）通风，而工作面附近则使用压入式通风，以加速有害气体从工作面排出。这种通风方式适用于较长的坑道。

【通风机】 ventilator 一种输送气体的机械，也是矿井机械通风的主要设备。凡是在输送过程中能把气体压力提高在 0. 1 计示大气压以内的气体输送机械，不论何种形式，统称通风机或扇风机。常用的通风机有离心式和轴流式两种，一般由电动机驱动。在挖掘浅井或较短的坑道时，也可用内燃通风机和手摇通风机等进行通风。



JFD—50 型对旋式轴流通风机

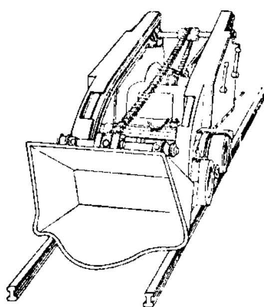
【通风负压】 negative pressure of ventilaticn 指在矿井通风过程中，为克服风流途中的各种阻力而消耗的压力。它包括静压和动压两部分。前者取决于阻力和风量大小，后者决定于风流速度。

【通风阻力】 resistance of ventilation 矿井通风过程中，风流在坑道或风筒中所遇到的阻力。它主要由摩擦阻力和正面阻力组成。前者取决于坑道（或风筒）的长度、周长和四壁的光滑程度及支撑的方式。后者决定于障碍物在垂直风流方向上的面积大小。此外，坑道或风筒的拐弯处和断面大小变化的地方，都能增加通风阻力。阻力大，通风效果差，消耗的能量就大，所以在通风管理中，应设法减小通风阻力

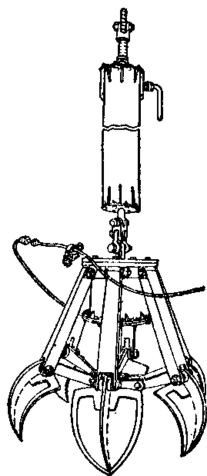
【矿（岩）尘】　mining dust　在坑道或岩矿破碎及筛分车间的空气中，呈浮游状态的或已降落的，直径从一毫米到百万分之一毫米的矿物或岩石的微小颗粒，称矿尘或岩尘。它对工人健康和生产都有一定的影响，有的能引起职业病，如矽肺病、放射病等，有的能危害机械设备或引起燃烧、爆炸。做好防尘工作，是社会主义企业的一项重要安全措施。在我国工业卫生标准中，规定了各种工作场所空气中不同矿（岩）尘的最大允许含量，并且要求在产生矿（岩）尘的作业场所，普遍采取以风、水为主的综合防尘措施。

【测尘仪】　dust gauge　测定单位体积空气内粉尘数量的仪器。粉尘的计量方法有重量法和颗粒计数法二种。根据工作原理，测尘仪有过滤式、撞击式、沉淀式和光电式等多种型式，在地质勘探工作中常采用过滤式测尘仪。

【装岩机】　rock loading machine　在水平或缓倾斜坑道中，装载矿石或废石的机械。按其工作原理，有立爪式、蟹爪式、铲斗式和耙斗式等。按使用的动力，分电动、气动及柴油机驱动几种。目前常用的铲斗式装岩机，装岩时，机身前进，铲斗下降并插入岩石堆，然后提升铲斗，机身后退，铲斗将岩石翻倒在挂于机身后的矿车内或其他转载设备上。这种装岩机工作比较灵活可靠，装岩生产率也较高。地勘－1 型滑道式装岩机，其结构与铲斗式基本相同（如图），适合于地质勘探坑道中使用。



地勘－1　型装岩机



抓岩机

【抓岩机】　grab loader　竖井掘进时装载矿石或废石的机械。它由抓斗、工作汽缸、传动机构和提升装置等部分组成，以电或压缩空气为动力。抓斗借助汽缸和传动机构的作用，使叶片作张开或收拢的动作来进行工作。

【提升】　hoisting　在垂直和倾斜坑道中，将井下岩石或矿石提到地面以及运送人员、设备、材料及工具的作业，称提升，在掘进竖井时，多采用吊桶提升，成井后一般采用罐笼提升，而大型矿井则多采用箕斗提升。在斜井中通常采用矿车提升，也可采用箕斗或其他方式提升。挖掘浅井和小圆井时，可用手摇绞车和浅井提升机提升。

【罐笼】 cage 在竖井中用来运送矿石、废石、材料、设备和人员的笼状提升容器。其种类有单层和多层之分。罐笼应装有断绳保险器和其他附属装置，以保证工作时的安全。

【浅井提升机】 shallow shaft winder 一种用于地质勘探的小型提升设备。它包括绞车、井架和提升容器等部分。我国生产的 QT－100 型自动卸渣浅井提升机，是这类提升机中较好的一种。

【梭式矿车】 shuttle car 一种在坑道掘进中可以实现转载、运输和卸载的新型矿车。它由车厢、链板或刮板式运输机及运行轮组三大部分组成。其车身较长，容积较大（2. 5—11 立方米）。工作时，由装岩机把岩石装入车厢前端，然后开动运输机，逐步装满整个车厢，再由机车牵引（或自行）到卸渣地点，利用运输机自动卸出。为适应坑道快速掘进的要求，可以由几个梭式矿车接成列车组使用。

【坑道坡度】 slope of drift 指水平坑道底板对水平面的倾斜角度，一般在千分之三到千分之七，其作用是便于运输和排水。

【等阻坡度】 slope of 指空车上坡与重车下坡所需牵引力相等时的坑道坡度。参见“ 坑道坡度 ”。

【自然崩落拱】 dome of natural subsidence 又称自然冒落拱。由于地压的作用，使地下坑道的顶板岩石发生碎裂、冒落而逐渐变成拱形。这种拱形顶板，称自然崩落拱。自然崩落拱形成后，顶板压力趋于平衡而不再冒落。所以在掘进坑道时，其顶部断面常取拱形，以减少顶板压力。

【片帮】 side is pressed out，falls 由于地压和地下水等因素的影响，坑道两壁或采场矿壁产生大片坍塌的现象。

【冒顶】 roof is pressed out，top failure 指地下坑道或采场的顶板岩石发生自然塌落的现象。为了保护矿山和作业人员的安全而有计划地放落地下采空区的顶板，一般称放顶。

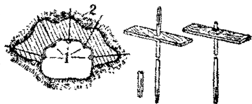
【支护】 support 为防止坑道（或采场）的顶板和侧壁发生坍塌而采取的支撑、加固等安全措施。其方法有保留矿柱、加固岩石（如化学加固、喷射混凝土浆等）和架设支架三种。一般经常用的还是架设支架。按支架使用的材料，有木材支架、金属支架、石材支架和水泥预制件支架等。依据支架的结构，可分为棚形支架、框形支架和拱形支架等。

【井框支架】 support of a shaft by sets 一种在垂直坑道中使用的，由四根圆木或方木按一定结构所组成的框形支架。按其架设之间的距离，分密集井框支架和间隔井框支架。其中采用特殊吊钩彼此悬挂的间隔井框支架，称吊框支架，它是地质勘探的浅井中最常用的一种支架形式。

【棚子】 set，timber set 在水平或缓倾斜坑道中常用的一种棚形支架。它一般由

一根横梁（顶梁）和两根立柱（棚腿）按一定结构组成。在软岩层中，为防止棚腿下沉或坑道底板隆起而需要加底梁的棚子，则称完全棚子，坑道中棚子的架设间距，决定于地压的大小。

【锚杆支护】 rock－bolt support 一种在坑道和采场中采用的支护方式。它用木材、金属或其他材料制成的杆柱，插入被支撑围岩预先钻好的孔中，利用其头部的特殊构造和尾部托板，将坑道（或采场）顶板及侧壁的岩石通过锚栓与稳固的围岩结合在一起，以达到支护目的。这种支护方式用料较省，架设简便，同时可以减小坑道的掘进断面，但在岩石破碎地带不宜使用。


锚杆支护示意图

【喷射混凝土支护】 shotcrete support 一种由运输、浇注、捣固合一的新型机械化混凝土支护方法，即按一定的比例，将水泥、细砂及水（加以适当的速凝剂）混合而成的混凝土，通过喷射机喷射到坑道壁上，使之在半小时内即可达到一定早期硬度的快速支护方法。按喷射前灰砂与水混合的时间，又分为干拌和湿拌两种。喷射混凝土支护施工简便，节省材料、劳力，速度快，支护效果好，便于实现支护机械化。随设备及技术的改进，其应用范围不断扩大，不仅可用于支护一般条件的坑道，还能配合其他材料（锚杆、金属网、钢架等）用于地质条件差及渗水严重的地方。

【坑道排水】 underground drinage 指为排除坑道内的涌水或积水而采取的措施。一般是在坑道的一侧挖掘排水沟，使水自流集中于水仓或贮水池，然后用水泵将其排至地面。在平窿中，可利用坑道坡度进行自流排水，而不需任何设备。

【吊泵】 vertical pump 竖井中用的一种水泵。它和防滴（淋）型电动机一起组装在金属框架上，用钢丝绳、绞车和框架悬吊在井筒中。其工作位置可随水位升降而移动，以适应开凿井筒和被淹没矿井的排水要求。

【扬程】 delivery head 指水泵的吸水高度与排水高度之和，即进水处的水面与排水处之间的高差。它是水泵性能的主要指标之一，以米为表示单位。通常水泵铭牌上的扬程是指理论扬程。理论扬程是理论吸水高度与排水高度之和，但由于管路阻力的损失，实际扬程则为理论扬程的87%—95%。

【坑道照明】 lighting of underground working 利用各种光源照亮坑内工作场所和巷道，以保证作业安全的措施。坑道照明使用的光源可分为移动和固定的两种，前者常用电石灯或蓄电池灯，是井下工作人员随身携带的照明器具；后者常用电灯，根据工作要求可采用白炽灯、日光灯和孤光灯等。不同场所的电灯，应分别选用规定的安全电压。

【掘进生产率】 output of driving work 又称掘进速度。掘进工作的主要技术经济指标之一，指单位时间内坑道向前推进的长度（米），通常以月进尺表示月进度，以工班进尺表示劳动生产率。

【掘进循环】　driving cycle　坑道掘进工作一般由打眼、爆破、通风、排水、装岩和支架等工序组成。这些工序周期性地重复，称掘进循环或作业循环。表示某一工作面在一昼夜或八小时内各个循环和每一循环中诸作业进行的顺序、所需时间以及它们之间关系的图表，称掘进作业循环图表。正确制定作业循环图表，是保证完成生产计划和有秩序地进行生产的重要环节之一。地质勘探工作中的掘进作业循环图表，还应包括取样、编录、测量及其他地质工作。

矿山地质工作

【矿山】 mine 是开采矿石或生产矿物原料的单位，一般包括管理一个或几个露天采场、矿井和坑口，以及保证生产所需要的各种辅助车间。按矿山规模大小，可分为大型矿山，中型矿山和型矿山。

【矿山企业】 mine enterprise 是为开采有用矿产而组织起来的生产和管理单位。一般包括一个或几个矿山以及碎矿、选矿（有的矿山还包括烧结）和保证生产需要的各种辅助车间（厂）。按矿山企业规模大小，可将矿山企业分为大型矿山企业、中型矿山企业和小型矿山企业；按矿山企业性质，可分为独立的矿山企业和采选联合企业。

【矿山企业设计】 mine enterprise design 矿山建设的一个重要步骤，是为矿山建设而进行的技术和经济的全面规划工作。其主要任务是确定矿山的生产能力和规模；就矿床开拓方法、采矿方法、主要矿山设备、地面及地下工程布置、动力供应、给水、排水和施工组织等方面选择合理方案；核算建设投资，编制单项工程设计和施工图等。根据资料的完备程度和设计程序，一般将矿山企业设计分为初步设计、技术设计和施工图三个阶段进行。为了加速矿山建设、特别是中、小型矿山的建设，可将初步设计和技术设计两个阶段的工作合并一次完成。

【矿井】 shaft 是矿山企业中，采用地下采矿巷道进行矿石回采的一个生产单位。有时，也把竖井、斜井、平峒等称为矿井。

【矿山地质学】 mining geology； 应用地质学的一个分支，是阐明在矿山开采时期对矿床进行全面深入研究的任务、方法和工作途径，从而为矿山的生产和建设服务的一门学科。

【矿山地质工作】 working of mining geology 又称矿山生产地质工作。是在矿山生产过程中对矿床继续进行的勘探和研究工作。其基本任务是为矿山的生产和建设服务，主要包括：①利用探矿及采矿坑道，深入细致地研究矿体的赋存状态、矿产质量及影响开采利用的地质条件，以提高对矿产储量的控制程度，及时掌握储量的变动情况，从而使矿山能持续均衡地进行生产，保持合理的采掘比例；②指导采掘工作的方向，参与探、采工程的施工管理和验收；③全面协助矿山对矿产资源的合理开采和利用，测定及检查矿石的损失与贫化，进行出矿指挥和对矿石产量、质量的检查与验收等；④对矿

床进行探边摸底，勘探平行矿体和寻找盲矿体，可能时还在矿山外围进行矿产的普查与勘探，为扩大矿山的生产能力或延长生产年限，增补所需要的矿产储量；⑤及时解决水文地质、工程地质等影响矿山正常安全生产的各种地质问题；⑥充分利用矿山生产所提供的丰富资料及有利条件，进行矿床地质理论等方面的研究；⑦参与采场、中段、井田开采结束后的验收与总结工作；等等。在一些部门或单位，又将矿山地质工作的大部分内容，称为矿山地质管理。

【矿山生产地质工作】 mining geology of producing 即“矿山地质工作”。

【矿山地质管理】 geology of mine capital construction； 见“矿山地质工作”。

【矿山基建地质】 从矿山（矿井）建设开始到移交矿山生产前为止，由基建部门按矿山企业设计要求，在原有地质勘探成果的基础上，结合施工而必须进行的全部地质工作。它包括基建工程的地质工作、基建勘探和基建时期必须完成的开拓、采准、备采工程的各种地质工作等。其目的是保证矿山建设的工程质量和基建工作的顺利进行，以及为矿山正式投产做好准备。

【矿山基建勘探】 从时间讲，是矿床开发勘探时期的一个工作阶段，按其主要任务，则是矿山基建地质工作的重要组成部分。它是指结合矿山基建过程，在矿山设计确定的先期开采地段，为投产所需要的三级（或二级）矿量做准备而进行的探矿工作。基建勘探可由基建部门组织勘探队进行，也可由专业地质勘探队承包。

【生产勘探】 又称生产探矿或开采勘探。从时间讲，是开发勘探的又一阶段，按其工作内容，则是矿山地质工作的重要组成部分。它是指在基建勘探之后，贯穿于整个矿床开采的过程中，为候证矿山均衡正常生产，扩大矿山远景和延长矿山寿命，由矿山地质部门所进行的矿床勘探工作。其主要任务有；在原有地质勘探工作的基础上，利用生产或探矿坑道，配合部分地表或地下钻，进一步圈定近期开采块段（或中段）的矿体边界，更准确地确定矿体的内部构造和空间位置，进一步查明矿体中有用和有害组分的含量及其变化情况以及矿石的加工技术性质，提高储量的控制程度，为矿山生产逐年确保三级矿量；在矿山范围内找寻和探明新的矿体，增加后备储量，延长矿山寿命；进行矿产综合利用的研究，使矿产资源得到最充分合理的开采和利用；进一步查明矿床开采技术条件和水文地质情况等。

【生产探矿】 productive prospeting 即“生产勘探”。

【开发勘探】 productive psospecting 即“生产勘探”。

【矿山生产地质指导】 矿山地质部门的一项日常性工作。是在矿山生产过程中，根据矿床地质情况，由矿山地质工作人员在施工现场指导生产的工作。按采矿方式不同，矿山生产地质指导可分为坑道掘进指导，采准、切割工程的施工及矿石回采指导，

露天剥离及矿石回采指导等几类。

【地质切图】 geological section 按开采设计布置工程的要求，根据原有的基本地质图件（主要是矿区综合地质图、勘探线剖面图、中段或平台地质平面图），编制新的辅助性地质图件的方法，称地质切图。按切图的方向分水平切图（即切制中段或平台预测地质平面图）及垂直切图（即切制纵横剖面图）两类。运用地质切图方法编制各种辅助性地质图件，是矿山地质部门的一项经常性工作。

【生产勘探取样】 sampling of productive prospective 是生产勘探期间，在开拓和采准坑道以及其他探矿工程中所进行的取样工作。其主要任务是进一步查明矿石的物质成分及其变化情况；深入地研究矿石的加工技术性质和其他物理性质、更准确地确定矿体边界、空间位置和不同类型或品级矿石的分布界线；提高矿产储量的控制和研究程度、评价新发现的矿体以及为编制矿山的年度、季度、月度的采掘计划提供资料依据。

【生产取样】 runs samplng 矿山地质工作的一项重要内容，是为了确定采下矿石的质量，检查矿石的贫化和损失，衡量采矿工作是否正确合理以及保证矿产资源得到充分利用而进行的取样工作。其取样对象为采场内掌子面、矿柱、爆破下来的矿石堆、回采炮孔以及由采场到破碎厂前的运矿矿车等。

【商品取样】 commercial sampling 又称技术检查取样。矿山生产中的商品取样是指为了检查生产出的成品矿石、选矿过程的产品及产出的精矿是否符合原定质量指标而进行的取样工作。

【技术检查取样】 sampling for technical check 即“商品取样”。

【实测统计法】 insitus satatis tical method 一种不经采样化验而确定矿石品位的方法，是通过实际测量有用矿物和矿脉的分布面积（或长度），经室内统计计算，以确定矿石中有用组分含量的一种方法。这是我国某些矿山地质部门为减轻采样化验工作，防止粉尘危害而试验的一种方法，多用于钨或钨锑矿床。其具体方法是：先对测定地段的矿脉进行清洗，按规定间距划出每个“样品”（即测量地点）的范围；分别测量各测量点矿脉和有用矿物的分布面积（或长度）；再根据测量的数据，计算每个测点范围内有用矿物的总面积（或长度）占矿脉面积（或长度）的百分比；最后按有用矿物与脉石矿物的比重以及此种有用矿物中有用组份的平均含量，进一步求出测量地点的旷石品位。此法应用条件为矿脉与围岩界线清楚，矿石物质成分较单一，有用矿物颗粒粗大，特征明显，易于肉眼鉴别，以及矿石物质成分和分布规律已经研究清楚等。采用面积统计的方法，又称数理法；采用长度统计的方法，又称实测法。

【统计法】　statisrticsmethod　我国某些矿山设计单位用来确定某一阶段（或采区）矿石平均品位的一种计算方法。其实质是以单个样品长度加权平均计算平均品位方法的简化。具体计算方法如下：首先，把某阶段（或采区）某一组份样品的分析结果，由最低至最高品位之间等分为若干间隔；其次，分别统计出每个品位间隔内各样品长度之和；再以各品位间隔内样品长度之和与该间隔的代表品位，用加权平均法求出此阶段（或采区）的平均品位。统计法的优点是在计算组份平均品位的同时，可以进一步确定该组份含量的波动范围，简化以单个样品长度加权平均法计算平均品位时的手续。

【矿体几何学】　geometry of ore body　矿山测量学和采矿学的一个分支，是用图解和分析等方法，研究矿体和围岩的形态、埋藏条件以及矿产质量的分布和变化规律，以解决矿床勘探和开采中有关问题的一门学科。

【矿量增加】　reserve increment　在矿山基建（或建设）和开采过程中，通过开发勘探和其他工作所证实的储量，多于原来地质勘探探明的同一部分储量。这种情况称储量增加。例如，修正并扩大了原有矿体的边界和矿体厚度，或提高了矿体的平均品位；找到了被断层错失的矿体部分或新的矿体；矿石加工工艺的发展和工业指标的改变，使以前不够标准的矿石或废石变成了工业矿石等。

【储量升级】　promotion of reserve　是指通过进一步的地质勘探或矿山开发工作，提高了原有矿产储量的级别，使这部分储量的控制程度和研究程度更加精确可靠。例如，利用加密勘探工程或开采工程，使远景储量升级为工业储量，或将开拓矿量升级为采准矿量，采准矿量升级为备采矿量等。

【保有储量】　the reseree speriod of production　地质勘探中探明的矿产储量，由于后来的勘探及开采而经常发生增减变动。截至国家要求统计上报的某一时间为止，矿山还拥有的实际各级储量称保有储量。它反映了国家和矿山的矿产资源现状。

【储量报销】　camcel of reserves　指在生产矿山中，由于开采或其他原因减少了原来地质勘探部门所提交的矿产储量。它主要包括以下几方面：已经开采出的矿石量；与开采方法有关的开采损失量和受采矿技术及地质条件限制而不能回采的矿量；通过生产勘探发现矿体边界缩小或厚度变小，或平均品位降低而减少的矿量；由于原地质勘探单位所用的工业指标偏低，其中包括了一部分质量和厚度不合标准而必须除去的矿量；以及由于事故或其他原因所造成的损失量。

【生产矿量】　又称三级矿量。是矿山生产部门按照采矿的步骤和准备程度，将矿产储量划分为开拓、采准和备采三个级别矿量的总称。在露天矿山只划分开拓和备采矿量两级。为了使矿山能够均衡、持续地进行生产，必须按采掘（剥）并举，掘进（或剥离）先行的方针使采矿与掘进（或剥离）工作之间互相衔接、协调，以便按一定的

比例满足矿山在一定的正常生产期限内所需要的三级矿量。例如，中小型矿山的开拓矿量，一般要保证生产三年以上的需要；采准矿量保证一年以上的生产需要；备采矿量保证四个月以上的生产需要。这种三级矿量的储备期，称矿山生产矿量保有期限。矿山生产矿量保有情况是否达到国家规定标准的要求，应根据矿山生产能力、矿石回收率及允许的贫化率等因素，进行定期的核算，其通用计算公试为 $T=\frac{Q-P}{g(1-P_T)}$ 式中 T 为某级矿量保有期限（年、月），Q 为期末结存的该级矿量，g 为矿山年产量（或月产量），P_T 为计划贫化率，P 为矿石回采率。开拓、采准矿量保有期计算以年为单位，备采矿量保有期计算以月为单位。

【三级矿量】 即“生产矿量”。

【生产矿量保有期限】 period of retention ore reserves for production，production period with retentive ore reserves 为满足矿山均衡、持续生产的需要，对各级生产矿量的储备期要求。详见“生产矿量”。

【开拓矿量】 development reserves 生产矿量级别之一。在生产中，它又分地下开拓矿量和露天开拓矿量。其中按设计的规定，地下开拓系统的巷道工程已开凿完毕，运输、通风、排水系统已经建立，并可以从中开掘采准巷道，分布在此开拓水平以上的矿量，称为地下开拓矿量；在计划露天开采的地区内，已将覆盖在矿体上的岩石（或表土）剥掉，露出矿体表面，并完成了通往开采阶段的运输系统等工程，分布在此阶段以上的矿量，称为露天开拓矿量。

【采准矿量】 prepared reserves 生产矿量级别之一。在已经开拓的矿体范围内，按照设计规定的开采方法所需要的采准坑道均已开掘完毕，采区外形已形成，分布在这些采区范围内的矿量，称为采准矿量。

【备采矿量】 extraction reserve 又称回采矿量。生产矿量级别之一，在生产中又分地下开采的备采矿量和露天开采的备采矿量。地下开采的备采矿量，是指分布在已经做好采矿准备并完成切割工程的采区内，可以立即进行回采的矿量；露天开采时，在已经架设运输线路和清理了残矿、废石，并能进行正常采矿的阶段，其上部和侧面被揭露出来的矿体部分所拥有的矿量，称露天备采矿量。

【回采矿量】 extraction reserves “即备采矿量”。

【矿量管理】 reserves control 矿山地质部门的一项经常性工作，其内容包括：各类地质储量（指矿山投产前由地质勘探部门探明的各级储量）和生产矿量的定期计算、统计、平衡和上报；定期分析、研究矿量保有情况及进行矿量保有期限的核算，为编制月、季、年度的采掘计划，提供矿量依据；及时了解生产过程中对矿产资源的利用

情况及开采损失率的计算与管理等。按照国家规定的矿量保有期限指标，对生产矿量的专门管理工作，称三级矿量管理或三量管理。

【矿产储量变动统计】 statisticsfor ore reserve variation 通过开采和进一步的地质勘探，引起矿产储量的增减和级别的变动，称矿产储量动态。对矿产储量动态所进行的统计工作，则称矿产储量变动统计。矿产储量变动统计的目的，是为国家的计划、地质和工业部门及时掌握矿产储量的增减情况和开采的准备程度；在生产矿山，是为了使开拓、采准工作能同回采之间保持平衡，保证矿山正常生产对矿产资源的需要而提供浓据。

【矿产储量动态】 指由于矿山开采及进一步的地质勘探等原因，引起矿产储量的增减和级别（精度）的变动。参见“矿产储量变动统计”。

【矿山寿命】 mine life 又称矿山生产年限或矿山服务年限，是指一个矿山从投产到开采完毕的全部时间。矿山寿命（T）与矿山年产量（A）和工业储量（Q）一般存在如下的关系：

$$T = \frac{\mu \cdot O}{A} \text{（年）}$$

式中 μ 指开采矿床时矿石的回收率。由上式可以看出，当矿床的工业储量一定时，年产量过大就会使矿山寿命过短，每吨矿石所摊的基本建设费用增大，矿石成本也相应增高。反之，年产量过小，矿山寿命虽长，但开采生产费用将增大，也会使矿石成本提高。因此，根据矿床规模、矿石贫富程度及国家的需要情况，正确处理矿山寿命与矿山年产量之间的关系，是矿山设计的一个重要问题。同时，探寻新的矿体，扩大矿区远景，以延长矿山寿命，是矿山地质和工业部门地质勘探工作的主要任务之一。

【矿山生产年限】 property mine life 即“矿山寿命”。

【矿山服务年限】 mine Life 即“矿山寿命”。

【矿山年产量】 annual output of mine 又称矿山年生产能力，是指矿山全年所采出的矿石（或有用组份）总量，一般以万吨/年表示。年产量是矿山企业的一项重要经济技术指标，是反映矿山规模大小的主要标志，也是在矿山建设中首先必须解决的一个重要问题。

【矿山年生产能力】 annual produ ction capacity of mine 即“矿山年产量”。

【矿山规模】 scale of mine 一般指矿山选矿厂的日处理矿石量。通常是根据国家对此种矿产的需要程度及矿区的自然经济地理条件等在设计中所确定的矿山生产能力。矿山年产量和矿山规模在数量上的意义是相同的，但往往一个矿山的年产量达不到设计的规模，所以可以理解矿山年产量是实际指标，矿山规模是设计的指标。

【矿山保护】 mine protectionμ 简称保矿。指为了保护地下矿产资源而进行的工

作。其目的是要在最大的限度内使矿产得到充分的开发利用，尽量减少其损失和浪费。矿山保护是国家的一项重要技术政策，也是矿山生产部门的一项重要任务，必须由国家统一制订矿山保护条例，建立专门机构，发动广大职工作好这项工作。矿山地质部门在矿山保护中的主要任务有：贯彻执行“贫富兼采、难易兼采、大小兼采和远近兼采”的原则，与采矿部门共同选择合理的采矿方法，以降低矿石的开采损失；协助矿山按合理的开采顺序进行开采，避免矿体被人为的破坏或遗弃；参与矿产的综合开发和低品位矿石利用问题的研究；参加矿块或矿段采矿结束后的验收与校核工作；掌握资源平衡和核实其利用情况；协助矿山避免矿山工程的积压和矿产资源的丢失，等等。

【保矿】 mine protection 即“矿山保护”。

【矿产资源综合利用】 over－all uti lization of mineral resources 根据当前的技术和经济条件，为充分合理地开发利用矿区内各种矿产资源而进行的工作。它是执行综合利用方针，做好矿山保护的重要措施，主要内容包括有：综合利用矿产中的各种有用组分；同时开采矿体中的及其邻近部位的其他矿产；从多种用途出发合理利用不同质量和特点的同一种矿产；等等。为此，必须在地质勘探工作中实行综合找矿和综合评价，从而为矿产资源的综合利用，提供所需要的储量和地质资料。

【矿石质量管理】 ore quality con trol，ore grade control 是矿山地质部门为了充分合理地利用矿产资源，满足使用单位对矿石质量的要求，按照国家下达的指标而进行的一项经常性工作。其内容包括对采下的矿石和出矿矿石质量的检查管理，进行矿石贫化的统计和分析，在保证贫富兼采的前提下，协同采矿人员采取必要的措施来降低贫化率，有时也进行适当的配矿或出矿指挥工作，以减少矿石质量的波动，或避免不同类型、品级矿石的混杂，等等。

【矿石损失】 ore losses 在矿山生产过程中，由于种种原因（如地质条件复杂、采矿方法不当和运输问题等）造成的矿石丢弃或不能完全采出的现象，都称为矿石损失。矿石损失可分为可以避免的损失和不可避免的损失两类。由于矿石损失，使地下矿产资源不能充分有效地得到利用，使分摊到每吨矿石的基本建设费用相应增加，提高了生产费用，而且还会引起采准工作同回采工作之间的脱节，以及缩短矿山寿命等。所以，经常检查矿石损失情况，提出减少矿石损失的措施，是矿山地质部门的一项重要任务。

【矿石损失率】 ore losses ratio 指采矿过程中损失的矿石（或金属）量与此采场（或采区）内所拥有的矿石储量（或金属储量）的百分比，是考核矿山生产的一项重要经济技术指标。测定矿石损失率有直接法和间接法两种。直接法是在采场内直接测定矿

石损失率，或根据采场的地质测量素描资料计算矿石损失率的方法；间接法则应用于人们不能直接进入的采场。

【采矿回收率】　ore recovery ratio　又称矿石采收率。指从某一采区内采出的矿石（或金属）总量与此采区拥有的矿石（或金属）总储量的百分比。采矿回收率愈高，则损失率愈低。采取有效措施，提高采矿回收率，是保护地下矿产资源的一项重要内容。

【矿石采收率】　ore recovery ratio　即“采矿回收率”。

【矿石贫化】　ore dilution　简称“贫化”。由于地质条件和采矿技术等方面的原因，使采下来的矿石中混入废石，或者部分有用组份溶解和散失而引起矿石品位降低的现象，称矿石贫化。矿石贫化会降低选矿回收率和精矿的产量，加大选矿厂的矿石处理量，增加生产费用等。因此，经常研究矿石贫化情况，提出降低贫化的措施，是矿山地质工作部门的一项重要工作。

【贫化】　dilution　即“矿石贫化”。

【矿石贫化率】　dilution ratio　又称品位降低率，简称“贫化率”。采下矿石的品位降低数与矿体（或矿块）平均品位之百分比。它是检查采矿工作质量和分析采矿方法是否合理的一项重要经济技术指标。常用的计算方法有直接法和间接法两种。

【品位降低率】　即“矿石贫化率”。

【贫化率】　即“矿石贫化率”。

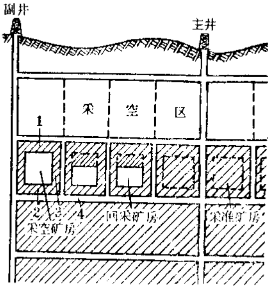
【出矿指挥】　在生产矿山中，合理地安排放矿和出矿的时间、地点及数量，对不同类型和品级的矿石进行搭配，以及分别处理矿石与废石等方面的工作，统称出矿指挥。它是矿山地质部门需要参与的一项经常性工作。在露天采场，由于存在着采矿与剥离工作交错，多平台、多工作面同时作业的复杂情况，或者在需要选别开采的矿山，为了有条不紊地进行生产，都更需要地质人员与采矿人员密切配合，共同做好出矿指挥工作。

【安全矿柱】　safety pillar　又称保安矿柱。是在采矿过程中，为了维护矿井、坑道和地面建筑物的安全，而必须留下的一部分永久或暂时不采的矿体。安全矿柱的大小，要根据生产要求、采矿方法、坑道种类、矿体厚度和矿石、围岩的物理性质等因素加以确定。留在采区及阶段平巷之间的安全矿柱，当采区和矿井报废时，尽可能回采其中的一部分，以减少矿石的损失。当地表有铁路、河流、工厂或居民区时，要留相当大的永久安全矿柱，以保证地面建筑不受开采的影响。根据安全矿柱的位置和性质，可分为房间矿柱、底柱、顶柱、场内矿柱以及保护矿井的井柱等。

【保安矿柱】　safety（protecting）pillar　即“安全矿柱”。

【矿房】　room，stope　在地下开采的采场或矿块内，除了必须保留的矿柱以外，

其他应予回采的矿体部分称矿房。煤矿中则称煤房。



矿房及矿柱示意图
1. 顶柱；2. 底柱；3. 房间矿柱；4. 运输平巷

【房间矿柱】 interchamber pillar 一种安全矿柱，是在地下采矿的采场或矿块内，矿房与矿房之间，用以维护天井和采区安全的那部分矿体。在煤矿中相应地称为煤柱。参见“矿房”一词及其插图。

【底柱】 drift（sill）pillar 一种安全矿柱，是指在某一地下采矿阶段（或中段、分段）中，从运输巷道的底板到本阶段采场的柱底水平之间，为了安全而保留的那部分矿体。（见“矿房”一词插图）。底柱的作用是保护本阶段的运输巷道，保证位于底柱中的其他出矿巷道（如放矿漏斗等）和联络巷道的安全。

【顶柱】 cap（arch）pillar 一种安全矿柱，是由某一地下采场顶部的终止回采水平，至上邻阶段的运输巷道底板之间，为了安全而保留的那部分矿体（见“矿房”一词插图）。顶柱的作用是保护上邻阶段巷道的安全，隔离已采区崩落的岩石。

【阶段矿柱】 crown（floor）pillar 位于某一，地下采矿阶段（或中段、分段）的顶柱，与其上邻阶段的底柱，两者合起来称阶段或中段、分段）矿柱。参见“底柱”、“顶柱”。

【场内矿柱】 一种安全矿柱，是为了支护顶板，保证作业安全，而在采矿场内所保留的一部分规则和不规则的，永久或临时性的矿体。

【矿角】 有一些安全矿柱，其中既包括一部分矿体，又有围岩。对这些包含在矿柱内，形状不规则的矿体的边角部分，称矿角。

【矿山压力】 rock pressure in mines 又称地压。由于挖掘了地下坑道，或采场采空以后，改变了岩体的受力状态，破坏了应力平衡，从而在坑道或采空区周围出现的压力，称矿山压力。由于矿山压力的作用而引起的岩石变形、冒顶、片帮、崩落、坍塌等现象，称地压活动。矿山压力的大小及分布规律，与地质条件、开采深度、坑道布置及其断面大小等有关。针对地压活动采取的各种安全技术措施，例如用自然矿柱及人工支柱进行支护，或用充填、落顶等方法，以调节这种压力再平衡的工作，称为地压管理。它关系到采区工作安全、采矿成本、矿石损失和贫化，采矿方法选择和回采强度等。

【地压】 ground pressure 即“矿山压力”。

【采空区处理】 controlofworking out section 又称空场处理。在采区范围内，由于采矿工作而遗留下来的各种形状和大小的空间，称采空区。为了回采采空区内的残留矿柱，保护矿山和作业人员的安全，防止采空区上盘岩石或顶柱自然崩落而产生的气流冲击，需要及时、有计划地对采空区加以处理，例如用填料充填或崩落围岩，全部或部分

消除空场，封闭或隔绝空场等。这些工作，叫做采空区处理。

【空场处理】 control of working out section 即“采空区处理”。

【矿柱回采】 robbing（pillars），pillar drawing 采矿时，为了保护坑道和采场的安全，往往需要保留一些矿柱，而这些矿柱占采区相当一部分储量，有时可达30——40%。为了充分挖掘矿产资源，提高技术经济效果，保证人员和设备的安全，必须选择正确、安全的方法，及时地将其中一部分矿柱开采出来。这种工作，称矿柱回采。一般情况下，矿柱回采必须与采空区处理工作结合起来进行。

【配矿】 又称矿石质量中和。工业部门一般要求矿山供应的矿石必须保持稳定的质量，即矿石品位不能变化太大，否则就会影响生产计划的完成，甚至会破坏生产工艺流程。但是，各种质量的矿石在矿床中分布是很不均匀的，这就需要矿山在出矿时根据矿石的分布情况和使用单位的要求，对各种质量的矿石进行搭配。这种工作称配矿。其措施有：严格按计划要求均衡地开采不同质量的矿石；设立贮矿场进行调配等。配矿是矿山地质部门要参与的经常性工作之一。

【矿石质量中和】 neutralization of ore quality 即“配矿”。

【松散系数】 loose coefficient 又称碎胀系数。是爆破下来的矿石（或岩石）体积（V_2）与爆破前原体积（V_1）之比。$\left[\text{松散系数（K）}\frac{V_2}{V_1}\right]$测定矿石 C 或岩石）松散系数的目的，是为矿山设计的某些生产技术计算（如确定矿车和矿仓的容量等）提供资料依据。

【碎胀系数】 ore loose coefficient 即“松散系数”。

【矿石块度】 fragmentation of ore； 指按一定的方法爆破下来的矿石大小，通常以矿石块的长度或平均直径表示。矿石块度对进一步的加工和生产过程有很大影响。一般情况下，要求尽量减少粉矿的含量，同时又不得超过一定的尺寸。所以，按照有关部门的要求，分级测定各级块度矿石所占的比例，是选择装运、破碎设备，确定矿石在选矿或冶炼过程中的加工技术性能，评价某些矿石使用价值的资料依据。

【矿石结块性】 cementaticn of ore 指已采下的矿石中，由于含有粘土、滑石及其他粘性微粒，在短期内因受湿、受压而结块，或硫化矿受氧化而结块的性质。结块性对放矿，装矿、运矿以及选择采矿方法都有影响。

【采矿程序】 working order 是指矿床的开采步骤，一般由开拓，采准和回采三个步骤组成。遵循采掘并举、掘进先行的方针，正确处理三者之间的关系，保证开拓超前采准，采准超前于回采的顺序，是保证矿山持续均衡生产的重要关键之一。说明开拓、采准与回采之间关系的指标，叫超前系数（ω），一般用该阶段的回采定额时间

(to) 与开拓加采准的定额时间 ($t_b{}^n$) 之比 来表示，即 $\omega = \frac{to}{t_b{}^n}$。合理的超前系数可根据矿床地质条件、采矿技术条件和水文地质条件来确定，通常情况下应大于 1，即在一定的阶段之内，在保持必要的回采强度的条件下，保证开拓和采准超前于回采。

【开采顺序】 sequence of working 指对矿床进行开采的先后次序，一般是先主后次，先上后下，即先采主矿体上部，后采零星矿体和主矿体下部。在同一矿区内，若划分为几个井田，则其开采顺序有几个井田同时开采、依次开采、同时和依次结合开采三种。同一井田各阶段的开采顺序，一般是自上而下，也可以几个阶段同时开采。同一阶段各采区沿走向方向的开采顺序，有前进式，后退式和联合式三种。在同一采区内的开采顺序则取决于采矿方法，空场法、留矿法，充填法一般由下而上开采，崩落法是由上而下开采。

【开采强度】 rate of excavation 指矿床、井田、阶段、采区的开采速度，一般用年下降深度表示。其计算公式为：

$V = \frac{A\ (1-\rho}{S \cdot \gamma \cdot R}$ (米/年)，式中 V 为开采工作年下降深度 (米/年)，A 指矿井年产量 (吨/年)，S 指可采面积 (米^2)，丁为矿石体 (容) 重 (吨/米^3)，R 为矿石回采率 (%)。ρ 指废石混入率 (%)。提高开采强度，有利于如期完成和超额完成生产任务，降低巷道的维修和管理费用，保证满足工业对矿石不断增长的需要，也是保证安全生产的重要措施之一。

【井田】 mine field 划归一个矿井或平峒进行开采的矿床或矿床的一部分称井田。一个矿山可能包括一个或几个井田。井田的划分主要决定于矿床的地质条件和采矿的经济技术要求。大型矿床和矿体比较分散、复杂的矿床，一般可划分几个井田开采；小型矿床或矿体比较集中的矿床一般用一个井田开采。

【阶段】 level 井田的一部分，是为了便于依次开采矿体，在矿体中进行采矿准备工作，而按一定的高度自上而下用水平坑道将井田所划分出的各介区段。沿倾斜方向，它以上下运输平巷为界；走向方向则以井田边界为界。有时，一个阶段又分为几个小阶段，这种小阶段称中段或分段 (参见“采区”一词附图)。

【盘区】 panel 井田的一部分，是在开采水平或倾角极小的旷体时，用水平坑道将井田划分出的一系列呈水平分布的长方形区段。

【中段】 level 又称分段。是阶段的一部分，其上部以回风巷道为界，下部以运输平巷为界，沿走向以井田边界为界。在一般金属矿山中，阶段通常不再进一步划分，这时中段就是阶段。在生产矿山中，往往把某一水平标高以上的那个中段，称为某标高

中段。一个中段的上下两相邻水平坑道底板之间的垂直距隔，称中段高度。参见”阶段”。

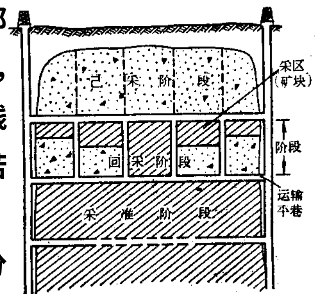
【分段】 sub－level 即“中段”。

【中段高度】 levelintervel 一个中段的上下相邻水平坑道底板之间的垂直距离，称中段高度。参见“中段”。

【中段复合地质平面图】 levelcom posite geological plan 反映井田（或露天采场）范围内各中段（或平台的工程位置和地质特征，并按矿区统一座标投影至同一平面上的综合性地质图件。复合地质平面图有多中段（或平台）及相邻两中段（或平台）两类。中段（或平台）复合地质平面图是井田（或露天采场）划分矿块，进行采准及回采设计的依据。

【水平】 horizon 采矿水平的简称。为了自上而下地进行采矿工作，必须按矿体的埋藏条件，在不同标高的水平面上，布置主要运输或通风巷道（露天开采时为堑沟）使其与井筒（或出入沟）相联接，这些巷道及其包括的开采范围则同属于一个水平。此外，水平又常指布置运输或通风巷道的某一标高的水平面而言。水平通常又以标高或用途来命名，如，+100 米水平，—100 米水平，第一水平，第二水平；运输水平，通风水平等。

【采区】 producing section 为了便于进行回采工作，需要在阶段（或盘区）内，用天井（或平巷）等采准工程，进一步把矿体切割为若干部分。这种回采矿体的单独作业区，称采区。沿矿体倾斜方向，它以上下运输平巷为界，沿走向方向，则以天井或矿柱中心线为界。位于采区内的矿体，称矿块。一个采区可包括一个或若干个采矿工作面。



阶段、采区（矿块）划分示意图

【矿块】 ore block 地下采矿时，位于采区内的矿体部分称矿块。详见“采区”。

【矿山单体性地质图】 指以采区、矿块或采场为单位编制的生产性地质图件。通常包括采区、矿块或采场的上下中段（或分段）地质平面图、纵投影图（或纵剖面图）及多个横剖面图。缓倾斜的沉积层状矿床还包括矿层厚度等值线图及矿层顶（底）板等高线图。矿山单体性地质图一般还附有该采区、矿块或采场的文字说明。单体性地质图具有比例尺大（1∶200－1∶500）、矿体界线圈定准确等特点，是采区、矿块或采场进行采准及回采设计的基本依据。编制单体性地质图件是矿山地质部门的轻常性工作之一。

【块段】 block ①采矿工作中，是指被开采坑道切割而成的矿块。参见“矿块”。②矿床勘探和储量计算工作中所指的块段无确切范围，有时是指由勘探工程所控制或圈定的某一部分矿体；有时是为了区别不同的勘探研究程度而将矿体划分的各个部分；还有是以不同的地质特点或开采技术条件等因素将矿体划分的各个部分。

【矿块定型图】 矿山生产中的勘探工作，是一个对矿体进行多次圈定的过程。矿块定型图则是在回采时根据回采工作面最后圈定的矿体而编制的图件。有的采矿方法，在回采时人们不能进入采场，要求在采准及切割工作结束，或采场炮孔已经完成而未爆破以前，就必须编制出矿块定型图。

【采矿场】 mining field 简称采场。是在采区内进行采矿工作的场所。

【矿山测量】 mine survey 指矿山设计、施工和生产过程中，在地面和地下所进行的测量工作。其主要内容有：测绘矿区地形图和勘探坑道与采矿坑道分布图，及时提供采矿工程设计及生产管理所需要的各种资料：进行工程放样和施工检查，以保证工程的几何形状符合设计要求和确定坑道掘进方向；研究采空区上方岩层与地表移动的规律，以便采取保护地面及井下建筑物的措施；为矿山的储量计算、统计矿石产量、计算矿石的损失和贫化等提供资料：根据地质勘探及矿山测量资料，绘制矿体几何图，以反映矿床构造和矿石质量在空间的分布规律。矿山测量可分建井测量、生产矿井测量、露天矿测量、地表与岩层移动观测等。

【坑道】 opening 指为了地质勘探、采矿和其他目的，按一定规格在矿床或岩石中开凿成的空洞。在生产矿山中，坑道则称矿山坑道或矿山巷道。按其作用，又分为开拓坑道、采准坑道和回采坑道。在地质勘探中，又称勘探坑道或探矿坑道、坑探工程等。根据坑道中心线与水平面的夹角，坑道可分为水平坑道、倾斜坑道和垂直坑道等。水平坑道有平窿（平峒）、石门、沿脉、穿脉等；垂直坑道有竖井、盲井、天井等；倾斜坑道有斜井倾斜天井等。水平和倾斜坑道的两侧叫帮（或坑道壁）；上面的面叫顶板，下面的面叫底板；随着掘进工作向前推进的面，叫工作面，又称掌子面。

【矿山坑道】 mineopening 在生产矿山中，为了采矿、探矿等目的而在岩层或矿体中开凿的各种坑道。详见“坑道”。

【峒室】 chamber 是一种没有直通地表出口的、横断面较大而长度较短的水平坑道。其作用是安置各种设备、机器，存放材料和工具，或作其它专门用途，如机修房、炸药库、休息室等。

【主井】 main shaft 担负矿山主要提升矿石任务的竖井或斜井，称主井。

【副井】 auxiliary shaft 担负矿山提升人员、材料、废石为主的竖井、称副井。

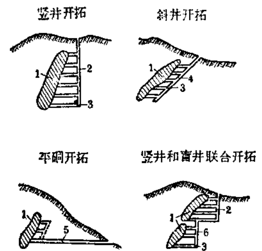
【螺旋坑道】　spiralramp（drift）　又称盘旋坑道。指现代大型矿山为满足大型采掘设备能够直接驶入各开采水平，从地表开凿的大断面坑道。它围绕主井外围，以一定的坡度盘旋，直达各个开采水平。其作用为减经主井的提升任务，便于调动采掘设备等。

【溜矿井】　ore pass，chute　是地下采矿时，将上部中段的矿石，利用其自重放到下部运输巷道所经过的井筒。

【联络道】　cross gate　又叫人行道，是在地下开采的矿井中，供人员从天井进入回采工作面的坑道。

【拉底巷道】　stope drift　地下采矿时，在矿房回采以前于采场的底部开掘的巷道称拉底巷道。向拉底巷道的两边进行的扩帮工程，称拉底层。

【开拓】　openingout，early devel opment　全称矿床开拓。采矿程序之一，指从地表掘进通入矿体的井筒、主要巷道或堑沟（露天开采时）的工作。它使矿床与地面有一条完整的通风、排水和运输线路，以便能在矿床中进行采准和回采工作。按主要开拓巷道的类型，地下开采的矿床开拓可分为平峒开拓、竖井开拓、斜井开拓和联合开拓等几类（见图）。



矿床开拓方案示意图
1. 矿体；2. 竖井；3. 石门；4. 斜井；5. 平硐；6. 盲井

【开拓坑道】　developmentopening　指为矿床开拓而掘进的坑道，是矿山的基本建设工程，也是区分开拓方案的主要标志。它包括有井筒（竖井、斜井）、平硐、盲井、通风井、井底车场、石门、阶段运输平巷、主要溜矿井和主要充填井等。

【采准】　minordevelopment，heading work，opening – up　全称采矿准备。采矿程序之一，是在开拓工程的基础上，为了作好采矿准备并获得采准矿量，按照规定的采矿方法所进行的坑道掘进工作。

【采准坑道】　preparatory workings　为采矿准备而掘进的各种坑道，，也是形成采区外形的一些骨干坑道，供采区行人、运输、通风之用，如采区的运输巷道、采区行人和通风的天井. 电耙巷道等。其具体内容随采矿方法的不同而有所不同。

【切割工作】　cutting　为了在已经完成采准工作的采区内进行采矿，容纳采下的矿石，以及为了满足二次破碎和利用矿石自重进行放矿的需要，必须在回采前对矿块再行切割，从中开凿拉底层、切割天井、格筛巷道及放矿漏斗等。这种工作称切割工作。切割工作所完成的工程，有时也称回采坑道。切割与回采工作在时间上常常是连续进行的。个别采矿方法在开始回采时，切割与回采工作则很难区别，因此在生产中，关于切割与回采的划分界限，并不完全一致。

【回采】　stoping　采矿程序之一，是在采区内直接进行采矿作业的总称。它主要包括崩落矿石（简称落矿），运搬矿石和采空区处理等。回采时，把矿石和围岩（夹石），或不同类型、不同品级的矿石一起采下的，称混采；反之，称分采。

【采矿方法】　mining method（systen）　为了开采矿石，在矿体和围岩中以一定的布置方式和程序，掘进一系列的准备坑道和切割巷道，并按一定的生产工艺过程，进行回采工作。这些巷道的布置方式及其掘进程序和回采工艺过程的综合，称采矿方法。目前主要多以采区地压的管理（即采空区的处理）方式对采矿方法进行分类，一般分空场采矿法、留矿采矿法、充填采矿法、支柱充填采矿法和崩落采矿法等。采矿方法的选择，除了依据地质和其他技术条件外，同时还要保证生产安全，并满足合理的开采强度和最大经济效果的要求。

【地下开采】　underground mining　简称坑采。是用地下坑道进行采矿工作的总称。一般适用于矿体埋藏较深，在经济上和技术上不适于露天开采的矿床。

【选别开采】　selective mining　简称选采。是指采取各种技术措施，将不同自然类型或工业品级的矿石分别采出，分别处理的采矿方式。应用选别开采，要求不同自然类型和工业品级的矿石在矿床或矿体中呈带状分布，界线明显，具有一定的层位和连续性，其单层厚度符合最低可采厚度的要求。对于那些由类型复杂而又必须在加工时分别处理的矿石所构成的矿床，采取选别开采是充分利用矿产资源，提高选矿回收率及降低选矿成本，加强矿石质量管理和满足用户对矿石质量要求的有效措施。

【混合开采】　bulkmining　简称混采。是指采矿时，降不同自然类型或工业品级的矿石从矿体中一起采出的采矿方式。混合开采在采矿技术上较为简单、一般适用于矿石类型比较简单、不需要分别加工处理，并且不严重影响选矿回收率和矿石综合利用的矿床；或用于不同自然类型和工业品级的矿石分布复杂，但技术上不可能选别开采的矿床。

【空场采矿法】　open stoping method　一类地下采矿方法，是在回采过程中，主要依靠围岩自身的稳固性或少量的矿柱、人工支柱来支撑采空区的采矿方法。一般适用于矿石及围岩相当稳固，允许有较大暴露面的矿床。

【留矿采矿法】　shrinkage stoping method　一类地下采矿方法，是在矿房中自下而上进行回采的时候，将采下的大部分矿石暂时留在采空区的采矿方法。留矿的目的主要是为了支护采空区，并为凿岩工作提供站立的场所。矿房中贮存的矿石，在整个矿房采完后才全部放出。留矿采矿法一般适用于矿石和围岩比较稳固的急倾斜矿体和产状较规整。缓倾斜的极厚矿体，并且要求矿石不结块，不氧化，不自燃，以保证放矿顺利进行。

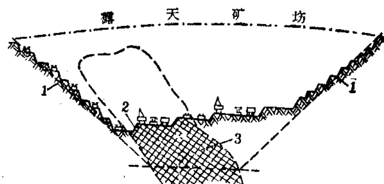
【充填采矿法】　filling method　一类地下采矿方法，是伴随落矿、运搬及其他作业的同时，用充填料充填采空区的采矿方法。充填的目的是支护采空区两帮岩石，并为继续进行上面分层回采造成立足的底板。它适用于矿石和围岩不稳固，不允许有较大暴露面的矿床；地表需要保护的矿床；稀有，贵金属或高品位的矿床；有自燃性的硫化矿床；赋存条件复杂的矿床等。

【支柱采矿法】　timbered stoping method　一类地下采矿方法。是为了防止采空区的围岩塌落并维护工作面的矿壁、随着回采工作面的推进而不断架设支架的采矿方法。它适用于矿石和围岩都不稳固、厚度较薄的急倾斜矿体。多数情况下，支柱法都与充填法结合使用，极少单独使用。

【崩落采矿法】　caving stoping method　一类地下采矿方法。是随着回采工作面的推进，有计划地借崩落矿体上部的覆盖岩石和两盘围岩来充填采空区，以控制地压和处理采空区的采矿方法。它主要适用于地表允许坍塌的中等厚度以上的矿体。

【露天开采】　open，（opencast，open －cut，open—pit）mining　也称露天采矿，是先将覆盖在矿体上面的土石剥掉（剥离），自上而下把矿体分为若干梯段，然后直接在露天进行采矿的方法。一般适用于规模较大、储量丰富、埋藏较浅的厚矿体。由于开采工作在露天进行，比地下开采建设速度快、劳动生产率高、生产成本低，矿石贫化和损失小，劳动条件好，便于采用高效率的大型机械。但缺点是初期的基本建设投资较多，受气候的影响较大。露天开采通常包括以下几个步骤；矿区的地面准备、矿床的疏干、矿山基本建设、剥离工作和采矿工作。

【露天矿场】　open－pit　是在地表直接进行剥离和采矿的工作场所。根据矿体的埋藏条件和矿区地形条件，露天矿场可分为山坡露天矿场和凹陷露天矿场两大类。露天矿场由边坡、台阶和开采境界等要素组成（见图）。

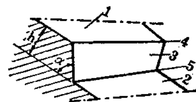


1．边坡；2．台阶；3．矿体

【露天采场综合地质图】　open—pit complex geological map 露天开采矿山的一种基本地质图件。其主要表示内容有露天采场的设计最终境界位置及现状范围，各平台边坡位置及范围，采场内各类探、采工程位置以及矿床和矿体的地质构造情况等。露天采场综合地质图，一般每半年或每年修改一次。

【露天开采境界】 open mining limit 又称露天开采界限，是按技术上的可能性与经济上的合理性对露天采矿场所确定的最终可能达到的采矿范围，即由上部和下部边界线所限定的范围。它主要决定于矿体的埋藏条件和开采技术条件（如设备）等。

【台阶】 bench，stage 露天采场的主要组成部分，是指具有一定的高度，由独立的采掘及运输设备进行开采的各个水平分层或梯段。台阶由上部平台、下部平台、坡面、坡顶线、坡底线、坡面角和台阶高度等要素组成（见图）。



台阶构成要素示意图
1．上部平台；2．下部平台；3．台阶坡面；4．坡顶线；5．坡底线；α．坡面角；h．台阶高度

【平台地质平面图】 bench geologi cal map 指反映露天采场平台范围内的地质构造、探采工程位置及台阶现状的地质平面图，是露天采场中按平台标高编制的一种基本地质图件。

【堑沟】 trench 是在露天采矿时，为了建立矿场和外部（如选矿厂）的联系面开掘的横断面为倒梯形的露天沟道。横断面不完整的堑沟（如在山坡上开掘的）称为单壁堑沟。按用途，堑沟有开拓堑沟、开段堑沟和专用堑沟。

【露天矿边坡】 slop wall of open pit 又称露天矿边帮。露天矿场的要素之一，指露天矿场四周的倾斜表面，即由许多已经结束采掘工作的台阶所组成的总斜坡（参见“露天矿场”一词附图）。它与水平面的夹角，称边坡角或最终边坡角。按边坡与矿体在空间的相对位置，可将边坡分为上盘边坡、下盘边坡和端部边坡。边坡与地表的交线，称露天采场的地表境界线，边坡与底平面的交线，则称底部境界线。

【露天矿边坡角】 slope wall angle of open－pit 露天采矿场的边坡与水平面的夹角。详见“露天矿边坡”。

【剥离】 overburden 指在露天采矿时，将覆盖在矿体上部及其周围的浮土和围岩剥去，并把废石装运和卸到排土场的工作。剥离岩石和浮土的数量，称剥离量。采剥并举，剥离先行，合理协调剥离与回采的关系，是露天矿山保持均衡、正常生产的一项重要原则。

【剥采比】 overburden ratio 又称剥离系数，指露天矿山剥去的废石量与采出矿石量的比值，即平均每采一吨（或立方米）矿石所需要剥离的废石量（吨或立方米）。剥采比是衡量矿床在当前技术经济条件下，用露天开采是否经济合理的一项重要指标。

【剥离系数】 overburden ratio 即“剥采比”。

【采掘（剥）总量】 total sum of min ing and development 指矿山采矿和掘进（或剥离）作业的工程总量，计算单位为吨或立方米。它是核算矿山生产作业量的综合指标，也是计算其他各项指标的基础，同时还作为安排矿山基建工程或矿山生产计划的依据。地下采矿的采掘总量为采矿量与掘进量及其他采掘量之和；露天采矿的采剥总量为采矿量与剥离量及其他采剥量之和。

【掘进量】 advance 地下开采时，在采矿以前所开掘的各种井巷和峒室等工程的作业总量。其计算单位以米表示。掘进量按照工程性质不同，可分为地质探矿、开拓、生产探矿、采准、切割工程等五部分。掘进量又是计算掘进效率等技术经济指标的基础。

【采掘比】 development 又称千吨掘进量或万吨采掘比。在地下开采时，为了保证矿山均衡、持续地进行生产，按照采掘并举，掘进先行的方针，必须不断地掘进巷道，以便及时准备所需要的采矿场。这种开凿巷道与采矿工作之间的衔接和协调关系称采掘比，通常以每采出一千吨（或万吨）矿石所需要的掘进工作量（米）表示。共计算公式为：$采掘比=\frac{掘进量（米）}{采矿量（千吨或万吨）}$合理的采掘比取决于矿山的条件和采矿方法。

【千吨掘进量】 development per thousand tons of mined ore 即“采掘比”。

【万吨采掘比】 ratio of develop ment meters to ten thousands tons of mined ore 即“采掘比”。

【探矿比】 又称万吨（或千吨）探矿比，指矿山平均每生产一万吨（或千吨）矿石所需要掘进的生产勘探工程量，以米/万吨（或千吨）表示。探矿比是衡量生产勘探工作是否经济合理的一项技术经济指标。

【万吨（千吨）探矿比】 即“探矿比”。

【探矿系数】 coefficient of explora － tion 指矿山每年用于生产勘探的工程掘进量占矿山全年掘进总量的百分比。它与探矿比在意义上完全相同，仅表示方法不同，都是衡量生产勘探工作是否经济合理的技术经济指标。

【出矿量】 extracted ore tonnage 是指从回采工作面采下并运到坑口（指地下开采）或台阶（指露天开采）的矿石量，计算单位以吨表示。它是矿山的一项主要生产指标。

【采矿品位】 grade of mined ore 指采场采下的矿石中有用组分（或有用矿物）的含量。它反映采下的原矿质量情况，是进行合理配矿及计算矿石贫化与损失的重要依据。

【出矿品位】 grade of crude ore 是指出矿量中有用组份（或有用矿物）的百分含量。它反映矿山为选厂或使用单位提供的矿石质量情况。相对稳定的出矿品位是保证选厂或使用单位正常生产的重要条件之一。

【出矿极限品位】 limitinggrade of ore drawn 在覆盖岩层下的地下采矿场，由于围岩随矿石爆破而向下陷落，使采场内的矿石堆局部出现矿石与围岩相互混杂的现象。为了降低矿石的贫化与损失，保证出矿的矿石质量，必须在放矿过程中定期取样检查，因而需要根据矿山实际情况，制定一个确定截上放矿的品位界限，矿石品位等于或低于这个界限时，则停止放矿。这个品位界限，称出矿极限品位。它一般介于本矿山的尾矿品位与边界品位之间。

【复合矿石】 complex ore 是指几种主要有用组份（或矿物）同时达到工业指标要求，可供综合回收利用的矿石。如铜铅锌矿石、铁锰矿石、铜钼矿石、钨锡矿石、铜钴镍矿石、汞锑矿石，等等。

选矿与冶金

选　矿

【矿产综合利用】　complex utilixa tion of valuable minerals　采用一定的技术工艺或方法，最充分地提取矿产中的有用组分和最大限度地利用由其产生的废渣、废液、废气等，以获得多种符合工业要求的产品。资源综合利用是我国社会主义建设中的一项重要经济技术政策，而矿产综合利用则是资源综合利用的重要组成部分。矿产综合利用可以变“废”为宝，化害为利，使矿产得到充分、合理的开发与利用，是矿山保护、防止环境污染、增加生产、降低成本以及提高产品质量的重要途径。随着科学技术的日益发展，矿产资源的综合利用范围也不断扩大。矿产综合利用的方法和工艺是多方面的，根据矿产的具体情况而定，但主要还是通过选矿和冶金的过程来实现的。在地质工作中，实行综合找矿、综合评价，是做好矿产综合利用的首要环节，也是多快好省地发展矿产普查勘探工作的方向。

【选矿】　ore－dressing，mineralpro cessing　根据矿石的矿物性质，主要是不同矿物的物理、化学或物理化学性质，采用不同的方法，将有用矿物与脉石矿物分开，并使各种共生的有用矿物尽可能相互分离，除去或降低有害杂质，以获得冶炼或其他工业所需原料的分选过程。它是介于采矿和冶炼（或其他加工工业）之间的工艺过程，是充分，合理地利用矿产资源的一个重要环节。经过选矿，可以得到品位较高的精矿，不仅使许多贫矿或低品位矿石能够得到充分的利用，而且还能大大提高有用组分的回收率，减少不必要的燃料消耗和运输、加工费用。近代的主要选矿方法有重选法、浮选法、磁选法、电选法等。通常，整个选矿过程包括破碎、磨矿、选分、产品脱水等环节。在矿床勘探工作中，需要根据勘探程度的要求和矿石的性质，进行不同规模的选矿试验，为矿床评价或建厂设计提供依据。

【矿石工艺类型】　technological type of ore　是在地质勘探时期所划分的矿石自然类型的基础上，根据矿石加工的要求而划分的矿石类型。划分的依据有：有用矿物与脉石矿物的成分和含量；矿石的结构、构造及氧化程度；以及矿石的可选性试验或其他加工技术试验的结果等。

【原矿】 crude ore，raw ore，head feed 指已采出而未经选矿或其他加工过程的矿石。在煤矿中称原煤。少数原矿可直接应用，大多数原矿需经选矿或加工后才能利用。在选矿中，习惯上还把进入某一选矿作业的原料也称原矿。原矿中有用组份的重量百分含量，称原矿品位。金、银、铂族元素的矿石品位用克/吨表示。

【破碎】 crushing，rcduction，size reduction 将大块的矿石或物料变为小块，以满足使用部门或下一工序对产品粒度要求的作业。它常是选矿、冶金、化工、建筑材料等生产过程的准备作业。破碎是样品加工的工序之广。按破碎的粒度要求，可分为粗碎、中碎和细碎。

【破碎比】 reduction ratio，ratio of crushing 在各个破碎或磨矿阶段，一般是将给料中最大块的直径与破碎产品中的最大块直径的比值，称破碎比。各阶段破碎比的乘积，称总破碎比。参见“固体矿产工业要求”。

【混匀】 mixing，sample mixiag 又称拌匀。通常是指用机械或人工的方法使两种以上的物料均匀混合的作业。在制备选矿或分析试样的过程中，混匀的目的是使不同成分和粒度的矿物颗粒在矿样中均匀分布，以保证下一步作业所获得的样品具有充分的代表性。常用的混匀方法有堆锥法、环锥法、翻滚法等。

【筛分】 screening 按所要求的颗粒大小，用不同大小筛孔的筛子，将未经加工的矿石或破碎后的产品进行分类的作业，称筛分。筛分可分干式筛分和湿式筛分，常与破碎作业闲配合，以保证破碎后的产品适合于一定的粒度要求。在煤炭、建筑，化工、筑路等部门，筛分常作为生产的一个重要组成部分，在选矿工业中，筛分的目的，是为下一步选矿作业提供各种粒级的物料。在煤、建筑材料（砂、砾）、铸砂等矿产的勘探和评价时，筛分是研究矿产的技术性质和确定工业用途的一种方法。

【磨矿】 grinding 在机械设备中，借助于介质（钢球、钢棒、砾石）和矿石本身的冲击及磨剥作用，使矿石的粒度进一步变小，直至研磨成粉末的作业，称磨矿。其目的是使组成矿石的有用矿物与脉石矿物达到最大限度的解离，以提供粒度上符合下一选矿工序要求的物料。磨矿可分为有介质磨矿和无介质磨矿（自磨）以及干式磨矿、湿式磨矿。磨矿产品的粗细程度称磨矿细度，一般以小于200网目（0.074毫米）矿粒的重量百分含量表示。磨矿产品经分级后，不合格部分返回原磨机的，称闭路磨矿；如不返回原磨机或由另一台磨机处理的，称开路磨矿。

【磨矿细度】 size of ground product 指磨矿产品的粗细程度。详见“磨矿”。

【粒度】 graininess，granularity，size 组成矿石、岩石、土壤的矿物或颗粒的大小程度，一般常指矿物或颗粒的直径（毫米或微米）大小或以95%的物料所通过的筛孔尺寸（毫米或网）表示，在研究矿产、岩石、土壤的生成条件和物质来源以及其水文地质、工程地质条件时，或在划分矿产的品级、确定使用范围及加工技术性能时，粒

度都是一项必要的研究内容。某些工业部门，有时把矿石的块度也称粒度参见“块度”。

【单体解离】 liberation 通过破碎、研磨或其他作用，对矿石中紧密共生的有用矿物和脉石矿物的连生体进行破坏，使之形成各自单一性质的矿粒，为下一步的矿物分离或选矿作业提供条件。有用矿物从矿石中解离的程度，称单体解离度 $F=\frac{f}{f+\sum f}\times 100\%$，即以有用矿物解离成单体的数量（f）同有用矿物解离成单体的数量加上有用矿物仍与脉石矿物连生的那部分数量（$\sum f$）之和的百分比表示。

【单体解离度】 degree of libera tion 破碎或研磨作业中，有用矿物从矿石中解离为单一性质矿粒的程度。详见“单体解离”。

【网目】 meshl 指筛子的单位长度内所具有的筛孔数目，用以表示筛孔的大小。例如，常用的泰勒标准筛，其 200 网目，就是在 1 英寸的筛网长度内有 200 个筛孔，称 200 号筛。由于各种标准筛的制作材料和技术规格不同，所以网目相等而标准不同的筛子，其筛孔大小也不一致。

【粒度分析】 grain – size analysis 又称颗粒分析或机械分析，是一种研究粒状物质的颗粒大小及粒度组成（不同粗细颗粒的相对含量）的方法，广泛应用于碎屑岩、松散沉积物以及粘土岩和碳酸盐岩的不溶残余部分的研究。在进行矿石可选性研究时，常需要借助粒度分析了解矿石和选矿产品的粒度组成及有用矿物在各粒度级别中的分布规律，查明有用矿物与脉石矿物单体解离的粒度界限，为确定磨矿和选别的合理粒度，提供依据。常用的粒度分析方法有筛析法和水析法。

【颗粒分析】 grain analysis 即“粒度分析”。

【机械分析】 mechanic analysis 即“粒度分析”。

【筛析】 screen analysis 全称筛分分析。按颗粒大小将物料进行分级的一种粒度分析方法，主要用于颗粒较粗物料的粒度分析。筛析时，将物料置于筛孔尺寸递减的一套标准筛上面，震动一定时间后，留在各个筛子上的物料，即为该筛号所分出的粒级，以占总重量的百分比表示。地质工作中，筛析常用来研究碎屑岩、松散沉积物等的粒度组成；选矿中，用于对原矿或碎矿、磨矿及选矿产品的粒度分析。

【水析】 elutriation 根据不同粗细的颗粒在流水或静水中的沉降速度差异，对物料进行分组的一种粒度分析方法，主要适用于细粒物料的粒度分析，常用来研究碎屑岩、松散沉积物的粒度组成和矿石的可选性。

【分级】 classification 利用不同粒度或比重的颗粒在介质（水或空气）中沉降速度的差异，将其分为不同粒度级别的作业。它常用于处理细粒物料，以获得合乎加工或选矿时对物料要求的产品。分级的方法有机械分级和水力分级两种。

【分选】 separation 又称选分或选别，用一定的选矿方法，使矿石（或经过破碎、磨矿之后的矿粒）中的有用矿物与脉石矿物及不同的有用故物彼此分离，并使之分别富集的作业。分选后的产品有精矿和尾矿或精矿、中矿和尾矿。

【选分】 separation 即“分选”。

【选别】 separation 即“分选”。

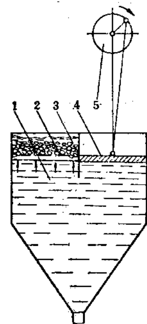
【手选】 hand sorting，hand picking 根据不同矿物的颜色、光泽等的差异，用人工进行分选的一种简单选矿方法。它一般只用来拣选大块富矿或拣出废石，其生产效率和劳动条件均较差。

【重力选矿】 gravity concentra tion，gravity separation 简称重选。利用被分选矿物颗粒间此重、粒度、形状的差异及它们在介质（水、空气或其他比重较大的液体）中运动速率和方向的不同，使之彼比分离的选矿方法。它广泛应用于处理煤、有色金属、稀有金属、贵金属矿石，也用对石棉、金刚石等非金属矿石的加工。重力选矿通常有跳汰选矿、流槽选矿、重介质选矿和摇床（淘汰盘）选矿等；按使用的介质，又分湿式选矿与风力（干式）选矿。为了增强细粒物料的分选效果，在重选中还采用了应用离心力场的螺旋溜槽、离心机、旋流器等重选设备。

【浮沉试验】 float－sink analysis，floatsink test 又称“重液分析”。用比重不同的重液或重悬浮’液将试验样品分成各种比重产品的试验，称浮沉试验。在进行矿石加工技术性能的研究时，一般需要通过浮沉试验来了解原矿中有用矿物按比重分配的规律，确定矿石是否具有重力选矿的可能性及重选可能达到的理论指标；在煤炭工业中，是评价煤的可选性的重要手段。

【重液分析】 即“浮沉试验”。

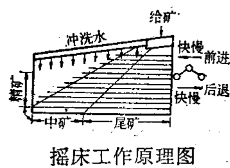
【跳汰机】 jig 是一种在垂直交变运动的介质（通常是水或空气）流中，使矿粒按比重分层并通过适当方法分别收取轻重矿物，以达到分选目的的重力选矿机械。跳汰机经常用于钨、锡等有色金属矿石和煤的选矿。一般被分选矿粒的比重差越大，粒度范围越窄（即粒度大小差别越小），分选效果越好。跳汰机的处理量大，厂房占地面积小，结构坚固，便于操作、维护。按其结构构造、驱动方式及其他特点，跳汰机又可分为若干种类。



跳汰机工作原理图
1．水箱；2．筛板；3．隔板；4．活塞；5．偏心轮

【摇床】 table，shaking table，tableconcentrator 用于处理较细矿粒的一种重力选矿机械，是一个具有一定倾角并覆有各种类型复面的斜面。在摆动机构的驱动下。斜面沿纵向作不等速的往复运动。入选的矿粒从斜面一边的上角送入，同时由斜面上方以横向给水冲洗，使比重不同的矿物颗粒借斜面的摇动和水流、复面隔条的作用，在床面上分层并呈扇形分布。比重小的

矿物颗粒随水流沿倾斜方向流走；比重大的矿物则借床面往复运动所产生的惯性，向纵向末端移动，以达到分选的目的（见工作原理图）。一般被分离的矿粒比重差越大，粒度大小差别越小，则分选的效果越好。按处理物料的适宜粒度范围，摇床可分为矿砂摇床和砂泥摇床；根据其传动机特点，又分为普通摇床、快速摇床和弹簧摇床等。

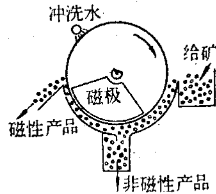


摇床工作原理图

【洗矿】 washing，ore wash 在水流和机械的作用下，用来处理与粘土结合一起的矿石或有用矿物的重力选矿过程。通常，洗矿是选矿的辅助作业，但在有的情况下，它又是分选作业。洗矿由分散与分离两个作业组成，即将粘土分散和使分散后的粘土物质与粒状或块状的物料分离而获得所需要的产品。洗矿一般用于处理粘土质的锰矿石以及金、铂、锡、钨的砂矿。

【重介质选矿】 heavy（dense）– me dium separation 一种重力选矿法，包括重液选矿和悬浮液选矿。用比重介于有用矿物与脉石矿物之间的重液或重悬浮液作为介质，使比重对于介质的矿粒上浮于介质表面，比重大于介质的矿粒下沉于容器底部，以达到分选的目的和提高分选效果。这种以比重大于水的介质作为分选介质的选矿方法，称重介质选矿。

【磁力选矿】 magneticseparation，magnetic coeentration 简称磁选。根据被分选矿物颗粒间磁性的差异及它们在磁场中所受磁力的大小，进行矿物分离的选矿方法（见图）。按磁选机的磁场强弱，可分为强磁选和弱磁选；根据分选时所采用的介质，又分为湿式磁选和干式磁选。只要被分离的矿物或矿物集合体具有适当的磁性差异及合适的粒度，几乎都可以用磁选进行选矿，最常用于铁磁性矿物和含铁矿物同其他矿物的分离，如稀有金属矿物、各种铁矿物、锰矿物和黑钨、石榴子石、黑云母、角闪石等。为了增强弱磁性矿物的磁性，有时需将被分选的矿物进行磁化（还原）焙烧，再进行磁选，以提高分选的效果。

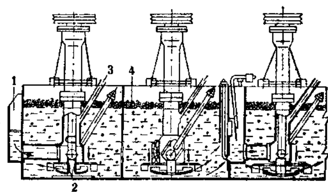


磁选过程原理图

【磁选机】 magnetic separator 依据矿物或矿物集合体的磁性差异，使其在磁场中得到分离的选矿机械。磁选机中产生磁场的元件称磁极。根据磁极产生磁场的方式，可将磁选机分为永磁磁选机和电磁磁选机，电磁磁选机又可根据磁场的特点分为恒定磁场和交变磁场两种磁选机。按照磁场的强弱，磁选机又分强磁场、中等磁场和弱磁场三种。还可根据选别的介质，分干式和湿式磁选机；按结构特点又分为筒式、盘式、辊式、带式、对极式、环式等等。

【浮游选矿】 flotation 利用各种矿物表面物理化学性质的差异，并借助选矿药剂的作用来扩大这种差异，造成各种矿物表面具有不同的润湿性，通过充气、加温、搅拌等过程，使某种或几种矿物粘附于泡沫之上而从矿浆中浮出，另一些矿物则留在矿浆中。这种选矿方法，称浮游选矿，简称浮选。一般将有用矿物浮入泡沫产物中的浮选，称正浮选；将脉石矿物浮入泡沫产物而将有用矿物留在矿浆中的浮选，称反浮选。浮游选矿广泛应用于细粒嵌布的金属矿物、非金属矿物、化工原料和冶金工业产品的分离。

【浮选机】 flotator，flotation machine 浮游选矿机的简称，指能完成浮选过程的机械设备。在浮选机中，经加入药剂处理后的矿浆，通过搅拌充气，使其中某些矿粒选择性地固着于气泡之上；浮至矿浆表面被刮出形成泡沫产品，其余部分则保留在矿浆中，以达到分离矿物的目的。浮选机的结构形式很多，目前最常用的是机械搅拌式浮选机。



浮选机示意图
1. 给矿口；2. 叶轮；3. 空气入口；4. 泡沫产品

【浮选柱】 flotation column 是近年来开始应用的一种压气式新型浮选设备，即柱状的浮选机。其工作过程为：经过加药搅拌后的矿浆，由柱的上部缓缓给入，与底部从充气机压入的均匀弥散空气形成对流，以增加气泡与矿浆的接触机会，形成较为理想的矿化泡沫。这些泡沫升至浮选柱的顶部溢流堰溢出或刮出，使有用矿物与脉石矿物分离。浮选柱具有简化选矿流程、结构简单、占地面积小、处理能力大、消耗动力少、投资少，建设速度快等特点。

【浮选药剂】 flotation reagent 在浮游选矿过程中，为了有效地选分有用矿物与脉石矿物，或选分各种不同的有用矿物，常需添加某些药剂，以改变矿物表面的物理化学性质及介质的性质，这些药剂统称浮选药剂。浮选药剂种类很多，按其主要作用，一般分捕收剂、起泡剂、调整剂三类。

【捕收剂】 collector，promoter 一种表面活性物质，是在浮游选矿过程中，能使目的矿物（即欲使浮选时浮至矿浆表面的矿粒）表面形成疏水性薄膜而减低矿物被水润湿性，并使其易附着于气泡上的有机药剂。捕收剂的分子由极性基和非极性基组成。极性基朝向矿物表面并呈各种形式的键固着于矿物表面；非极性墓则朝向水，以减弱极

性水分子对矿物的水化作用，从而使目的矿物产生一定的疏水性薄膜。根据药剂与矿物表面作用的极性基不同，捕收剂可分为疏代化合物类捕收剂（如黄药等）、烃基酸类捕收剂（如脂肪类及其钠盐等）、胺类捕收剂、油类捕收剂（如煤油等）。前两类是阴离子的极性基与矿物表面相作用，故又称阴离子捕收剂；第三类是阳离子的极性基与矿物表面作用，故又称阳离子捕收剂，第四类是一种非极性的油类。

【起泡剂】 frother，frothingagent 浮游选矿时使用的一种表面活化物质。其作用在于降低矿浆气液介面的表面张力，改善气泡性能（气泡的大小、数量、弹性、均匀性、稳定性、负荷能力等等），并使矿浆能产生稳定的浮选泡沫等。

【调整剂】 modifier，regulator 浮游选矿时，用来改变矿物的表面性质和矿浆的特点（液相组成、起泡性能、泡沫性质等），以提高浮选过程的选择性和改善浮选条件的药剂，称调整剂。同一种调整剂在不同的场合和用量情况下，可以产生不同的作用。按其在浮选中所起的主要作用，调整剂分为抑制剂、活化剂、酸碱调整剂等。抑制剂的作用是抑制其他药剂与矿物表面的相互作用，选择性地提高矿物表面的亲水性，降低其可浮性；活化剂的作用是通过改变矿物表面的化学组成，消除抑制剂的作用，使之易于吸附捕收剂；酸碱调整剂又称介质调整剂，用以调整矿浆的酸碱度（pH），使之有利于矿物表面同其他药剂作用，消除对浮选有害离子的影响，调整矿泥的分散及凝聚。

【优先浮选】 selective flotation，differential flotation 当矿石含有两种或两种以上有用矿物而用浮选法进行选矿时，如果是将有用矿物一种一种地依次选出为单一的精矿，这种浮选过程称优先浮选。

【混合浮选】 bulk flotation，colle ctive flotation 当矿石中含有两种或两种以上有用矿物而用浮选法进行选矿时，如将各种有用矿物先一起选出为混合精矿（然后再对各种有用矿物进行分离），这种浮选过程，称混合浮选。

【浮游重选】 flotation – tabling，fable flotation 即团粒浮选法，一般称粒浮（台浮），是一种浮选与重选结合的选矿方法。它根据各种矿物表面物理化学性质的差异，借助表面张力的作用，使疏水性矿物表面聚集许多小气泡，结成团粒而浮出水面。亲水性矿物则沉于水底并按重选原理进行分选。

【电力选矿】 electric separation 简称电选。利用各种被分选矿物的导电率及其在电场（静电场或电晕电场）中荷电程度的不同，使之在电场力、机械力和重力的联合作用下而分离的选矿方法。

【电选机】 electric separator　电力选矿的设备。其工作原理为：具有不同导电率的各种矿物通过电场时，由于静电感应或俘获带电离子的作用而带有不同的电荷，并在电场中显示不同的特点；再辅以重力作用，使之产生不同的运动轨迹；然后借助接料器具，达到将不同导电性矿物分离的目的。按电选机的电场特性，分为静电选矿机和电晕选矿机两类，还可根据矿粒荷电方法和电选机的构造进行分类。

【电泳选矿】 electrophoresis separation　利用各种矿物的不同表面电性而进行分选的一种选矿方法，例如，高岭土微粒在水中带有负电荷，并能在电场中向正极游动。所以，可以借助高岭土的这种特性，使其与杂质分离。

【光电选矿】 photoelectric separation　模仿手选的动作，用机械和电的组合进行分离矿物的选矿方法。即在一般可见光的照射下，利用不同矿物对光的反射和透过程度的差异，通过光敏元件将反光的变化转变为电信号的变化，从而推动继电器使执行机构（由电磁铁构成的分矿打板）动作，将矿物分离。它主要应用于含钨石英脉型矿石的初选，以部分地代替手选。

【摩擦选矿】 frictional concentration　利用矿石中有用矿物与废石（或不同的有用矿物）对同一倾斜表面的不同摩擦系数而进行分选的一种选矿方法。例如，将石棉和蛇纹石的混合颗粒置于斜面上，石棉比蛇纹石滑得慢，因而可以达到分离的目的。

【化学选矿】 chemical coneentration　有时又称矿石的化学处理，或湿法冶金。主要是通过化学作用，将矿石中的有用组份转变为易溶于水或其他溶剂内的物质，从而得以分离提取。化学选矿一般只获得半成品，即化学精矿，如金属的氧化物、氢氧化物或其他化合物，在某些情况下，也可以浸出溶液中直接置换沉淀或电解沉淀出金属，用其他方法难选的矿物，则化学选矿可以单独使用，也可与其他选矿方法联合使用。

【离子浮选】 ion flotation　通过向选矿溶液中加入一种表面活化剂，其电荷一般与溶液中需要选出的无机（常为金属）离子的电荷相反，使二者形成具有疏水性的络合盐类；再通入气泡，使络合盐向气泡浓集并成为泡沫刮出。这种从溶液中分选出离子的选矿方法，称离子浮选。它与浮游选矿的区别是，前者只有液气两相，离子处于溶液之中；而浮游选矿的矿浆则由液、气、固三相组成。

【离析法】 segrgation process　又称氯化一半还原离析法。一种处理有色金属氧化矿石的选矿方法。其过程是将有色金属氧化矿石加入一定量的氯化钠和碳粉（木炭或焦炭），在700—1100℃度下进行还原焙烧，使其中的金属氧化物还原成金属，然后用黄药将其浮出（对金属镍则用磁选法将其选出）。这种选矿方法的技术比较复杂，成本高，目前仅用来处理难选的氧化铜和氧化镍矿石。

【絮凝浮选法】 flocculate flotation，agglomerate flotation 一种处理有用矿物极其微细（一般在20微米以下）的矿石的选矿方法。即浮选时，在特定的介质条件下，加入一定量的高分子化合物，使有用矿物或脉石矿物进行选择性的絮凝（微细矿物颗粒受静电力、分子力或化学力的作用形成絮状小团的现象，称絮凝），然后加入捕收剂将其浮出。

【粘附选矿】 coherent separation 又称油脂选矿。利用不同矿物对粘附剂（油脂）的粘附性差异而进行分选的选矿方法。一般常用于金刚石选矿。更广泛应用的粘附法选矿，是将矿物表面进行处理，然后用各种适当的溶液洗涤，即人工地造成不同的表面粘附性能，然后与粘附剂接触，有的被粘附，有的不被粘附，从而达到分选的目的。

【油脂选矿】 greased - surface concentration，greasebelt separation 即“粘附选矿”。

【氰化法】 cyanidation 从矿石中提取金、银等贵金属的一种重要方法。通常是将经过细磨的矿粒用氰化钠（钾）液通空气浸出，使贵金属进入溶液；再用锌粉还原沉淀，或用其他方法从溶液中析出金属。此法特别适于处理贵金属含量较低的贫矿石。

【混汞法】 amalgamation 从矿石中提取金、银等贵金属的一种重要方法，是将含有游离贵金属的矿石同汞，水一起细磨，使汞将金属颗粒的表面润湿，并进一步逐渐向金属内部扩散形成汞齐（汞合金），从而同脉石矿物分离，矿浆沿表面涂有汞的倾斜铜板流下，使其中没有形成汞齐的贵金属颗粒与铜板上的汞接触而形成汞齐。汞齐经加热蒸发去汞，即获得贵金属或其合金。它主要适用于处理含贵金属化合物较少而含游离贵金属较多的矿石。

【粗选】 roughing，rougher 指选矿时将入选的矿物原料进行初步分选的作业。经过粗选，矿物原料即被分选为粗精矿、中矿、尾矿等两种或两种以上的产品。粗选产品尚不是合格产品，还需要继续进行分选。

【精选】 cleaning，cleaner 选矿过程中，为了提高粗选精矿的有用成分含量，使之达到工业的质量要求，进一步对粗精矿进行富集的选别作业，称精选。

【扫选】 scavenging，scavenger 选矿时，从粗选尾矿中进一步回收有用成分的选别作业，称扫选。参见“粗选”。

【精矿】 concentrate 选矿中分选作业的产品之一，指产品中有用成分含量最高的部分。有用成分和杂质的含量均符合工业要求的精矿，称最终精矿。精矿中的有用成分重量百分含量，称精矿品位。

【中矿】 middling 选矿中分选作业的产品之一，其有用成分的含量介于此作业的精矿和尾矿之间，需返回原流程中的某一适当作业再选，或另设系统处理。

【尾矿】 tailings 选矿中分选作业的产品之一，在此作业的产品中，其有用成分的含量最低。在当前的技术经济条件下，不宜再进一步分选的尾矿，称最终尾矿。尾矿中的有用组分重量百分含量，称尾矿品位。随着科学技术的发展，尾矿中的某些有用成分还有可能进一步回收，此外，尾矿还可作为建筑材料或采矿时的充填料而逐步获得广泛应用。

【选矿指标】 indices of mineral dressing 用以衡量选矿过程的分选效果和处理能力的标志。在选矿工艺流程中常以产率、品位、回收率、富集比和选矿比等指标来表示。在实验室试验中，主要用前三项指标来表示矿石在选矿工艺上的数量和质量特点，以说明矿石在工业利用上的可能性。

【产率】 yield，output，weight percent 选矿产率的简称。在选矿工艺流程中，某一产品的重量占入选原矿重量的百分比，即为此种产品的产率。例如，精矿产率即为精矿的重量与入选原矿重量的百分比$\left(\text{精矿产率}=\frac{\text{精矿重量}}{\text{原矿重量}}\times 100\%\right)$产率是选矿过程中的一项重要技术经济指标。

【回收率】 recovery 选矿回收率的简称。指选矿产品（一般为精矿）中某一有用成分的重量与入选原矿中同一有用成分重量的百分比，$\varepsilon=\frac{\gamma\times\beta}{\alpha}\times 100\%$式中 ε 为产品中某一成分的回收率（%）；α 为原矿中此种成分的品位（%）；β 为产品中此种成分的品位（%），γ 为产品的产率（%）。回收率是选矿中的一项重要技术经济指标。一般在保证精矿质量要求的前提下，精矿中某一有用成分的回收率愈高，说明此种有用成分被回收得愈完全。在选矿厂中还分实际回收率和理论回收率。前者考虑了选矿过程中有用成分的损失；后者未考虑损失。所以实际回收率低于理论回收率。

【富集比】 ratio of enrichment 又称富矿比。矿石经过选矿之后，有用成分在精矿中得到了集中，其精矿品位与入选原矿品位之比，称富集比$\left(\text{富集比}=\frac{\text{精矿品位}}{\text{原矿品位}}\right)$，用以表示有用成分在精矿中的集中程度。

【选矿比】 ratio of concentration．conoentration criterion 指入选的原矿重量与选出的精矿重量之比$\left(\text{选矿比}=\frac{\text{原矿重量}}{\text{精矿重量}}\right)$，即平均选出一吨精矿所需要的原矿重量，是选矿过程中的一项重要经济技术指标。

【矿石可选性】 separabilityofore 矿石的各种矿物成分在选矿过程中的分选难易

程度，称矿石可选性。在矿产地质勘探时期，研究矿石可选性的目的，是为了确定在当前的技术经济条件下，使矿产得到合理利用的可能性及其途径。矿石可选性的研究，一般在实验室内进行，按其规模、详细程度及研究成果的用途，可分为初步可选性试验、详细可选性试验和扩大试验。为了改进或强化现已生产的选矿厂的某些生产过程，有时也需要进行矿石可选性的试验研究。

【初步可选性试验】 preliminary test of mineral dressing ability 在矿床的初步勘探阶段（对某些新矿种、新类型或矿石组分比较复杂的矿床则在详细普查阶段），为了对矿床进行初步评价，而进行的实验室规模的矿石可选性研究。其主要任务是按矿石类型分别采取少量试样进行基本的矿石物质组成和化学成分的研究，并在此基础上进行矿石的选矿工艺性能的研究，以确定大致的选矿指标（如精矿品位、尾矿品位、回收率）、选矿原则流程及伴生组分利用的可能性。初步可选性试验成果可做为确定精度较低的矿产储量及编制进一步勘探计划的依据。

【详细可选性试验】 detailed test of mineral dressing ability 一般是指在初步可选性试验的基础上，配合矿区详细勘探所进行的实验室规模的矿石可选性研究。其任务是详细研究矿石的物质组成（包括矿物成分、粒度大小、嵌布特征、结构关系、共生关系、有用和有害成分的赋存状态、各种矿物的百分含量、矿石的氧化程度及含泥量等），选择比较合理的选矿方法和选别流程，确定矿石的工艺类型及处理不同类型矿石的可能性，提出对原矿的最低可采品位要求、供工业利用参考的选矿指标以及伴生组分综合利用的评价资料等。对于简单的矿石，其试验结果一般可作为建厂设计的依据。

【扩大试验】 pilot - scale test，scaleup test 扩大选矿试验的简称，是对物质成分比较复杂，缺乏选矿先例的新类型矿石，为确定较合理的技术经济指标和选矿工艺流程提供基本依据，而进行模拟生产的实验室连续性稳定试验。有时，为了校核和验证详细可选性试验时单机试验所确定的工艺流程和选矿指标是否可靠，也需要进行扩大试验。

【半工业性试验】 pilot test，testplant work，pilot plant test 半工业性选矿试验的简称，是在实验室试验的基础上，利用模拟工业生产的工艺设备（一般在半工业试验厂中）进行一定时间的连续性选矿试验。半工业性选矿试验的对象是那些在生产上没有先例而又要进行工业设计或工业评价的新矿种、新方法、新流程、新设备和大型的矿床。这种规模的试验可以取得较完全的各项技术经济指标。

【工业性试验】 commercial test，industrial test 工业性选矿试验的简称，指在工业性试验厂中或已投产工厂的某个系列中所进行的选矿试验。除了设计大型的选矿厂或处理极为复杂的矿石外，一般较少采用这种试验。有时，为了验证某些选矿的新方法、新流程，新设备，也需要进行工业性的选矿试验。

【选矿流程】 flow—sheetofmineral dressing 又称选别流程。矿石的选矿工艺是一个连续过程，一般由破碎、磨矿、分选、产品脱水等技术作业所组成。各选矿技术作业的组合顺序及其相互关系，叫选矿流程。中矿不返回处理的选矿流程，称选矿开路流程，其最终产品除精矿和尾矿外，还有中矿。中矿不断地返回流程中的某一适当作业，使其合理地分配到精矿和尾矿中去，产品只有合格的精矿和尾矿，这样的选矿流程称闭路流程。一般选矿厂都采用连续闭路流程。

【数质量流程图】 quantitative and qualitative flowsheet 在选矿中，用以反映矿石处理的数量和质量变化的线示流程图。在流程图上，注明各作业中所有产品的产率、品位、回收率。

【选冶联合流程】 combined flow – sheet of mineral dressing and me tallurgy 是一种以选矿和冶金的方法交替使用来处理矿石的工艺流程。对于某些难选的矿石，有时单用选矿的方法往往得不到满意的效果，甚至不能分选，因而需要采用选冶联合流程进行处理。例如，氧化铜矿的浸出——置换——浮选过程，铜镍精矿经熔炼为镍冰铜后的冰铜与镍高锍的优先浮选分离过程，都属于这类流程。

冶　金

【冶金】 metallurgy 指从矿石。精矿或其他原料中提取金属及炼制合金的工艺过程。按冶金方法可分为火法冶金和湿法冶金；按所提取的主要金属或合金，分为黑色金属冶金、有色重金属冶金、有色轻金属冶金、稀有金属冶金和贵金属冶金。我国是世界上冶金技术发展最早的国家之一。早在三千五百多年前，我国奴隶社会的劳动人民已经能够开采铜矿石（如孔雀石）用来炼铜。在殷、周时期能炼制铜、锡、铅、金四种金属。商代已有铁器。早在西汉时，我国就用“胆水浸铜法”炼钢，宋代锡矿工人又用此法从工业废水中回收铜，开始了综合利用，是世界湿法冶金的起源。

【火法冶金】 pyrometallurgy 又称高温冶金，是在高温条件下冶金作业的总称。即利用燃料、电能或化学反应所产生的热量，使矿石、精矿或其他原料经受一系列的物理化学变化，将其中的金属与脉石或其他组分分离而得到金属或合金的冶金方法。它包括焙烧（或烧结焙烧）、预还原、熔炼、吹炼、火法精炼、金属热还原等过程。火法冶金广泛用于冶炼钢铁、铜、铅、锌、锡等。火法冶金具有处理量大、工艺简单、成本较低等优点、在目前仍然是生产钢铁和有色重金属的主要冶金方法。

【湿法冶金】 hydrometallurgy 又称水法冶金，是在溶液，特别是在水溶液中进行冶金作业的总称。即在较低温度（一般低于溶剂的沸点）条件下，用适当的溶剂来处理矿石、精矿或其他原料，使要提取的金属或化合物溶解而与脉石或其他杂质分离，或者使脉石或其他杂质溶解而欲提取的金属或化合物则不溶解，然后从溶液或渣中提取金属或化合物。湿法冶金一般包括浸出、过滤、净化（包括固液分离）及提取等四个过程。在后两个过程中，又常采用沉淀、结晶、萃取、离子交换、水溶液电解等方法。湿法冶金对原料综合利用的可能性大，可直接处理难选和难熔贫矿，燃料消耗少，作业易控制，劳动条件较好，金属回收率高，多用于处理稀有金属或含量较低、成分较复杂的原料。

【电冶金】 electrometallurgy 以电作能源，从矿石、精矿或其他原料中提取金属和炼制合金的方法。电冶金可分为电热法和电解法。电热法是利用电的热能作用，可获得比用一般燃料供热更高的温度，用于冶炼优质钢、铁合金和某些有色金属。电解法又分为熔盐电解和水溶液电解，前者利用电的热能，后者利用电解化学能，多用于某些有色金属和稀有金属的提炼和精炼。

【真空冶金】 vacuum metallurgy 是在真空或惰性气体保护下进行的冶金作业。它可以实现大气中无法进行的冶金过程，从而能防止金属氧化，分离沸点不同的物质，除去金属中的气体或杂质，增强金属中碳的脱氧能力，提高金属和合金的质量。真空冶金一般用于金属的熔炼、精炼、浇铸和热处理等，在稀有金属、钢和特种合金的冶炼方面日益广泛地得到应用。

【粉末冶金】 powder metallurgy 用金属粉末或金属粉末与非金属粉末的混合物作原料，经成型和烧结，制成各种类型的金属制品和金属材料的冶金方法。因它与陶瓷生产有相似之处，故又称金属陶瓷法或陶瓷冶金法，粉末冶金可以避免熔炼过程中的杂质污染及铸造缺陷，大量减少机械加工量，节约金属材料，是制造稀有高熔点材料及特殊制品的重要方法。例如，地质勘探和采矿工业中应用的硬质合金，就是常用粉末冶金的方法制造的。由于粉末冶金的原料和压模成本较高，对于尺寸过大或造型复杂的制品都有一定困难，因此在应用时还受到一定限制。

【细菌冶金】 bacterial metallurgy 湿法冶金的一种。利用某些微生物（细菌）的生物催化作用（有人认为是生物氧化作用），使矿石中的金属在水溶液中溶解出来，随后从溶液中提取金属的过程。细菌冶金具有设备简单、操作方便、可以综合回收多种金属、少用或不用其他溶剂等特点，特别适宜处理贫矿、尾矿、废砂和炉渣等。我国是世界上最早采用细菌冶金的国家，早在北宋时期，就有多处矿场使用细菌冶金技术炼铜，当时称胆水浸铜。

【黑色金属】 ferrous metal 通常指铁和铁基合金，有时也包括铬和锰。与其他金属相比，铁在地壳中的分布较集中，储量较大，开采和冶炼技术较成熟。黑色金属是工业上应用最广泛的主要金属材料，在国民经济中占有极其重要的地位。

【有色金属】 non ferrous metal 除铁（有时也除铬和锰）和铁基合金以外的金属，通常统称为有色金属。有色金属的分类不完全一致，一般按比重、价格、在地壳中的储量和分布情况，被人类发现和使用的早晚等分为五类，即有色重金属、有色轻金属、贵金属、稀有金属和半金属。由于稀有金属在现代工业中具有重要意义，因而常将其从有色金属中划出另成一类，与黑色金属、有色金属并列。

【有色重金属】 non－ferrous heavy metal 一般指比重大于4．5的有色金属，包括铜、铅、锌、镍、钴、锡、锑、汞、镉、铋等。根据其特性，每种有色重金属在国民经济各部门中都具有特殊的用途。例如，铜是军工和电气工业的基本材料，铅在化工中用以制造耐酸管道；蓄电池等；镀锌的钢材广泛用于工业和日常生活；镍；钴则是制造高温合金与不锈钢的重要原料。有色重金属还可以广泛地制成具有特殊用途的各种合金。

【有色轻金属】 non ferrous light metal 一般指比重小于4．5的有色金属，包括铝、镁、钠、钾、钙、锶、钡等。这些金属的特点是比重小，化学活性强，与氧、硫、碳和卤族元素的化合物都相当稳定，可用作特殊的还原剂。铝镁合金的比重小，单位重量的强度高，在空气中的抗蚀性较强，广泛用于航空工业和其他运输业。随着近代炼铝技术的发展及铝在国民经济各部门的广泛应用，目前铝已成为有色金属中产量最大的金属。

【稀有金属】 rare metab 一般是指那些应用较晚，在地壳中含量较少，分布比较分散或提取方法复杂而又困难的金属。根据其物理、化学性质和提取方法的近似，通常把稀有金属分为五类：①稀有高熔点金属，如钛、锆、钒、铌、钽、钼、钨等。其特性是熔点高，硬度大，并能与碳、氮、硼等合成坚硬难熔的化合物；②稀有轻金属，如锂、铷、铯、铍等。其特点是比重很小，化学活性强，易生成化学性稳定的氧化物与氯化物；③稀有分散金属，如镓、铟、铊、锗、铪、铼等。它们在自然界不形成独立的矿床，而以杂质状态分散于其他矿物中，多半从冶金或化学工业的废料或中间产品中提取；④稀土金属如钪、钇、镧及镧系元素。这一类金属的化学性质非常相近，多数共生于同一矿物体中，制取单一的纯金属比较困难；⑤放射性金属，指锕系元素，其中包括钍、钋、铀等天然放射性元素及人造超铀元素。稀有金属及其合金广泛用于原子能；航空技术、化工、电子工业等部门，是半导体、电子管、特殊钢、耐热合金及其他特种合金等所必需的原材料。

【贵金属】 noble metal，precious metal 在地壳中含量少，开采和冶炼比较困难，价格比一般金属贵的有色金属统称为贵金属。其中包括金、银和铂族元素（铂、铱、锇、钌、铑、钯）。除金、银、铂有单矿物可以从矿石中直接提取一部分外，大部分需从铜、铅、锌、镍等冶炼过程的副产品中回收。贵金属的特点是比重大（10．4— 22．4），熔点高，多数化学性质稳定，能耐酸、碱，耐腐蚀（除银和钯外）。另外，金和银

具有较好的延展性和优良的导电性及导热性；钯、铂也有良好的可塑性；其他均为脆性金属。贵金属广泛应用于空间技术，电子工业以及高温仪表和催化剂等。

【半金属】 semimeta 指物理、化学性质介于金属和非金属之间的元素，一般包括硅、硒、碲、硼等。此类金属根据各自特性，具有不同的用途。半金属及其合金多用于电子工业和现代工业中，其中硅是半导体主要材料之一；高纯硒、碲是制造化合物半导体的原料；硼是合金的添加元素。

【焙烧】 roasting 在物料熔点以下的一种加热过程。即在适当的气氛中，将矿石、精矿或其他物料加热而不熔融并使其发生物理化学变化，以利于下步进行火法或湿法冶金的加工过程。根据其工艺不同分为沸腾焙烧（即流态化焙烧）、固定床焙烧的旋风焙烧。按焙烧过程的作用，可分为：①氧化焙烧，在加热时通以空气，使物料中有关组分变为氧化物；②还原焙烧，混入炭后加热，或者在加热时通氢气或其他还原性气体，使物料中有关组分还原成低价氧化物或游离元素；③磁化焙烧，也属于还原焙烧，但还原不完全，从而使有关组分变成带磁性的物质，以便磁选分离；④钠化焙烧，物料与钠盐混合后加热，使其中有关组分变成另一种钠盐，以便下步浸出分离；⑤氯化焙烧，物料与氯化物混合后加热，或在加热时通氯气，匣其中有关组分变成氯化物，以便挥发分离或浸出；⑥分解焙烧，使物料中有关组分（如结晶水、二氧化碳），在加热时分解出来；⑦硫酸化焙烧，在硫化矿焙烧时通以部分空气，使矿石中有关组分生成硫酸盐，以便下步浸出分离。

【烧结】 sintering 粉状或粒状物料经加热至一定温度范围而固结的过程。物料经烧结，发生物理化学变化（如部分熔融）而改变其物理性质（如强度、密度等）。例如，将粉矿（或精矿）、燃料（有时需添加熔剂）均匀混合并加适当的水分，利用其中的燃料燃烧加热至适当温度，使其局部熔融而粘结成块状烧结矿。烧结矿具有一定的块度、高气孔率和足够的强度，可以改善熔炼时的炉料透气性，减少吹损，能够充分利用粉状物料，提高生产能力等。有时，烧结也起一定的焙烧作用，此时可称烧结焙烧。大部分陶瓷和耐火材料的制造要进行烧结；进入高炉或电炉之前的粉状及粒状物料，也都需经烧结造块（或造球）。世界上 90% 的烧结矿都是采用向下抽风烧结法进行烧结造块的。

【球团】 pellet 将细粒精矿或粉矿与粘结剂（有时还加熔剂，炭粉等）混合，加入适量的水，滚成或压制成一定直径的生球，经干燥和焙烧，使其固结、硬化的工艺。用球团法生产出来的球状块料，叫球团矿。球团矿和烧结矿相比较，其特点是粒度均匀，透气性和还原性能良好，主要适用于经细磨、分选而不宜于烧结的细粒精矿（其中粒度—200 目的占 60—70% 以上）的造块。对于含有色及稀有金属的矿石精矿，可在造球时加入特殊的物质而使其中的有色及稀有金属变成挥发物或易溶物从球团矿中

排出，这对矿产的综合利用更有特殊的意义。

【预还原】 pre – reduction 还原熔炼前，在一定的温度下，用煤或还原性气体，使矿石、精矿或球团矿中的有关组分部分或大部分还原成金属的冶金过程，称预还原。其目的在于改善还原熔炼的技术经济指标，有效地综合回收伴生有益组分。由于在还原熔炼时可用无烟煤，不用或少用焦炭，因而特别适用于一些缺乏炼焦煤而电力资源丰富的地区。

【熔炼】 smelting 火法冶金的一个重要过程。将矿石（或精矿、焙砂、烧结矿、球团矿等）与熔剂一起在熔炼炉中高温熔融，使之发生一系列物理化学变化而形成粗金属或锍，脉石则与熔剂生成炉渣；与此同时逸出炉气和烟尘。粗金属（或锍）与炉渣呈液相按比重在炉内分层，分别放出，即可使金属或金属化合物与脉石分开，从而达到提炼金属的目的。按熔炼时化学反应的特点，可分为还原熔炼、造锍熔炼、氧化熔炼、氯化熔炼等。根据熔炼的设备，又分为鼓风炉熔炼、反射炉熔炼和电炉熔炼。此外，为了强化冶金过程，还有旋涡熔炼、闪速熔炼，真空电弧熔炼，以及为了除去金属中的杂质而采用的区域熔炼等新的熔炼方法。

【吹炼】 conversion 火法冶金的一个重要过程，通常是指在转炉中所进行的氧化熔炼。吹炼时，向熔融的锍或粗金属鼓入空气、工业纯氧或其他氧化性气体，使杂质氧化成气体（如二氧化硫、一氧化碳）逸出，或成为氧化物（如氧化铁、二氧化硅）造渣，以获得较纯的金属或高锍（如冰铜）。吹炼广泛用于钢和铜，镍的冶炼。

【精炼】 refining 从粗金属或合金中进一步除去杂质的提纯过程。通过精炼，不仅可以获得纯金属，而且还能综合回收粗金属中的贵金属和稀有元素。按精炼的方法可分为火法精炼，湿法精炼和电解精炼三类，按金属种类、杂质情况及对金属纯度的要求，可以单独或结合使用。根据金属和杂质的不同特性，火法精炼又有加剂、熔析、精馏等方法，主要用于有色重金属和某些有色轻金属的提纯。湿法精炼是基于金属及杂质在溶液中的不同溶解度，以水解作用或置换沉淀从溶液中析出金属的精炼方法，一般用于有色金属的精炼。电解精炼，即可溶性阳极电解，主要用于有色重金属的提纯。

【收尘】 dust – collecting， 在选矿、冶金和化工作业中，收集悬浮于空气或炉气中的尘粒，称收尘。例如，收集某些冶金过程（烧结、熔炼、吹炼、蒸馏等）产出的大量烟尘，既可以改善劳动条件，防止污染，又能综合回收其中的各种有用组分，使原料得到充分合理的利用。根据工作原理，收尘的方法可分为重力收尘、旋风收尘（离心收尘）、湿法收尘、电气收尘（静电收尘）、超声波收尘和布袋收尘等。为提高收尘效果，常常是几种方法联合使用。

【锍】 matte 有色金属冶炼过程中产出的各种金属硫化物的互熔体称为锍。例如，熔炼硫化铜矿石所得到的中间产品，其主要成分为硫化铜和硫化铁，这种硫化铜和硫化铁的互熔体叫做铜锍，习惯上又称冰铜；熔炼硫化镍矿石时，其中间产品是镍锍（如果含有铜时则称为铜镍锍），再经过吹炼得到镍高锍。其他如铅锍、铜铅锍等，也都是有色金属冶炼过程的中间产品。

【碱度】 alkalinity，basicity 冶金工业中，矿石或炉渣的碱度是指其中碱性氧化物与酸性氧化物含量之比值，一般常用$\frac{CaO}{SiO_2}$之比值表示；当 $A1_2O_3$（>7%）及 MgO（>5%）含量较高时，就用$\frac{CaO+MgO}{SiO_2+A1_2O_3}$之比值表示。矿石的碱度小于 0．5 的，称酸性矿石；碱度在 0．5—0．8 之间的，称偏酸性矿石，又称为半自熔性矿石；碱度在 0．8—1．2 之间的，称中性矿石。称自熔性矿石；碱度大于 1．2 的，称碱性矿石。炉渣碱度的划分也是如此，但没有半自熔性渣或自熔性渣之称。炉渣的成分，特别是炉渣碱度的调整控制，直接关系到炉渣的熔、粘度及金属中的有害杂质含量和金属的冶炼回收率。所以，必须结合原料的条件和经济效果，对酸性矿石加入一定数量的碱性熔剂，对碱性矿石加入一定量的酸性熔剂，以调整控制炉渣的碱度在一定范围之内。

【自熔性矿石】 self－fluxing ore，selffusible ore 原指碱度在 0．8—1．2 之间的铁矿石。现有关部门主张将碱度提高到 0．9— 1．2。详见“固体矿产工业要求”。

【酸性矿石】 acid ore 原指碱度小于 0．5 的铁矿石。现主张将碱度在 0．9 以下的铁矿石统称为酸性矿石。参见碱度，详见“固体矿产工业要求”。

【半自熔性矿石】 semi－selffusible（fluxing） ore 原指矿石碱度在 0．5—0．8 之间的铁矿石。现多主张划归酸性矿石之中。详见“固体矿产工业要求”。

【碱性矿石】 basic ore 指碱度大于 1．2 的铁矿石。详见“固体矿产工业要求”。

【熔剂】 flux 在火法冶金过程中，通常需要在炉料中添加适当的造渣原料。使其与炉料中的杂质（如矿石中的脉石成分和燃料中的灰分等）结合成具有一定物理化学性质（如碱度、粘度，熔点、比重等）的炉渣而与金属分离，以达到熔炼或精炼的目的。这种造渣原料，称为熔剂。按其化学性质，可分为三类：①碱性熔剂，在含酸性脉石的矿石冶炼时使用。常用的碱性熔剂为石灰石和白云石；②酸性熔剂，在含碱性脉石的矿石冶炼时，个别情况下使用。作为酸性熔剂的有石英石、均热炉渣以及含酸性脉石的矿石等；③中性熔剂，当矿石脉石与焦炭灰分含 $A1_2O_3$，很少，炉渣中 $A1_2O_3$ 低，流动性很不好时使用。含 $A1_2O_3$ 高的中性熔剂有铁矾土、粘土页岩等，但前者是宝贵的炼铝原料，而后者含 SiO_2 很高，故只有在矿石品位很富、渣中 AL_2O_3 含量很低的情况下才使用。

【还原剂】　reductant，reducing　在化学反应中，凡是能使其他物质获取电子，由高价变低价，而其本身则失去电子，由低价变高价的物质，称还原剂。在火法冶金中，还原剂一般是指能夺取矿石中的氧，而使所提炼的金属被还原出来的物质。例如在熔炼时，焦炭中的碳能夺取铁矿石中的氧而还原出金属铁，碳便是还原剂。冶金过程中常用的还原剂有焦炭、无烟煤、碳粉。一氧化碳、氢气、天然气、金属铝、硅等。

【耐火材料】　refractory　凡是熔点高于或等于1580℃的材料，称耐火材料，用于各种炉子的砌筑。按耐火度，耐火材料成品分为普通耐火材料（耐火度为1580—1770℃）、高级耐火材料（耐火度为1700—2000℃）、特级耐火材料（耐火度为2000℃以上）；按外形尺寸，分为标准型砖、普型砖、异型砖、特型砖和超特型砖；按用途（仅就钢铁系统而言），分为高炉砖、热风炉砖、平炉顶砖和电炉顶砖、浇钢砖或铸锭用砖、焦炉砖。在钢铁工业的炉子设备中常用的是粘土砖、高铝砖、硅砖、镁砖、白云石砖和碳砖等。此外，还有耐火混凝土、高温陶瓷材料、金属陶瓷材料等多种新型或特种耐火材料。衡量耐火材料的主要工作性质指标有耐火度，高温荷重软化点、热稳定性、高温体积稳定性和抗渣性等。

【矿比】　ratio of ore　在冶炼过程中，每生产一吨金属所消耗的矿石数量（吨），称矿比$\left(\text{矿比}=\dfrac{\text{矿石总消耗量（吨）}}{\text{实际金属总产量（吨）}}\right)$。矿比愈低，冶炼单位金属消耗的矿石量愈少。同一矿石在冶炼过程中，矿比愈低，则金属回收率越高。

【冶炼回收率】　smeltitmg recovery，fusible recovery　在整个冶炼过程中，最后所得产品中的金属重量占原料中此种金属重量的百分比，称为此种金属的冶炼回收率。它反映生产技术水平和对资源的利用情况，是冶炼过程的一项重要技术经济指标。

【炼焦】　coking　主要是利用烟煤，并适当地配以其他的煤，在炼焦炉的炭化室中隔绝空气，由燃烧室加热，排出并回收其中的挥发物，以制造冶金焦炭的高温干馏过程。焦炭供给冶炼过程绝大部份热能，同时也是主要的还原剂。共质量决定于化学性质（挥发份、水份、灰分及硫的含量）及机械强度。

【焦比】　coke（expense）patio　反映高炉炼铁时的原料和燃料条件及技术设备和操作水平的重要技术经济指标。焦比$=\dfrac{\text{每昼夜的焦炭消耗量（吨）}}{\text{每昼夜的生铁产量（吨）}}$；或平均每炼一吨生铁所消耗的焦炭量，用公斤表示。一般大中型高炉的焦比为0．6—0．8之间（或600—800公斤之间）。世界先进水平焦比已接近400公斤，个别的为350公斤。降低焦比，就可以使每批炉料中的矿石相对增多，焦炭相对减少，也就能多出铁，降低炼铁的成本。降低焦比所采取的主要措施有吃精料、提高风温（世界先进水平风温达1370℃）、采用综合鼓风（喷吹煤粉、重油或天然气加富氧）、改进高炉大小和内型以及注意操作等。

【高炉利用系数】 blast furnace coefficient of utilization，useful coefficient of blast furnace 又称高炉有效容积利用系数。指高炉在一昼夜内生产出的炼钢生铁量（吨）与高炉有效容积（立方米）之比值$\left(\text{高炉利用系数}=\dfrac{\text{一昼夜产炼钢生铁量（吨）}}{\text{高炉有效容积（米}^3\text{）}}\right)$。炼其它的生铁时，由于焦炭消耗多而引起产量降低，故在计算高炉利用系数时，应按一定的换算系数（即实际产量乘以此系数）换算成炼钢生铁的条件。一般铸造生铁的换算系数为1．15，镜铁为1．50，硅铁为2．00，锰铁根据锰矿品位不同而为2．5—3．5。高炉利用系数是衡量高炉生产效率的一项重要技术经济指标，它反映高炉的原料和燃料质量的好坏，设备、技术操作和管理工作水平的高低等条件情况。世界先进水平的高炉利用系数为3．0，个别的达3．0 以上。

【海绵铁】 sponge iron 在回转窑、竖炉或其他反应器内，用煤、焦炭、天然气或氢气，使铁矿石或铁精矿球团在低于物料熔化温度的条件下进行低温还原，变成多孔状的、产物。其中被还原出来的铁呈细小铁核，在块状或球状产物中分散地分布着，形如海绵，故称海绵铁。海绵铁经冷却、破碎、磁选，可除去脉石或其他杂质（但还原温度过低时所生成的海绵铁，因其铁核过于细小而不能分选）。金属铁占全铁90% 以上的海绵铁，可直接用于炼钢；90% 以下的，用于高炉或电炉炼铁。

【粒铁】 granular iron，shot iron 将碎铁矿石加熔剂，在迴转窑或其他反应器内，用无烟煤粉、焦屑、天然气或氢气在较高温度下进行还原，使之成为半熔融状的产物。其中被还原出来的铁呈珠状，故称粒铁。粒铁经冷却、破碎、磁选，可除去脉石或其他杂质。含硫量较低的粒铁，可直接用于炼钢；含硫量较高的，一般作为高炉炉料。

【生铁】 pig iron 指含碳量不少于1．7% （一般含碳量为3．0— 4．0%）的铁碳合金；另外还含有少量的硅、锰、硫、磷等其它元素。生铁硬而脆，不能锻压。高炉生铁分炼钢生铁 C 占总产量的 80 — 90%）、铸造生铁（占总产量的 10% 左右）、特种生铁等三大类；而特种生铁又分为合金生铁和高炉铁合金等两类。炼钢生铁又称白口铁，一般含硅量在0．6—1．75% 之间，是平炉、转炉炼钢的主要原料。铸造生铁又称灰口铁，含硅量一般大于1．75% ，用来铸造各种生铁铸件。合金生铁是利用铁矿中共生的有益元素炼成含有少量铬、镍、钒、铜等成分的生铁，这种生铁可用来炼钢，也可用于铸造。在炼铁的同时，加入其它成分（如锰等），炼成含大量合金元素的铁，叫高炉铁合金，主要供炼钢时作合金元素加入剂、或钢的脱氧剂用。

【合金】 alloy 采用熔化及其他方法，以一种金属作基体，将两种以上金属或非金属熔合成既具有基体金属通性，又具有某些特殊性能的物质，称合金。由于合金具有优于单一金属的特殊性能，所以在工业利用上甚为重要。按基体金属，合金分为铁合金、铝合金、镍合金等；按生产方法，分为铸造合金与变形合金；按组成合金元素的数目，又分为二元合金、三元合金和多元合金。一般说，合金组分的总含量小于2．5%者为低合金；含量在3．5—10%者为中合金；含量大于10%者为高合金。

【合金钢】 steel alloy 以铁为基体，含有一种或多种适量的合金元素，使之具有较好的或特殊性能的钢，称为合金钢。其中合金元素的总含量小于5%者为低合金钢；含量在5—10%者为中合金钢；含量大于10%者为高合金钢；按主要合金元素的种类，分二元合金钢、三元合金钢及多元合金铜。按合金成分，又分锰钢、硼钢、铬钢、硅锰钢、铬镍锅、铬钼钢、铬锰钼钢、铬钼钨钒钢，等等。按硫、磷含量，分为质量锅（硫、磷各不超过0．040%）、高级质量钢（硫不超过o．030%，磷不超过0．035%）、特级质量钢（硫、磷各不超过0．025%）。

【碳素锅】 carbon steel 含碳量小于2%的铁碳合金，总称为碳素钢。除铁、碳外，其他成分有硅、锰、硫、磷等四个元素。其中含碳量小于0．25%的为低碳钢；含碳量在0．26—0．60%之间的为中碳钢；含碳量大于o．60%而小于2%的为高碳钢。含碳量小于0．04%的钢称工业纯铁，是电器、电讯和电工仪表用的磁性材料。按硫、磷含量，碳素钢又分为普通碳素钢和优质碳素结构钢。普通碳素钢主要作一般的建筑材料，如工槽钢、角钢和钢筋等。优质碳素结构钢主要用作机械零件和工具、弹簧等。它的产量较大，价格便宜，用途广泛，凡机械产品的各种大小结构部件都普遍应用。

【普通低合金钢】 common low－ aloy steel 是在普通低碳素钢的基础上，加入少量（一般总量不超过3%）合金元素（如硅、钒、钛、铌、硼、稀土等）炼制的合金钢。它的强度和综合性能获得明显改善，有时还可以使钢具有某些特殊性能。用它代替普通碳素钢，可大大节约钢材。按特点和用途，大致分为结构钢、耐腐蚀钢、低温用钢、耐磨钢、钢筋、钢轧和其他专用钢等七类。按钢中的主要合金元素，可分为锰系，锰—钒系、锰—铌系、锰—钛系、硅—钛系、硅—钒系、钒系、含铝钢系、含磷钢系、多元钢系等。

【炉渣】 slag 又称熔渣。指火法冶金过程中浮在金属液相上面的熔融物，由矿石或精矿中的脉石成分，锍或粗金属中的杂质，燃料中的灰分以及熔剂等组成。通过控制炉渣的组成，可以保证炼制的金属、粗金属能达到预期的质量和较高的回收率及产量。按生产方式，炉渣有熔炼渣、精炼渣等。按炉渣的性质（碱度），可分为碱性渣、酸性渣和中性渣。炉渣有许多重要的用途。例如，高炉炉渣可做水泥原料；转炉或平炉高磷渣可作磷肥；有的炉渣中含有许多有用组分，是提取某些有色金属和稀有金属的重

要原料。

【钢渣磷肥】 PhosPbatic fertilizer 又称矿渣磷肥或托马斯磷肥，是用含磷生铁作原料，在碱性转炉炼钢时产出的碱性瘩渣，经轧碎、细磨而获得的灰黑色粉末状磷肥。其主要成分是磷酸四钙（$Ca_4P_2O_5$ 和硅酸钙，并含有镁、锰。铁及其他多种微量元素。其中五氧化二磷（P30s）含量约 12—18%，是一种枸溶性磷肥（指其中的磷酸盐难溶于水，但能溶于酸度相当 2% 的柠檬酸，或者溶于中性或微碱性柠檬铵溶液中的磷肥。因柠檬酸又名构橼酸，故将在这种酸或其盐中的溶解性质称枸溶性），具有不吸湿、不结块等特点，适用于酸性土壤中做基肥。

【浸出】 leaching，lixiviatiug 湿法冶金的一个重要过程，是将矿石、精矿、焙砂或其他物料浸入选定的溶剂中，利用各种组分在溶剂中的不同溶解度，使之在一定的条件下，将所要提取的易溶金属或杂质溶解为溶液。例如，湿法炼锌的浸出过程，就是采用稀硫酸溶液或锌电解废液做溶剂，对锌焙砂进行溶解，使焙砂中的锌熔于硫酸溶液中。浸出一般在常压、常温或沸点下进行，但为了强化浸出过程，也常常使用高温高压浸出。浸出在化学工业中也广泛应用。

【净化】 purification 湿法冶金中的净化，是指从溶有所要提取的金属或化台物的浸出溶液里除去杂质的过程。在浸出过程中，除了所要提取的金属进入溶液外，还有一些杂质也跟着进入溶液，因此在提取金属或其他化合物之前，必须通过净化将溶液中的杂质先行除去。参见“ 浸出 ”。

【沉积】 sediment，deposition 湿法冶金的一个重要过程，指从溶有所要提取的金属，并已除去杂质的溶液中析出金属及其化合物的过程。应用最广泛的是置换法和电积法。置换法是将一种选定的金属加入到溶液中，使被提取的金属从溶液中置换出来，加入的金属则进入溶液。例如，在硫酸铜溶液中加入铁屑（粉），铜便以团体状态析出，而铁则溶解于溶液中。电积法即电解沉积。是用不溶性阳极使电解质中欲提取的金属在阴极上集聚。

【电解】 electrolysis 直流电通过电解质溶液或熔融电解质时所发生的化学分解过程，称电解。通电时，电解质或熔体中的阳离子移向阴极起还原作用，阴离子移向阳极起氧化作用，同时在两电极及其旁边产生新的物质，并以中性原子或化合物的形式析出。冶金工业中，电解广泛被用于提取或精炼金属。根据电解质的不同，分水溶液电解、熔盐电解和汞齐电解三种。水溶液电解又称电解精炼，多用于铜、铅、金、银等有色重金属的精炼，熔盐电解多用于提取铝、镁、铍等轻金属；汞齐电解多用于提取稀有金属。

【阳极泥】 anode mud，anode slime 粗金属在溶液中电解精炼时，落于电解槽底的由阳极粗金属中不溶于电解液的金属和杂质所组成的泥状细粒物质，叫阳极泥。其中

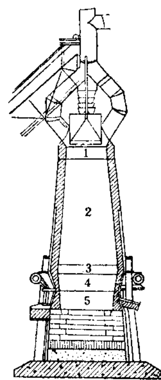
往往含有许多有价值的金属可以综合回收。例如，从电解精炼铜的阳极泥中可以回收金、银、硒、碲等。

【萃取】　extraction　利用不同物质在选定溶剂中的溶解度差异来分离混合物中各组分的方法。利用溶剂分离液体混合物的，称液—液萃取或溶剂萃取；用溶剂分离固体混合物的，称浸取或固—液萃取。习惯上萃取仅指液—液萃取，它在湿法冶金中作为提纯或分离性质相近的元素而得到广泛应用。

【离子交换】　ion exchange　是一种特殊的吸附过程，即溶液和离子交换剂间交换离子的过程。离子交换剂是具有离子交换能力的高分子聚合物，称离子交换树脂，可分为阳离子交换树脂和阴离子交换树脂两种。当一种混合物溶液通过交换柱中的交换剂时，不同离子按其交换能力的大小次序，被吸附而从溶液中分出，并形成吸附层，与之交换的离子则进入溶液。然后用一种适当的试剂淋洗树脂，解吸所吸附的离子，以达到分离不同离子的目的。离子交换技术广泛应用于纯水制备、海水淡化、铀和稀有金属的分离、抗菌素的提取、有机化合物和无机化合物的精制等。

【回转窑】　rotary kitn　一种连续生产的卧式旋转窑炉，是对物料进行烘干、焙烧或烧结用的设备。窑身是内衬耐火材料的圆筒，以2—6%的倾斜度支持于数对托轮上，由马达经齿轮减速系统传动，使之以一定速度缓慢旋转。粉煤、气体或液体燃料由低的一端与空气一道喷入燃烧，炉料由另一端循相反方向连续而缓慢移动，逐步烧成排出。回转窑生产能力可大可小，温度可高可低，适应范围广，机械化程度较高，可以实现自动控制，广泛用于冶金。化工，建筑材料和耐火材料等部门。

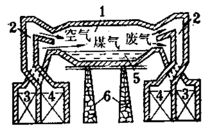
【高炉】　blast furnace　指从铁矿石炼制生铁所用的竖炉，由炉喉、炉身、炉腰、炉腹、炉缸五部分组成（见图）。炉壳用钢板制成，里面用耐火砖砌筑内衬。现代高炉还有一些不可缺少的辅助设备，如上料、送风、除尘、出渣和铁的处理系统等。高炉的大小一般以有效容积表示。小型高炉从几立方米到几十立方米，大型高炉可达数千立方米。世界先进水平高炉有效容积现已超过五千立方米。目前，生铁大部分由高炉生产，但要用优质块状原料。此外，高炉还用于锰铁、硅铁以及有色金属和钙镁磷肥的生产。



高炉
1．炉喉；2．炉身；3．炉腰；4．炉腹；　5．炉缸

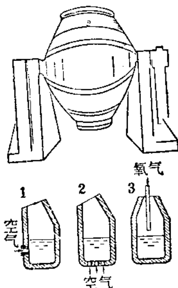
【平炉】　open－hearth furnace，martin furnace　一种主要的炼钢设备，由耐火材料砌成。主要部分有炉头、炉膛、空气蓄热室、煤气蓄热室等（见图）。炉膛的前墙有三到五个加料的炉门，后墙在炉底处有出钢口。平炉炼钢的金属原料由生铁块、铁液和废钢以不同的比例组成，所用的燃料有发生炉煤气、高炉焦炉混合煤气、天然煤气和重油等。平炉炼钢的优点是原料范围广，能炼的钢种多。冶金过程易控制，机械化程度较高。缺

点是炉体笨重，设备复杂，基建投资大，热效率低，熔炼时间长。按所用的耐火材料，平炉分碱性平炉和酸性平炉；按炉膛能否前后倾动，分固定式和可倾式两种。近年来，平炉向大容量发展，并采用氧气炼钢等新技术。但平炉与转炉和电炉相比，已显得落后，现在已有些国家逐渐地以转炉取代平炉。



平炉示意图
1. 炉膛；2. 炉头；3. 煤气蓄热室，4. 空气蓄热室；5. 钢水；6. 炉墩

【转炉】 converter 一种利用鼓入空气（或氧气），氧化液态金属中的元素达到规定的限度，并产生所需热能的炼钢和熔炼有色金属的冶金炉。其外层是钢壳，炉膛用耐火材料砌成。炉体两旁各有耳轴一个，以便将炉体支架在轴承上可以转动。按鼓入空气或氧气的方式，分为底吹式、侧吹式和顶吹式转炉（见图）；按使用的耐火材料，分为酸性和碱性转炉。一般转炉炼钢的优点是设备简单，成本低，生产率高；缺点是金属吹损较大，钢的质量较差。为此，目前已采用富氧、纯氧加二氧化碳或水蒸气等措施，并发展为纯氧顶吹或旋转式转炉，对转炉吹炼改进很大，炼钢品种多，质量好，平炉所炼的钢种几乎都能炼。与平炉相比，转炉有很大的优越性，是炼钢技术今后发展的主要方向。



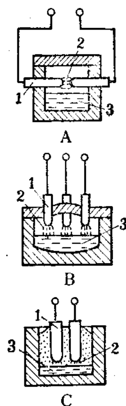
转炉示意图
1. 侧吹转炉；2. 底吹转炉；3. 氧气顶吹转炉

【反射炉】 reverberatory furnace，flame furnace 又称火焰反射炉，是一种通过火焰直接加热物料，以熔炼金属的炉子。它由燃烧室、熔炼室和排气烟道（烟囱）三个主要部分组成。整个炉膛就是一个用耐火材料衬里的长方形熔炼室。反射炉结构简单，投资小，使用的燃料种类比较广（如煤、煤气、重油等），是铜、镍、锡等有色金属的重要熔炼设备，被广泛用来处理矿石和精矿，尤其是处理细粒度的粉料；还可熔炼铁合金及用于金属的火法精炼。但由于火焰直接与金属接触，故金属的氧化损失大。

【电阻炉】 electric resistance furnace，electric furnace of resistance type 利用电流通过发热元件或被加热物料所产生的热量而进行加热和熔炼的炉子。一般由炉衬（包

括耐火材料和保温材料）、炉壳和发热器三部分组成。按其加热方式，可分为直接加热电阻炉和间接加热电阻炉。前者由电流直接通过被加热物料而产生热量、后者由电流通过炉内发热元件所生产的热量来加热物料。比较常用的是间接加热电阻炉。在冶金、化工和其他工业中，电阻炉被广泛用于熔炼、烧结、焙烧、干燥和热处理。冶金工业中，主要用于熔炼稀有金属、有色轻金属及其合金，也用作金属的热处理。

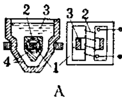
【电弧炉】 （electric）arc furnace 利用电流在电极与电极间或电极与金属间引起电弧所产生的热量来加热或冶炼金属的炉子。按电弧的配置，可分为间接电弧炉、直接电弧炉和封闭电弧炉。间接电弧炉是一种单相电弧炉，电弧产生在距物料一定距离的两根电极之间，热能以辐射方式传给物料，主要用于铜及铜合金和其他有色金属的冶炼。直接电弧炉为垂直悬挂的三相电极，电极与炉料之间起弧，电流通过物料直接加热，主要用于炼钢。封闭电弧炉又称矿热炉或电阻电弧炉，有单相和三相两种，电极埋在炉料中，电弧也在炉料内发生，主要用于熔炼合金。



电弧炉示意图
A．直接电弧炉；B．间接电弧炉；C．封闭电弧炉
1．电极；2．电弧；3．物料（炉料）

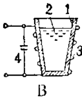
【感应电炉】 induction furnace 利用电磁感应产生的热能来熔炼金属的设备，分有铁蕊感应电炉和无铁蕊感应电炉两类。前者又称低频感应电炉（小于 50 赫芝）、其感应圈中置有铁蕊，圈外环绕装物料的耐火熔沟（见图 A）。当感应圈通以普通频率的交变电流时，圈外物料即感应出很大电流并产生足够热量使物料熔化，常用于熔炼铜合金及其他轻金属。无铁蕊感应炉可分为工频（等于 50 赫芝）、中频（大于 50 赫芝，而小于或等于 10000 赫芝）和高频（大于 10000 赫芝）三种，其炉体部分为坩埚及环绕坩埚外部的铜管螺旋形感应圈（见图 B），另外还有中频发电机或电子管式高频发生器。通过中频发电机或电子管式高频发生器通电时，坩埚内的物料即产生感应电流发出

热能而被熔化。它用于贵金属、稀有金属和有色重金属合金的熔炼。感应电炉的特点是热效率高，无电极存在，可冶炼含碳量和含气量低的钢及其他金属或合金；熔炼中由于电磁搅拌作用，可加速炉内反应，促进非金属杂质上浮，物料组分挥发损失少，回收率高。附有真空抽气泵的，可在真空条件下进行熔炼的感应电炉，称真空感应炉。



A

A．有铁蕊感应电炉结构原理图
1．铁蕊；2．一次线圈；3．金属料（二次短路线圈）；4．耐火材料



B

B．无铁蕊感应电炉结构原理图
1．坩埚；2．金属料；3．感应圈；4．电容器

【高压釜】 autoclave 又称压煮器。是在高压下进行浸出作业的耐热、耐压、耐腐蚀的密闭设备。凡是在常温（溶液沸点以下）、常压（1 大气压）下，难于溶浸的物料组分，则用高压釜进行浸出。高压釜一般分间接加热式和直接加热式两类。后者与前者相比，具有设备构造简单，热效率高，浸出效果好等优点。

【可冶性】 fusibility，metallurgical 是指从矿石、精矿或其他原料中提取金属的可能性、现实性和难易程度。从不同的物料中提取不同的金属需用不同的方法，则物料可冶性好坏的反映方式也就不同。例如，采用火法冶炼时，常用物料还原性和透气性的好坏来反映其可冶性；采用湿法冶炼时，常用物料分解浸出的好坏来反映其可冶性。在当前的科学技术水平和生产条件下，经过测试和实验，凡在技术上可行、经济上合理，能达到国家规定的工业利用指标的物料，则说明其可冶性好或较好；否则，物料的可冶性差，甚至无可冶性。可冶性是相对而言的，并无具体数据的划分标准。

汉语拼音词目索引

说　明

1. **词目索引按汉语拼音排列。**
2. **根据词目首字的拼音可在音序表中查到词目在索引中的页码。**
3. **根据索引中的页码便可查到词目的释文。**

一、词目首字汉语拼音音序表

K

L

M

N

P

Q

R

S

T

W

X

Y

Z

其它

二、词目汉语拼音索引

kuo

L

Y

其它

本分册编写单位

区域地质调查	陕西省地质局区测队
	地质部区域地质调查局
固体矿产普查勘探方法	武汉地质学院
固体矿产工业要求	内蒙古自治区地质局地质研究队
	地质部全国储量委员会
遥感技术与航空地质	武汉地质学院
	地质部航空物探大队
	北京大学地理系
数学地质	中国地质科学院矿床研究所
	地质部水文地质工程地质研究所
	地质部地球物理勘探研究所
	中国科学院地质研究所
	武汉地质学院
	长春地质学院
	地质部计算技术应用研究所
测绘学	陕西省地质局测绘队
	地质部航空物探大队
钻探工程	武汉地质学院
	地质部海洋地质调查局
	地质部水文地质工程地质局
坑探工程	武汉地质学院
矿山地质工作	中南矿冶学院地质系
选矿与冶金	地质部峨嵋矿产综合利用研究所

地 质 大 辞 典

DIZHI DA CIDIAN

（五）

地质普查勘探技术方法分册 下册
(地球物理勘探、地球化学探矿)

地质出版社

《地质大辞典》分册目录

地　质　大　辞　典

（五）

地质普查勘探技术方法分册　下册

（地球物理勘探　地球化学探矿）

*

地质矿产部地质辞典办公室编辑
责任编辑　李鄂荣　张义勋
地质出版社 出版

*

开本：787×1092　16K·印张：17　字数：382千字
2005年6月北京第一版·2005年6月北京第一次印刷
ISBN 7-116-05867-2/H·65
定价：1280.00元（全五册）

出版说明

地质科学是一门基础理论科学，也是一门应用科学。人民要研究地球的形成和发展，探索地壳运动的规律，开发矿产资源，规划工农业建设，都离不开地质科学的理论与方法。我国人民在认识地质现象，开发与利用矿产资源方面，有着悠久的历史和卓越的创造。解放以来，我国的地质工作和地质科学研究都得到了蓬勃的发展，随着我国四个现代化建设事业的发展，广大的地质工作人员，都迫切希望提高科学理论和技术水平，而广大群众也希望对地质科学和有关科学有更多的了解。这样就需要有一部综合性工具书，比较全面地介绍地质科学及有关学科的基本概念和内容。

为此原国家地质总局责成书刊编辑室和中国地质科学研究院组织力量编纂本辞典，成立了由许杰等同志组成的领导小组。几年来，经过三十多个教学、科研和生产单位数以百计的科学技术人员的共同努力，经过全国四百多个单位的认真审查与修改，现已编纂完毕。

这本辞典是我国建国以来的第一部综合性地质辞典，全书共包括四十多个学科的名词、术语一万六千多条，三百余万字，插图一千余幅。为了进一步征求广大读者的意见，按各学科的内部联系，暂分为五个分册出版。俟分册出齐之后，再修订编成总册发行。这五个分册是：

第一分册：关于地球的形成与发展方面的学科，包括宇宙地质学，地球物理学，古地磁学，火山地质学，地震地质学，外动力地质学，地貌学，冰川地质学，地质力学，大地构造学，构造地质学等；

第二分册：关于地球的物质组成方面的学科，包括结晶学，矿物学，玉石和宝石，火成岩岩石学，沉积岩岩石学，变质岩岩石学，地球化学，同位素地质学，岩矿鉴定和岩矿分析等；

第三分册：关于地球的历史方面的学科，包括古生物学，古人类学，地层学，地史学，第四纪地质学和古地理学等；

第四分册：关于地球的矿产资源和某些应用地质方面的学科，包括金属矿床和非金属矿床学，煤田地质学，石油及天然气地质学，海洋地质学，水文地质

学，工程地质学，地热地质学，环境地质学等；

第五分册：关于地质普查勘探技术方法方面的学科，包括测绘，遥感地质，数学地质，区域地质调查，地球物理勘探及地球化学探矿，钻探工程和坑探工程，矿山地质工作，固体矿产工业要求及矿产普查勘探方法，矿产加工利用等等。

本辞典本着密切结合地质工作的实际需要，选择各学科中常用常见的名词术语，解释力求简明扼要，通俗易懂。

对于地质科学中的不同学派和观点，根据党的“百家争鸣”的方针，都作了介绍。例如，在构造地质学方面，介绍了地质力学，多旋回说，块断说，地洼说，镶嵌说，以及板块构造说等等；在矿床成因方面，也尽量收集了不同的学说和观点。

为了便于读者对外来术语的理解，避免因译名不同而引起的歧义，各学科名词一般均附有英文或俄文，或同时附英、俄两种文字；古生物学名词均附了拉丁文学名，以供参考。

参加本辞典编写工作的主要单位为：武汉地质学院，长春地质学院，成都地质学院，河北地质学院，北京大学地质系、地理系、地球物理系，南京大学地质系，西北大学地质系，中南矿冶学院地质系，昆明地质学校，中国科学院地质研究所、贵阳地球化学研究所、北京天文台，地质部海洋地质局、第二海洋地质调查大队、航空物探大队、计算技术应用研究所、江陵石油综合研究队、水文地质工程地质局、水文地质工程地质研究所，中国地质科学研究院地质矿产研究所、地质力学研究所、地球物理和地球化学探矿研究所、峨嵋矿产综合利用研究所、地质博物馆，内蒙古自治区地质局地质研究队、宁夏回族自治区地质局，陕西地质局区测队、测绘队，云南地质局第十地质队等共三十多个单位，最后由地质辞典办公室负责编辑定稿。

本辞典的内容和附图不少来自国内外有关著作和文献，限于体例，未予注明出处；在编写和审查、定稿过程中得到了许多单位和个人的热情协助与大力支持，在此一併表示诚挚的谢意。

由于我们缺乏编纂这样一部综合性的工具书的经验，辞典中难免存在着一些缺点和问题，其中有些是与目前地质工作的研究程度有关的，如地层方面，我国东、西部研究精度差别很大，因此选词也就不可能平衡；某些新兴边缘

学科的名词术语稳定程度较差,所选词目及其解释都可能不够恰当等。我们诚恳地希望广大读者提出批评和建议,以利我们进一步改正和修订。

地质辞典办公室

2005 年 6 月

凡　例

一、本分册为《地质大辞典》第五分册的下册，内容包括地球物理勘探的基本概念、重力勘探、磁法勘探、电法勘探、地震勘探、测井、放射性物探、红外探测以及地球化学探矿的基本概念和技术方法等方面的名词解释，共收录词条1333条，插图170余幅。

二、本分册收录的词目，不包括一般的地球物理和地球化学方面的名词，只包括在地质工作中常见常用的物探、化探名词。地球物理学的词目见第一分册，地球化学的词目见第二分册。普通物理和普通化学的概念，一般不予收录。

三、凡在地质工作中常见常用的名词，列为正条，加以解释；有些名词又有另称、简称或别称者，则将另称，别称和简称列为参见词。参见词只注明参见某词，不另写释文。

四、为了便于读者对外来术语的理解，避免一名多译引起的歧义。本分册的词目一般都附了英文名词或俄文名词，或者同时附两种外文。附两种外文名词的，依汉、英、俄次序排列。汉文用方括号，英、俄文之间用分号，同种文字的同义词用逗号分开。我国自创的名词，一般未附外文。

五、本分册对那些几个学科都需要收录的名词，根据具体情况加以处理：有的在几个学科中同时收录，其释文可以相同，也可以各有侧重；有的则收录于此而不收录于彼，或彼此互相参见，释文注明“参见×××条”。

六、一词多义的词目，其释文根据涵义不同，用阴码、❶、❷、❸……分别叙述。释文中个别的名词术语，在左上角加有米花（*）的，表示此词在本分册另有专条解释，以利读者查阅，更好地理解本条内容。

七、凡大词目中包含的小词目，为了节省篇幅，一般不单独列条，只在本书书末索引中列出词目，以利查阅。

八、为了便于读者按学科内容或按汉语拼音查找名词，本分册前面附有学科分类词目目录，后面附有“汉语拼音词目索引”。

学科分类词目目录

地球物理勘探

总　论

重力勘探

磁法勘探

电法勘探

地震勘探

测井

红外探测

地球化学探矿

地球物理勘探

总　　论

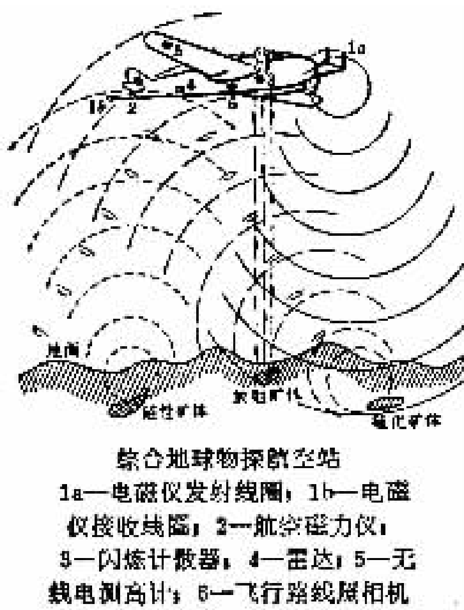
【地球物理勘探】　geophysical pro－specting　简称“物探”，即用物理的原理研究地质构造和解决找矿勘探中问题的方法。它是以各种岩石和矿石的密度、磁性、电性、弹性、放射性等物理性质的差异为研究基础，用不同的物理方法和物探仪器，探测天然的或人工的地球物理场的变化，通过分析、研究所获得的物探资料，推断、解释地质构造和矿产分布情况。目前主要的物探方法有：重力勘探、磁法勘探、电法勘探、地震勘探、放射性物探等。依据工作空间的不同，又可分为：地面物探、航空物探、海洋物探、钻井物探等。在覆盖地区，它可以弥补普查勘探工程手段的不足，利于综合普查找矿和地质填图。遥感遥测技术的发展，为地球物理勘探开辟了新的途径。

【物探】　geopbysical prospecting　即“地球物理勘探”。

【航空地球物理勘探】　aerogeophy－sical prospecting　简称航空物探，是物探方法的一种。它是通过飞机上装备的专用物探仪器在航行过程中探测各种地球物理场的变化，研究和寻找地下地质构造和矿产的一种物探方法。目前已经应用的航空物探方法有：航空磁测、航空放射性测量、航空电磁测量（航空电法）等。航空物探具有速度快，不受地面条件（如海、河、湖、沙漠）的限制，大面积工作精确度比较均一，可在一些地形条件比较困难的地区工作等优点。特别是自动控制和电子计算技术的发展，使航空物探综合化，从而提高了航空物探观测数据的计算和整理的速度及解释推断的水平，有力地促进了航空物探的发展。它的缺点是：对一些异常值较小的异常体反映不够清楚，分辨力要低些；其次是异常体的定位目前还不够十分准确，需要地面物探进行必要的补充工作。

【综合地球物理航空站】　airbornegeophysical system　指在同一架飞机中设有航空重力仪、航空磁力仪、航空电磁仪、航空放射性仪和航空红外探测仪等多种航空物探仪器的综合航空物探设备。同时，飞机上还有测高仪、导航仪、飞行路线照相机等辅助设备。它的优点是一次飞行可获得综合性的物探资料。既有利于综合普查，又可以提高效率、降低成本。有些情况下，航空物探仪器还同航空化探仪器装在一起进行测量。

【海洋地球物理勘探】　marine geophysical prospecting　简称“海洋物探”，是通过地球物理勘探方法研究海洋、海底地质的新方法之一。目前，主要用来勘探油、气田构造和某些海底沉积矿床。海洋物探包括海洋重力、海洋磁测、海洋地震等方法。海洋物探的工作原理和地面物探方法相同，但工作场地是在海上，对于仪器装备和工作方法都有特殊要求，需使用装有特制的船弦重力仪、海洋核子旋进磁力仪、海洋地震检波器等仪器的勘探船进行工作。海洋勘探船还装有各种无线电导航、卫星导航、定位等设备。



综合地球物探航空站
1a—电磁仪发射线圈；1b—电磁仪接收线圈；2—航空磁力仪；3—闪烁计数器；4—雷达；5—无线电测高计；6—飞行路线照相机

【地下物探】　underground geophysical prospecting　是在井中和坑道中使用地球物理勘探方法的通称。它包括各种测井方法和坑道物探，如电测井、放射性测井、声波测井、重力测井、井中磁测、井中无线电波透视法和坑道无线电波透视法、地质雷达等。目前，地下物探在石油、煤田、金属与非金属矿产勘探和水文地质、工程地质工作中广泛应用。尤其在油、气田和煤田勘探中，测井方法是不可缺少的勘探手段。在金属矿床勘探中，井中磁测的地质效果则在于验证地面磁异常：指导钻探施工，寻找井底及井旁盲矿体，确定矿体产状、延伸和连接，并研究矿层构造等。

【钻井地球物理勘探】　borehole geophysical prospecting　简称“测井”，是在钻井中进行的一种地球物理勘探方法。详见“测井”。

【场】　field　是物理场的简称，它是物质存在的一种基本形式，存在于整个空间。物质之间的互相作用，除了直接接触之外，就是依靠场来传递的。如传递电磁力的为电磁场，传递万有引力的为引力场等。地球物理场则是指具有一定的地球物理效应的区域或空间，如重力场、磁场、电场、弹性波场、放射线场等。

【地球物理场】　geophysical field　具有一定地球物理效应的区域或空间。详见“场”。

【正常场】　normal field　一般指可以衬托出异常场的背景场，如正常重力场、正常磁场、正常电场、正常电磁场等。正常场和异常场的概念因地区而异，不是绝对的。

【异常场】 anomalous field 通常指由寻找的地质体产生的各种物理场。异常场是相对于正常场而言，衬托在正常场背景值上。它可以是局部的异常场（局部异常），也可以是区域性的异常场（区域异常）。异常场是探测矿床和地质构造的依据。

【干扰】 disturbance 有时也称“干扰场”。指探测目标以外的因素引起的各种物理场对异常场的影响。如用自然电场法找矿时，由炭质页岩或地形起伏引起的叠加电场称为对异常的干扰或干扰场。磁法找铁矿时，由其他磁性体引起的叠加磁场称为干扰或干扰场。在地震勘探中妨碍分辨有效波的振动都属于干扰，如面波。但是，面波对研究天然地震又是有意义的而不是干扰了。在航空电磁法中，干扰是指那些与航空电磁仪发射的人工交变电磁场有关和无关的各种影响因素，它们直接影响仪器的精确度。为了提高仪器的精确度，必须提高仪器抗各种干扰的性能，并设法降低干扰值或对实测值进行校正。

【干扰场】 disturbing field 见“干扰”。

【灵敏度】 sensitivity 指仪器能够测出的某种量的最小变化值。如磁力仪的灵敏度是指仪器所能分辨的最小磁场值；重力仪灵敏度是仪器感受重力变化的灵敏程度。航空电磁法中把* 干扰水平也称为灵敏度。仪器的灵敏度应调节适度，无限地提高不一定合适。灵敏度过高可能引起读数不稳，反而会降低仪器的精确度。

【背景】 background 通常是指衬托出异常的正常场值或平均干扰水平。背景可以是系统的（区域性的），也可以是随机的（局部的）。如一个地区的磁场的平均强度为几十伽马，而在某些测点上的强度达到几百或几千伽马，则这些高强度的测点称为异常点，而几十伽马的平均磁场强度，相对地称为这些异常的背景。

【背景值】 background value 表示背景高低的数值。对不同的物探方法确定背景值都有具体要求。背景值不等于异常下限。如激发极化法的异常下限为：

$$\eta_s^{\text{异常下限}} = \eta_s^{\text{背景}} + 3 \times \text{均方差} \times \eta_s^{\text{背景}}$$

【异常】 anomaly 指由于地质体与围岩有物性差异引起的地球物理场的变化。如地质体为磁性体而围岩为非磁性体（或磁性很弱），在地表测量磁场时所测得磁场的变化；地质体的密度大于（或小于）围岩密度时，在地表所测得重力场的变化等等，通称为异常。

【矿异常】 mineral anomaly 指由矿床、矿体和含矿地质体引起的异常。如寻找磁铁矿时，由磁性矿体引起的磁异常；就是矿异常。

【非矿异常】 nonmineral anomaly 通常指非矿因素引起的物探异常。如寻找磁铁矿时，非磁铁矿的磁性体引起的磁异常都称为非矿异常。在电法中非矿电性体引起的异常也称为非矿异常。在电阻率法中，由地形影响引起的异常（地形起伏引起的联合剖

面法的正、反交点）有时也称为非矿异常。

【局部异常】　local anomaly　由局部地质因素（多为埋藏较浅、分布范围较小的地质体）引起的物探异常称为局部异常。如由于近地表磁性体引起的磁异常，在区域重力异常背景上出现的重力高或重力低等都称为局部异常。

【区域异常】　regional anomaly　由区域地质因素（多为分布范围较广、埋藏较深的地质体）引起的物探异常称为区域异常。如由区域地质构造等因素引起的区域重力异常。

【地质体】　geologic body　是地质工作中经常使用的涵义不严格的一个术语，通常是指地壳内占有一定的空间和有其固有成分并可以与周围物质相区别的地质作用的产物。不论其大小范围如何，大到一个岩体。小到一个包裹体，都可称为地质体，在地球物理勘探工作中是指应用物探方法研究地质问题时寻找的对象。因而，地质体又常是引起异常的地质因素，有时和异常体通用。但严格来讲，地质体引起的异常可以是矿异常，也可以是非矿异常。

【异常体】　anomalous body　指为达到普查勘探目的而寻找的引起物探异常的地质体。如引起重力异常的不同密度体、引起磁异常的磁性体、引起电法异常的具有电性差异的地质体等，统称为异常体。

【正异常】　positive anomaly　异常场强度的数值高于正常场的统称正异常，为正数值。绘平面等值线图时多用实线表示。在剖面图上，正常场零值线以上的部分为正异常。

【负异常】　negative anomaly　异常场强度的数值低于正常场的统称负异常，为负数值。绘平面等值线图时多用虚线表示。在剖面图上，正常场零值线以下的部分为负异常。

【物性】　physical properties　岩石或矿石物理性质的简称。如岩石、矿石的密度、磁化率，电阻率、弹性等。岩石或矿石的物性差异是选择相应的物探方法的物质基础。

【物性测定】　measurement of physical properties　是测定岩石、矿石物理性质的简称。如重力勘探中测定岩、矿石的密度；磁法勘探中测定岩、矿石的磁化率、电法勘探中测定岩、矿石的电阻率等。

【相位】　phase Фаза　某一物理量随时间位置或空间位置作正弦变化时，相位是决定这个量在任一时刻或位置的状态的一个数值。如一个正弦波相对于参考点的超前角或落后角（或位移）就是相位。用角的单位表示，符号是 ϕ。在地震勘探中习惯上也把一个波的振幅极值叫做相位。

【振幅】　amplitude　指在振动（或振荡）过程中，振动的物理量偏离平衡位置的最大值。如表示波动具体传播形态的波形图上极大值，用字母 A 表示。

【频率】　frequency　单位时间内完成振动（或振荡）的次数或

周数。通常指一个波形在一秒时间里重复出现的次数，用符号 f 表示。频率是周期（T）的倒数，$f=\frac{1}{X}$。常用单位为赫兹。

【赫兹】　hertz（hz）　频率的单位，用周/秒表示，1 赫兹=1 次/秒或 1 周/秒。

【梯度】　gradient　指地球物理场沿某方向的变化率，是场强和距离的比值。数学概念中的距离应是极小的，但在物探实际工作中，把距离取得相对的小，测出这一距离两端点场强值之差，以计算场强的变化率，即梯度。电法勘探中用成对测量电极观测电场的变化。自然电场法中用保持距离不变的成对电极逐点观测；测井中的梯度电极系就是用成对电极（其距离远远小于供电电极距离）沿井壁测量。地面电剖面法多为梯度测量。这种工作方法称之为梯度法。

【梯度法】　gradient method　见“梯度”。

【电位】　potential　亦称“电势”，是描写电场的一个物理量。某点的电位数值等手单位正电荷从此点移到无限远（或地面）时，电场对它做的功。实用单位为伏特。在物探工作中，指的是一个移动电极相对于一个固定（参考）电极电位的大小。如电位电极系测井是由地面的一个供电电极和井中的一个供电电极供电，观测井中的一个测量电极相对于地面上的参考电极的电位差。自然电场法中是测量天然场中一个移动的测量电极相对于固定的一个测量电极的相对电位大小。这种工作方法称电立法。

【电位法】　potential method　见“电位”。

【失量】　vectort　又称“向量”，是既有大小又有方向的量。如地磁要素中的地磁场强度（T）、总磁异常强度（T_a）、重力场强度 ε 等都是定量。

【向量】　vector　即“矢量”。

【校正】　correction　又称“改正”。物探工作中，有许多观测值受观测条件的影响，使实测数据中包含了某些干扰因素的数值。为了求得较真实的观测值，需要在实测数据上加上或减去那些干扰数值。这一运算过程，称为对实测数据的校正。如地震勘探中的动校正是同记录时间有关的校正，目的是消除由于接收点与激发点不在同一位置而造成的地震波旅行时间与法线反射时间之间的差值；重力勘探中的地形改正是消除测点周围地形起伏对观测结果的影响；磁法勘探中的温度改正是消除温度变化对观测值的影响等。

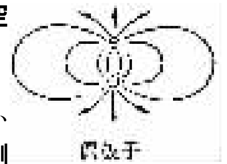
【改正】　correction　即“校正”。

【供电电极】　current electrode　在地面、井中或坑道进行电法工作时，为了向地下供电而选用的连接电源的接地金属物，通称供电电极。一般的供电电极是钢棍或铁棍，其长度依工作需要选定。在电测井中还有特殊的供电电极，如屏蔽测井（侧向测井电极系）中，在主电极上下方配有供电电极，目的是使主电极的电流聚焦进入地层。这

一套供电电极又称为“屏蔽电极”。

【测量电极】 potential electrode 在地面、井中、坑道中进行电法工作时，为了测量电位差而选用的接地物，称“测量电极”。一般的测量电极用紫铜棒，其长度依需要选定。在特殊条件下，测量电极还有用特殊物质的和不同形状的。如不极化电极多为陶瓷的，有的还用帆布或塑料外装。实验室则有更特殊的不极化电极。

【偶极子】 dipole 指相距很近的符号相反的一对电荷或“磁荷”。如由正负电荷组成的电偶极子，其场力线分布如图。地球磁场可以近似地看作磁偶极子场。在物探中，研究偶极子场是很重要的，因为理论计算表明，均匀一次场中球形矿体的激发极化二次场与一个电流偶极子的电流场等效某些磁异常也可以用磁偶极子场来研究。用等效的偶极子场来代替相应电、磁场的研究，可以简单清楚地得到场的空间分布形态和基本的数量概念，也便于作模型实验。



【测点】station 指按一定比例尺布置的供物探仪器（如磁力仪、重力仪）或通过仪器的附属设备（如地震检波器、电极）等进行观测的点位。有时测点和记录点不完全一致。如重力、磁法的测点就是记录点。当进行电剖面法梯度测量时，测点（跑极点）不是记录点，进行梯度测量的两个测点的中点（O点）是记录点。当进行对称四极电测深工作时，其测量电极（MN），供电电极（AB）的移动点位都属于跑极点，但其记录点或测点则为 MN 电极的中点（O 点）。

【测线】 line；

指按一定比例尺沿一条直线布置的观测点组成的观测线。如地震勘探中所指的地震剖面（由检波器组成的线状排列）；重力、磁法、电法，放射性勘探中所指均匀布在一条条直线上的测点组成的线。布置测线一般应当垂直矿体走向。

【介质】 medium 指物理场作用空间的物质。如磁场、电场、重力场空间的岩石、矿石或地表以上的空气等。在物探中，有时也称矿体的围岩为介质。

【屏蔽】 shield（guard）使物理场减弱或增强的现象或采取的措施。如高电阻率岩层阻挡电流的流通（高阻屏蔽），良导电覆盖层使得电流难于向地下深处供电（低阻屏蔽），或为减少温度对仪器的影响而采取的恒温措施（温度屏蔽）等都是屏蔽现象。

【量板】 template（chart） 根据数学计算绘制的专用理论曲线。它可以是单一参数的，也可以是多参数组合的。如磁法勘探解释时用的*二度扇形量板（米可夫量板）；地震勘探中用来选取同相轴的动校正（或静校正）量板；重力勘探中用来进行地形校正和均衡校正的环带量板；电法勘探中定量解释电测深曲线用的电测深量板等。

【定性解释】 qualitative interpretation 物探成果地质解释的一部分。它是根据异常的特征，结合工作地区的地层，构造、岩性及物性资料，初步判断引起异常的原因，大致估计地质体的形状、产状以及空间位置等。定性解释是物探成果解释的重要前

提条件。详见重力异常地质解释、磁异常定性解释、电测深曲线解释等。

【定量解释】 quantitative inter－pretation 物探成果地质解释的一部分。它是在定性解释的基础上，选择观测精度较高的、有意义的剖面（通常称精测剖面），利用数学计算或其他方法求出地质体的埋深、产状、空间位置等，有时还可以推算物性参数。目前重力勘探、磁法勘探、电测深法及地震勘探均可作定量解释，其中以地震勘探定量解释的准确度较高。详见重力异常地质解释、磁异常定量解释和电测深曲线解释等。

重力勘探

【重力勘探】 gravity prospecting 地球物理勘探方法之一。是利用组成地壳的各种岩体、矿体的密度差异所引起的重力变化而进行地质勘探的一种方法。它是以牛顿万有引力定律为基础的。只要勘探地质体有一定的剩余质量；埋藏深度比较小；地面干扰因素（特别是地形起伏的影响）也比较小，或者能用简单的方法消除它们的影响，就可以用精密的重力测量仪器（主要为重力仪和扭秤）找出重力异常。然后，结合工作地区的地质和其他物探资料，对重力异常进行定性解释和定量解释，便可以推断覆盖层以下密度不同的矿体与岩层埋藏情况，进而找出隐伏矿体存在的位置和地质构造情况。

【重力】 gravity 在地球附近的空间，一切静止的物体都要同时受到地球全部质量的引力和地球自转所产生的惯性离心力的作用（运动着的物体还要同时受到克里奥里力的作用），两者的向量和即为重力，习惯称重量，表达式为 $P=mg$（m 是物体的质量，g 是重力加速度）。P 的大小和质量 m 有关。因此，即使在同一点上，当实验质量 m 不同时也会得到不同的结果。为了便于比较，在一切重力测量中总是以单位质量的重量为标准，并称之为＊重力场强度，简称重力。重力资料的应用范围很广，除用于地质勘探外，在大地测量和人造地球卫星、导弹、宇宙飞船航行轨道的准确推算以及天然地震的预报等方面都广泛应用。

【重力场】 gravity field 有重力作用的空间，称为重力场。逐渐离开地球时，地球重力场将逐渐减小。载人宇宙飞船飞行一定高度后人会感到失去体重，就是因为重力场不断减小的缘故。

【重力场强度】 intensity of gravity field 在重力场中的某点单位质量的质点所具有的重量，称为此点的重力场强度。其数值 $g=\frac{P}{m}$（g 为此点重力加速度，在这里表示重力场强度）。从数值来说，重力场强度和重力加速度相同；从物理概念来说，前者是力，后者是加速度。在重力测量中，一般用力的概念，但也有用加速度概念的，并且用

同一符号 g 表示。地球重力场强度是地球全部质量所产生的引力场强度 F 和地球自转产生的惯性离心力场强度 C 的向量和。重力场强度约等于 980 厘米/秒^2。惯性离心力场强度的最大值仅为它的 1/300 左右。所以，引力场强度是组成重力场强度的主要因素。引力场强度的变化，是引起重力场强度变化的主要原因。

【重力加速度】 gravitational acoeleration 指在重力场中的物体，当其自由下落时受到重力作用而产生的加速度。其数值与重力场强度相等。用 g 表示。在地面附近任何物体的重力加速度在同一地点都相同，约为 980 厘米/秒^2，但在不同地点稍有不同。离开地面越远，重力加速度越小。

【重力测量】 gravity survey 又称“重力加速度测量”，是指测定重力场强度（g）或重力场强度增量（Δg）的方法前者称为绝对重力测量，后者称为相对重力测量（当相对测量的起算点的重力场已知时，也可以计算各测点的绝对重力值）。在陆地或海洋上是利用振摆仪进行绝对重力测量；相对重力测量可在陆地、海洋、飞机和人造地球卫星以及钻井中进行。

【重力加速度测量】 measurement of gravitational acceleration 即“重力测量”。

【重力位】 gravity potential 又称“重力势”。在重力场中，单位质量质点所具有的能量称为此点的重力位。它的数值等于单位质量的质点从无穷远处移到此点时重力所做的功。常用符号 W 表示。它和通常所说的位能有所区别：越靠近地球表面重力位越大，而位能（在一定范围内）越离开地球越大。

【重力势】 gravitv potential 即“重力位”。

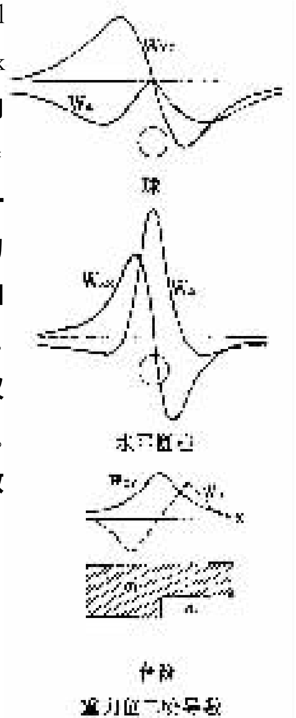
【重力等位面】 equipotential surface of gravity 又称“重力等势面”。连结重力位相同点所构成的面，称为重力等位面。它处处与重力的方向垂直，所以也称为水平面或水准面。重力等位面有无限多，将其中与静止海洋面完全重合的重力等位面称为大地水准面。由于地球表面 70%多的面积被海水所覆盖，故通常是以静止的海洋面延伸到各个大陆之下所形成的封闭曲面，作为地球的基本形状。因此，研究地球形状的问题实际上是研究重力等位面的形状之一，也就是研究大地水准面形状的问题。

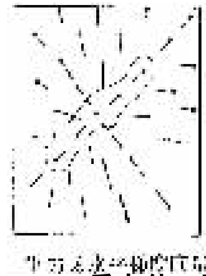
【重力等势面】 equipotential Surface of gravity 即“重力等位面”。

【重力位二阶导数】 gravity pot－ential second derivative 是重力场强度（g）在空间单位距离的变化。在直角座标系中，重力位二阶导数共有 6 个，用符号 W_{zz}、W_{xx}、W_{yy}、W_{xz}、W_{yz}和 W_{xy}表示。从数学意义来说，W 的脚标表示重力位函数（在直角座标系中 W 是 x、y、z 的函数）在相应座标方向的二阶导数，如 $W_{xz}=\frac{\partial^2 W}{\partial x\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}g$（g），式中 g（z）表示 g 在座标系 2；方向的分量）。从物理意义来说，它表示重力场强度 g 在 z 方向的分量在 x 方向单位距离的变化。目前，可以用扭秤直接测定的有 W_{xz}、W_{yz}、W_{xy}

和 W_{Δ}（$=W_{yy}-W_{xx}$）。在不同形状的地质体上，重力位二阶导数有不同的特征。所以，测量重力位二阶导数可以解决某些地质勘探任务。

【重力场水平梯度向量】　gravitational vector of horizontal gradient　重力位二阶导数 W_{xz} 和 W_{yz}。表示重力场强度 g 在 x 和少水平方向的变化率，称为重力场水平梯度。W_{xy} 和 W_{yz} 的向量和称为重力场水平梯度向量，用符号 G 表示。$G=$（$W_{x}^{z}2W_{yz}^{2}$）½，其方向总是指重力场增加最快的方向。对某一点来说，G 的大小和方向是定值，由此点及其附近密度不均匀体的分布状态决定，而 W_{xy} 和 W_{yz} 还与选择的座标方向有关。如某点 A 附近的东北方向地下有一个密度比围岩大的球形矿体，G 的方向总是指向球心在地面投影的方向，而 W_{xz} 和 W_{yz} 则仅仅是 G 在已选定座标方向的分量（$W_{xz}=G\cos\alpha$，$W_{yz}=G\sin\alpha$）。当地质体的密度比围岩大时，G 向量呈会合状，反之，呈发散状。





【曲率向量】　“curvature” vector　重力位二阶导数 W_{xy} 和 W_{Δ}（$=W_{yy}-W_{xx}$）与重力等位面的弯曲程度有关，故称为“曲率”。$2W_{xy}$ 和 W_{Δ} 的向量和，叫做“曲率”向量。常用符号 R 表示。R 的数值是〔$W_{\Delta}^{2}+(2W_{xy})^{2}$〕$/2=g\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right)$（g 为测定点重力等位面上重力场强度；$\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right)$ 为此点重力等位面最大和最小曲率差）。它的方向可用等位面的最大曲率或最小曲率的方向表示，两者相差 90°。R 既非曲率，也非向量，只是与重力等位面弯曲有关的物理量。严格地说，“曲率”向量是一个借用词。W_{Δ} 和 R 在不同形状的地质体上有不同的特征，故可以通过测定它们解决某些地质勘探任务。在不同形状的地质体上，W_{Δ} 剖面图和 R 向量平面图有不同的特点。对某一点来说，的大小和方向是不变的，是由测点处重力等位面的形状，即地下不均匀体的分布状态决定的。但是，ZW_{xy} 和 W_{Δ} 却和选择的座标方向有关。

【密度】　density　单位体积的质量称为此物质的密度，即 $\sigma=\frac{m}{v}$（m 为物质的质量，v 为体积）。在厘米·克·秒单位制中，σ 的量纲是克/厘米^3。在重力勘探中，测定和研究岩石密度是一项重要的基础工作。

【剩余密度】　residual density　地质体密度（σ）和围岩密度（σ_0）的差值，称为剩余密度。用符号 $\Delta\sigma$ 表示（$\Delta_\sigma=\sigma-\sigma_0$），地质体与围岩有无剩余密度，是应用重力勘探方法的重要地球物理条件。剩余密度是重力勘探结果解释的主要参数。

【剩余量】　量 Dresidual mass　地质体的剩余密度和它体积的乘积称为地质体的剩余质量。用符号 ΔM 表示（$\Delta M=v\cdot\Delta\sigma$）它的大小是应用重力勘探方法的重要地球物理条件之一。

【海洋重力测量】　marine gravimetric survey　是在海上或海底进行连续或定点观测的一种重力测量方法，为探矿目的而进行的海洋重力测量又称海洋重力勘探。近几年来，随着先进技术的发展，轻便而精密的海洋重力仪不断出现，海洋重力测量得到了迅速的发展。海洋重力测量的方式有：用海底重力仪进行定点观测；用海洋重力仪在船上进行连续重力测量；用海洋振摆仪在船上或潜艇内进行定点观测。后者效率较低，精度也较差。目前主要采用前两种方法。

【航空重力测量】　aerogravity survey　是把特制的重力仪装在飞机上进行连续测量的一种重力测量方法。它不受地面交通条件的限制，工作效率较高。航空重力测量的原理、方法和仪器与海洋重力测量基本相同，但飞机上仪器所受的干扰加速度比船上要大几倍到几十倍，而且周期很长。空中的导航定位、航高、航速等测量要求也高，* 厄缶改正误差很大；静力重力仪要附加更强的阻尼，易造成重力异常的畸变。

【井中重力测量】　borehole gravimetry　使用特制的重力仪在钻井中进行定点观测，称为井中重力测量。井中重力测量的数据对划分石油钻井的不同密度界面有重要作用。详见“重力测井”。

【重力总基点】　gravity total basestation　相对重力测量的起算零点，称为重力总基点。重力测区各点的重力大小，都是相对总基点而言的。

【重力基点】　gravity base station　为了提高重力测量的精度，在一定时间内便于检查重力仪的混合零点位移，合理地进行改正，在测量之前，要在工区内确定一定数量的控制点，称重力基点。各基点相对总基点的重力差是通过基点连测确定的，其精度比一般测点高 2—3 倍。

【辅助基点】 additional basepoint 为了弥补重力基点数量不足而确定的次一级控制点，称为辅助基点。辅助基点的连测工作，应该在已建立的基点的基础上，用一台性能较好的重力仪采用单次观测或重复观测方法进行一次独立观测。它的精度比一般重力测点高 1.5 倍左右。

【重力基点网】 gravity basepointsnet 指工区内比普通测点的精度高 2—3 倍的一系列基点所构成的控制网。它是用来检查仪器的零点位移、确定合适的零点改正系数、减少误差的积累和提高重力测量精度的。基点网一般应在普通网测量之前建立。基点网的各基点相对于总基点的重力差，是用一台或几台重力仪用特定的观测方法准确测定的。

【重力测网】 gravimetric network 又称重力普通网，是重力勘探野外观测中一系列测点所构成的普通网。重力测网的大小和形状由勘探任务及勘探对象的大小和形状来决定。当勘探对象有一定走向时，多采用矩形网；反之，多采用方格网。网格的大小，在普查时以不漏掉有意义的地质体为原则；在详查时以查明地质体产生的重力异常的变化细节为原则。

【重复观测】 repeat observation 在重力测量的野外工作中，为准确消除重力仪零点位移和提高测量精度，往往要在短时间内对所有测点或部分测点进行两次或两次以上的观测，称为重复观测。目前，主要在校对仪器、试验仪器性能、进行基点网连测或在某些精测剖面工作中采用。

【单次观测】 single observation 在重力测量的野外工作中，对每个测点只用重力仪测量一次，称为单次观测。多用于普通网重力测量。在重力仪性能比较好或重力测量精度要求不高时，一般都采用单次观测。

【重力观测均方误差】 mean square error of gravity observation 又称“重力观测精度”。用均方误差形式表示的重力观测误差。均方误差的大小是通过检查重力观测结果后利用公式 $\varepsilon_{观}=\sqrt{\frac{\sum\delta^2}{2\,(m-n)}}$ 计算的（δ 是原始观测值与检查观测值之差；m 是总观测点数；n 是检查点数。如单次观测，共检查 100 个点，则 n＝100，m＝200）。均方误差越小，说明重力观测精度越高。通常所说重力观测精度为 0.0n 毫伽，就是指重力观测均方误差。

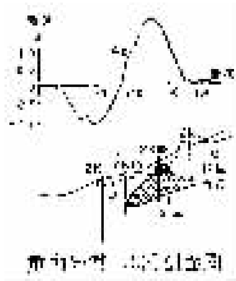
【重力观测精度】 gravity observa－tion accuracy 即“重力观测均方误差”。

【正常重力场】 normal gravityfield 地球可以近似地看作表面光滑、内部质量分布均匀、赤道半径略大于极半径的旋转椭球体。其表面各点的重力场称为正常重力场。其计算公式称为正常重力公式。目前，国际通用的是 1930 年国际大地测量学会确定的正常重力计算公式：$g=978.049\,(1+0.0052884\sin^2\varphi-0.0000059\sin^2 2\varphi)$。式中 φ 是计

算点的地理纬度。另外，也有用德国学者赫尔默特（Helmert）建立的公式来计算的：

$g=978.030(1+0.005302\sin^2\varphi-0.000007\sin^2 2\varphi)$。根据近代人造地球卫星测定的地球形状和重力数据，1971年第15届国际大地测量和地球物理协会确定的正常重力公式为，$g=978.0318(1+0.0053024\sin^2\varphi-0.0000059\sin^2 2\varphi)$。正常重力场强度是纬度和高度的函数，当测点和总基点间纬向距离变化不大时，正常重力场的变化约为，$\Delta g_{纬}=0.812\sin 2\varphi.D$（毫伽）。式中$\varphi$为测区的平均纬度，D为测点与总基点的纬向距离。在北半球，测点位于总基点以北时，D为正，反之为负，单位为公里。随高度变化的规律是：$\Delta g_{高}=-0.308\Delta h$（毫伽），式中$\Delta h$为测点与总基点的高程差，高于基点为正，反之为负，单位米。当在北纬45°地区时，测点相对总基点每向北增加1公里时，正常重力值将增大0.812毫伽；测点高程每升高1米时，正常重力值约减少0.308毫伽。所以，在以勘探为目的的重力测量时，对点位和测点的高程测量精度要求比较严格，以便消除这些变化的影响。

【重力异常】 gravity anomaly 指地球表面一点的实测重力值归算到大地水准面上与该点理论重力值之差。它可以反映出地球的自然表面与大地水准面不符，也可以反映地球内部质量分布的不均匀。在地质勘探中是把地下物质及其密度分布不均匀引起重力的变化称为重力异常。它往往与地质构造（例如背斜、向斜、盐丘、断裂、岩体等）及矿体的存在有关。根据对地球表面重力异常分布的研究，可以获得有关地质资料，也可以解决探矿方面的问题。因对实测重力值归算方法不同，重力异常分为空间异常、布格异常、均衡异常等。



【自由空间异常】 free－space anomaly 又称“自由空气异常（free air anomaly）。指地球自然表面上的实测重力值（$g_{测}$），经过高度改正归算到大地水准面以后，再减去正常重力值得到的重力差。它是研究地壳均衡现象的重要资料。

【布格重力异常】 Bouguer gravity anomaly 重力仪的观测结果（$g_{测}$），经过纬度改正（$g_{纬}$）、高度改正（$g_{高}$）、中间层改正（$g_{中}$）和地形改正（$g_{形}$）以后所得到的重力差（$\Delta_g=g_{测}+g^{高}+g_{中}+g_{纬}+g_{形}$）称为布格重力异常。布格重力异常一般用相对重力测量方法获得。如某点相对总基点的实测重力差为$\Delta g'$，则布格重力异常为$\Delta g=\Delta g'+\Delta g_{高}+\Delta g_{中}$ $\Delta g_{纬}+\Delta g_{形}$（$\Delta g_{高}$、$\Delta g_{中}$、$\Delta g_{纬}$、$\Delta g_{形}$分别为测点与总基点的相对高度、中

间层、纬度和地形变化的改正项）。布格重力异常资料是重力勘探的基础资料。

【重力日变】 gravity daily variation 指太阳、月球和其它星体相对地球位置不断变化而引起的、以一昼夜为周期的重力变化。一般早晚变化较平稳，中午变化大，最大幅度约为 0.1—0.3 毫伽。某一点和某一时间的重力日变值，可以根据天文学中的日、月运行的关系应用理论公式来计算。重力勘探工作中一般不单独进行日变改正。日变有人又称“固体潮”。

【均衡重力异常】 isostatic gravityanomaly 指观测重力值经地形改正、高度改正和均衡改正后再减去正常重力值所得到的异常。在大地测量中，可以用均衡异常资料研究地球椭球体与大地水准面的偏差。在天然地震预报中，可用来研究地壳的不均衡现象，确定地壳深部受力不均匀情况。

【区域重力异常】 regional gravity 由埋藏较深、分布范围较广的区域地质因素所引起的重力异常称为区域重力异常。异常特点是分布范围广，重力变化梯度小。区域重力异常是研究区域地质构造、划分大地构造单元的重要资料。这里的“区域”一词，没有绝对大小的概念。如为了寻找储油构造，整个沉积盆地所产生的重力异常称为区域异常；如果为了在储油构造上直接勘探油气，则相对油气层引起的重力异常来说，储油构造所引起的重力异常就是区域异常。

【局部重力异常】 local gravity anomaly 一般把在区域重力异常背景上出现的重力高、重力低或其它形式的异常，称为“局部重力异常”。异常的特点是分布范围小、重力变化梯度大。局部重力异常是重力勘探方法寻找局部地质构造和矿体的重要资料。

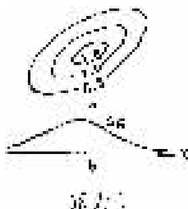
【剩余重力异常】 residual gravityanomaly 从布格重力异常中去掉区域重力异常后的剩余部分，称为“剩余重力异常”。它主要反映局部地质构造或矿体剩余质量的影响。是研究局部地质构造和勘探矿产的重要资料。

【有效异常】 effective anomaly 高于异常均方差两倍以上的异常称为“有效异常”。



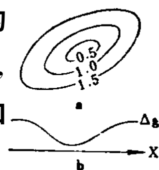
【重力异常地质解释】 geologicalinterpretation of gravity anomaly 重力勘探工作中，对野外观测的重力异常资料，参考地质和其它物探资料进行综合分析，推断、解释引起重力异常的地质原因，推测地质体的产状，最后总结出工作地区的地质构造或矿体的分布规律等，统称重力异常地质解释。根据解释内容又分为定性解释和定量解释。定性解释是根据重力异常分布和变化规律，参照其它资料初步判断引起重力异常的地质原因、异常体的大致产状和空间位置等。定量解释是对观测精度较高的、有意义的重力异常剖面，利用数学计算或其它实验方法，具体的求出地质体的大小、产状、空间位置和密度差等。

【重力高】　gravity high，gravitypositive　在重力异常图上相对出现的高重力异常

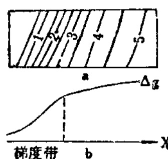


值所构成的圈闭，通常称为“重力高”。它反映的是异常区的地下，相对于周围地层有密度大的地质体（或说存在质量剩余）。其平面等值线图（a）和剖面图（b）对应关系如图。

【重力低】　gravity low，gravitynegative 在重力异常图上相对出现的低异常值所构成的圈闭。通常称为“重力低”。它反映的是异常区的地下，相对于周围有密度小的地质体（或说质量不足）。其平面等值线图（a）和剖面图（b）的对应关系如图。



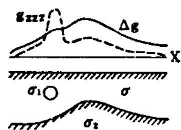
重力低



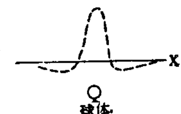
重力异常梯度带

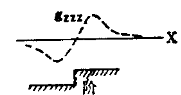
【重力异常梯度带】　gradient zone of gravity anomaly　指重力异常图上等值线平行排列的密集带。它主要反映构造断裂的升降或大规模的不同密度岩石的接触带。其平面等值线图（a）和剖面图（b）的对应关系如图。

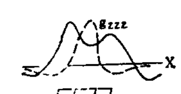
【重力位高阶导数】　gravity poten—tial high derivative　又称“重力位高阶微商”。重力位函数是解析函数，具有连续的各阶偏导数，它们有各自的物理意义。在重力勘探中重力位高阶导数一般是指重力位函数的垂向三阶导数，即 $W_{zzz}=\frac{\partial^3 W}{\partial_z{}^3}=\frac{\partial^2 g}{\partial_z{}^2}=g_{zz}$，也称为重力垂向二阶导数。和重力位一阶或二阶导数相比，高阶导数对浅而小的密度异常体具有较高的分辨能力。所以，在重力异常数据处理工作中，利用布格重力异常换算出重力位高阶导数可以突出局部地质因素，压制区域地质因素的影响（图 a）；可以同时把几个互相靠近、埋深相差不多的相邻地质体单独划分出来（图 b）；对不同形状地质体，g_{zz}异常曲线特征不同，有助于异常分类和解释（图 c）。











重力位高阶导数

【重力位高阶微商】 higher deriva－tire of gravity potentia 即“重力位高阶导数”。

【重力垂向二阶导数】 vertical se－cond derivative of gravity 即“重力位高阶导数”。

【重力异常均方误差】 mean square ercor of gravity anomaly 指用均方误差形式表示重力异常的误差。计算公式为：$\varepsilon_{异}=\sqrt{\pm\varepsilon_{观}^{2}+\varepsilon_{纬}^{2}+\varepsilon_{布}^{2}+\varepsilon_{形}^{2}}$。式中 $\varepsilon_{观}$ 为重力观测的均方误差；ε 纬＝±（0.812sin2φ）εD 是纬度改正的均方误差，εD 为点位的均方误差；$\varepsilon_{布}$＝±（0.308－0.0419σ）ε_{h}＋0.0419·Δh·$\varepsilon\sigma$，εh 为高程测量的均方差，$\varepsilon\sigma$ 为中间层密度测定均方差，Δh 为测点相对总基点的高程差；$\varepsilon_{形}$ 为地形改正均方差。重力异常的均方差越小，说明其精度越高。通常所说的重力异常精度为±0.0n 毫伽就是指的重力异常均方差。一般规定高于异常均方误差 2 倍以上的异常是可信异常或有效异常。

【重力异常精度】 accuracy of gra－vlty anomaly 即“重力异常均方差”。

【纬度改正】 latitude correction 又称“正常重力改正”。地球的正常重力场是随纬度增加而增大的。在重力观测结果中消除测点在不同纬度时由于正常重力场的变化所产生的影响，称为纬度改正，又称正常重力改正。其改正公式为 $\Delta g_{正}=-0.812\sin2\varphi D$。式中 φ 为测点与总基点的平均纬度，当测区较小时可为测区的平均纬度；D 为测点与总基点的纬向距离，单位为公里。在北半球，测点在总基点以北时，改正值为负；反之为正。正常重力改正的精度主要取决于点位的测量精度。

【正常重力改正】 normal gravitycorrection 即“纬度改正”。

【地形改正】 terrain correction 在每个测点上，为消除测点周围地形起伏对观测结果影响的改正，称为地形改正。地形改正是以通过测点 A 的平面为标准，将测点 A 所在平面以上多余的物质（2）和平面以下缺少的物质（3）、（4）的影响去掉。改正后，使测点 A 相当于处于无限大的平面上。在同一起伏地形，由于距离测点远近不同，地形影响也不同。近时影响大；远时影响小。地形改正分为近区、中区和远区改正。近区改正应尽可能准确。由于重力测量的是重力场垂直分量，高于测点平面以上的多余部分和低于这个平面以下的缺失部分都要使观测重力值比没有地形起伏时要小，所以，两部分的地形改正符号都为正。



地形改正图示

【中间层改正】　stone slab correction，material between station le－vels correction　**经过地形改正之后的测点**A**所在的平面与总基点**G**所在的平面之间，是一层厚度为**Δh、**密度为**σ**的物质。测点与总基点间的这层物质的影响称为中间层影响。为消除中间层物质对重力测量结果影响的改正，称为“中间层改正”。改正公式为**$\Delta g_{中}=-0.0419\sigma\Delta h$（**毫伽**）**式中**σ**为中间层物质的密度；**Δh**为测点与总基点的高程差，单位为米。中间层改正的精度与中间层密度及高程测量的精度有关。**



中间层改正图示

【重力高度改正】　gravity－heightcorrection；　**经过地形改正和中间层改正后，重力测点仍然位于距离总基点垂直高度为**Δh**的空间。为了消除测点距离地心远近的影响而进行的改正，称为“高度改正”或“自由空间改正”。地球正常重力场随高度变化的改正，常用的近似改正公式为**$\Delta g_{高}=0.308Ah$（**毫伽**）。**式中**Δh**为测点与总基点的高程差，单位为米。测点高于总基点时，**Δh**取正值；反之，取负值。**

【自由空间改正】　free－air corree－tion　**即“高度改正”。**

【布格改正】　Bouguer correction　**重力观测结果的改正项中，高度改正和中间层改正均与测点相对总基点的高程差**Δh**有关。所以，经常把这两项改正合起来进行。称为布格改正。改正公式为**$\Delta g_{布}=(0.308-0.0419\sigma)Ah$（**毫伽**）。**式中**σ**为中间层的平均密度，**Δh**为测点与总基点的高程差，单位米。测点高于总基点；**Δh**取正值，反之取负。海底重力仪测定结果的布格改正公式为**$\Delta g_{布}=-[0.308-0.0419(\sigma_0+\sigma)]h$。**式中**h**为重力仪沉放点到大地水准面的深度，**σ_0**为海水密度。**

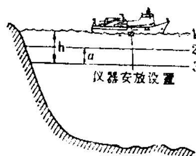
【艾维改正】　correction　**又称“厄缶改正”、“艾特维斯改正”。在运动着的船上进行重力观测时，仪器相对地球表面在运动，因此仪器受地球自转产生的离心力改变了，即重力加速度发生了变化，需要作相对速度改正。匈牙利物理学家艾维首先推导出这个关系，其计算公式为**$\Delta g_E=4.05V\sin A\cos\phi$（**毫伽**）。**式中**$\Delta g_E$**为艾维改正；**V**为船速，单位是公里/小时；**A**为地理方位角，自北向东转为正；**ϕ**为观测点地理纬度。**

【厄缶改正】　correction　**“艾维改正”。**

【艾特维斯改正】　correction　**即“艾维改正”。**

【潮汐改正】　tidal correction　**地球表面各处的海水受月球和太阳的吸引力作用而产生的周期性升降运动，称为“潮汐”。海洋上重力观测结果包含潮高在内，须要归算到大地水准面上。通常将开 阔平静的海洋平面当作大地水准面。自然海面和作为大地水准面的平均海面之间海水层的吸引力与这段空间距离的重力正常变化要加以改正，称为“潮汐改正”。对海洋重力仪来说，潮汐改正公式为**$\Delta g_{潮}=0.265(h-a)$**毫伽。式**

中 h 为测点处瞬时潮高，单位为米；a 为潮汐基准面与平均海面的距离，单位为米。这里假定仪器安放在相当船舰吃水线的水平上。对海底重力仪来说，潮汐改正为 $\Delta g_{潮}=0.043(h-a)$ 毫伽。

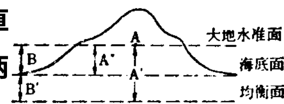


潮汐改正示意图
1—自然海面；
2—平均海面；
3—潮汐基准面

【二次项改正】　second dimension a.　又称“布朗改正。水平加速度、垂直加速度和基座倾斜的二次方项，总称“二次项”。由于它们的符号都是相同的，观测期间不会相互抵消，所以，必须引入相应的改正，即二次项改正，亦称“布朗改正”。对于海洋振摆仪，此改正公式为[illegible]。对于海洋重力仪（放在常平架中），二次项改正公式变成[illegible]。上两式中，δ_g 为二次项改正；[illegible]为垂直加速度，$\ddot{x}^2$，$\ddot{y}^3$ 为水平加速度；g 为重力加速度。如果重力仪放在稳定平台上，陀螺仪的运转十分正确时，仪器的上述改正可忽略不计。

【布朗改正】　Brown correction　即“二次项改正”。

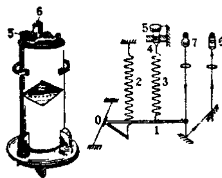
【均衡改正】　isostatic correction　地壳均衡学说，是 19 世纪中叶由普拉特（F. Pratt）提出的一种假说。在大也测量工作中，为了应用重力测量资料研究大地水准面的形状，要对重力测量结果进行以下改正：即由观测重力值中减去地球大地水准面以上所有物质产生的引力垂直分量；将大陆与山地的多余物质沿垂直方向充填到大也水准面以下，把地壳填至均衡状态，然后将充填物质产生的引力垂直分量加到观测重力值中去，这一步骤称为均衡改正。经过上述两项改正再加上高度改正，就得到了地壳均匀情况下大地水准面上的重力值。利用这个重力值和正常重力值的偏差，可以研究地球椭球与大地水准面的偏离情况；在天然地震预报工作中，可以利用地壳的不均衡现象研究地壳不同部分的稳定性。



均衡改正示意图

【重力仪】　gravimeter 是用来进行相对重力测量的仪器。类型很多，从应用范围来分有：陆地用的重力仪、海洋重力仪、海底重力仪、航空重力仪、井中重力仪等。除某些海洋和航空重力仪外，其他重力仪的构造和工作原理基本相同，都是测定与重力有关的某种静力平衡系统在重力改变时所产生的位移来测定重力变化的。目前常用的地面

重力仪都可以看作是一个高度灵敏的弹簧秤。通过观测弹性系统随重力变化而产生的位移来测定重力变化的。主要构造包括弹性系统，光学系统和测读机构等三部分。弹性系统是仪器的心脏，是感觉重力变化的部分。主要由一个可以绕水平轴0在垂直面内自由转动的秤杆①和主弹簧②构成。测读机构主要由读数弹簧③、测微螺丝④和测微器⑤等组成。它是用来补偿和测量重力变化数值的部分。光学系统是由一些光学元件⑥；照明装置⑦和带有刻度的分划板等构成，是用来观查秤杆的平衡位置的。



石英弹簧重力仪原理图

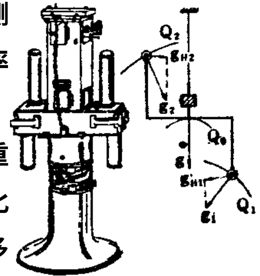
【海洋重力仪】 marine gravimeter 是船舰上或潜水艇内使用的重力仪。在海洋中匀速直线航行条件下，连续地进行重力测量，由于仪器安放在运动的船体上，受到垂直加速度和水平加速度以及基座倾斜的影响很大。一般情况下，干扰加速度的幅度比有意义的重力异常强几万一几十万倍。因此，重力仪弹性系统必须有足够大的阻尼，还需要把仪器安放在常平架或陀螺稳定平台上。因为海区开阔，航线长，不能经常闭合基点，所以，要求海洋重力仪零点位移应尽可能地小，测程范围又要足够大。海洋重力仪种类很多，结构原理与陆地重力仪大体相同。整套仪器包括重力仪主体（弹性系统、恒温装置、阻尼装置、指示系统等）；模拟的或数字的记录器、控制器、常平架或陀螺稳定平台；电源几大部分。

【海底重力仪】 sea bed gravimeter 将重力仪密封沉放到海底，通过遥控、遥测装置进行重力测量的仪器，统称海底重力仪。其结构原理与陆地重力仪相同。海底重力仪用在海湾和浅海陆架地区，配合其他地球物理勘探方法进行以石油为主的矿产资源的普查勘探。这种仪器受风浪、船体震动的影响比较小，测量精度高于海洋重力仪。但水深太浅时，仪器的读数将受底流和微震影响，仪器工作不稳定。

【超导重力仪】 superconductive gravimeter 是一种新型测定相对重力变化的仪器。工作原理是：首先设法在超导线圈内产生一个永久性的闭合电流。由于超导体的电阻为零，这一电流非常稳定。然后，在超导线圈所产生的一次磁场中放置一个同样由超导材料做成的小球。由于超导体的完全抗磁性，磁场不能穿入小球内部。小球表面感应电流所产生的二次磁场与线圈永久电流所产生的一次磁场互相排斥，使小球浮起，当小球受到的浮力与其重量互相平衡时，小球则浮在线圈上方的一定高度。重力的变化将引起小球平衡位置的改变。准确测出小球位置的变化，就可以求出重力的变化。超导重力

仪免除了一般机械重力仪的零点位移和温度影响，具有较高的零点稳定性，24 小时零点位移小于 1/1000 毫伽，即小于 1 微伽。超导重力仪需要液体氦做冷却剂，保存运输不便，不宜野外使用。一般在固定点上研究重力的日变和长期变化。

【扭秤】 torsion balance 是测量重力位二次导数的仪器，种类很多。根据扭力系统的构造形状，分为 Z 型、L 型和斜臂式扭秤。Z 型扭秤由一个轻金属制成的 Z 型秤臂、两个质量相等的重荷和一根细金属丝组成的。两个重荷分别固定在 Z 型秤臂的两端。细金属丝将整个系统悬挂起来，组成一套扭力系统。由于两个重荷处于不同的位置，所以，当通过两个重荷的重力等位面 Q_1 和 Q_2 互不平行或弯曲时，两个重荷将受到重力场水平分量的作用。当重力场水平分量 ε_{H1} 和 g_{H2}。的大小和方向不同时，秤臂就要绕着扭丝转动，直到水平旋转的重力矩和扭丝的扭力矩相平衡为止。秤臂偏转的角度除和扭力系统的构造和扭丝的扭力系数有关外，还和两个重荷间的重力变化有关。因此，准确记录扭力系统的偏角，就可以求出重力位的二次导数，由于扭力系统的灵敏度很高，秤臂稳定下来的时间较长。同时还需要在 3—5 个方向上照相记录，所以，仪器附有自动控制系统，并安放在特制的小房里工作。仪器的操作和测量结果的计算都比较烦琐，每测一个点需要 2—3 小时，工作效率较低。



扭秤

【重力仪灵敏度】 sensitivity of gravimeter 指重力仪感受重力变化的灵敏程度。通常用灵敏系统的位移（$\Delta\alpha$）和重力变化（Δg）的比值，即 $\Delta\alpha/\Delta g$ 表示。由于现代常用的重力仪灵敏系统多为角位移系统，所以又叫重力仪角灵敏度。它们的比值越大，表示仪器的灵敏度越高。重力仪的灵敏度应该适当，过高，仪器不稳定不易读数；过低，读数误差大，对工作都不利。所以在制造仪器时，要保证它有足够的灵敏度，在使用之前还要根据工作任务经常检查和调节仪器灵敏度。

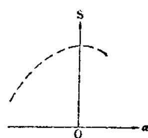
【重力仪角灵敏度】 angular sensitivity of gravimeter 见“重力仪灵敏度”。

【重力仪光线灵敏度】 gravimeterlight sensitivity（rapidity） 衡量重力仪灵敏度高低的一个指标。它是以光学系统的亮线在分划板上移动一格时，测微器读数变化的大小来衡量的。如国产 ZS 型石英弹簧重力仪，当石英摆的活动光线从分划板的。线向左或向右移动一格时，测微器读数变化平均在 16—20 格之间比较合适。过高，仪器不稳定，不易读数，工作效率低；过低，仪器不灵敏，读数误差大，观测精度低。所以，在使用重力仪之前，必须检查、调节和测定光线灵敏度。

【重力仪精度】 precision of gravimeter 指重力仪在它可能测定的最小重力变化的可靠程度。一台精度高的重力仪，它的读数应该只与重力变化有关。不受或少受其它非重力变化因素的干扰，真实地反应某一精度范围的重力变化。

【重力仪格值】 gravimeter scalevalue 指重力仪测微器读数变化一格时相应的重力变化。单位是毫伽/格。影响重力仪格值变化的因素有测微螺丝的磨损、弹簧衰老等。长期使用的仪器，格值可能发生变化。工作中要定期检查和测定格值。

【重力仪水泡曲线】 gravimeter water－level curve 指重力仪的读数与仪器倾角变化的关系曲线。测定水泡曲线的目的，就是要找到仪器灵敏系统平衡体的水平位置，它是仪器读数的零点位置。在这个位置上由于仪器安放不水平所引起的读数误差最小。测定水泡曲线是通过实验的办法找出仪器读数的最大位置，在这个位置上把仪器内部两个互相垂直的水准器调平。使用仪器时，调整仪器脚螺丝使仪器上两个水准器水泡居中，平衡体系就相应地处于水平位置了。



重力仪水泡曲线

【重力仪零点位移】 drift of gravimeter 又称“零点掉格”。

在客观条件完全相同的情况下，重力仪经过一段时间后再重新回到某点读数时，出现读数差的现象称为重力仪零点位移。它的大小及其规律取决于仪器制造时的工艺水平和操作者的精心程度。产生零点位移的原因主要是仪器灵敏系统弹簧的永久形变、温度变化以及仪器各部件连结点有规律的移动等。

【重力仪零点掉格】 drift of gravimeter 即“重力仪零点位移”。

【重力仪零点改正】 drift correction of gravimeter 消除重力仪零点位移对重力读数的影响，称为重力仪零点改正。详见“零点位移”。

【重力仪零点突变】 zero varlabe of gravimeter 由于重力仪受到强烈震动、碰撞或其他原因，仪器读数突然发生较大变化，称为重力仪零点突变。

【重力仪混合零点位移】 compounddrift of gravimeter 重力仪的零点位移、温度变化和重力日变等因素综合引起的重力仪读数随时间的变化，称为重力仪混合零点位移。

【重力仪混合零点位移改正】 compound drift correction of gravimeter 消除混合零点位移的影响，称为重力仪混合零点位移改正。简称混合零点改正。现代重力仪的性能普遍比较好。在一定时间内零点位移、温度影响和重力日变都可以看作和时间成比例变化，因此，把它们的影响混在一起进行—次改正。

【混合零点改正】 compound driftcorrection 即重力仪混合零点位移改正。

【干扰加速度】 liaturbed acoeleration 船上重力测量比陆地重力测量复杂得多。船舰航行并非严格的匀速直线，尤其是受海浪影响造成船舰摆动、摇动和船首旋转等扰动。这些扰动产生附加的加速度，作用于海洋重力仪弹性系统，使测量的重力加速度受到干扰，称为“干扰加速度或扰动加速度”。各种原因引起的干扰加速度的作用，都可以分解为水平加速度和垂直加速度两种。干扰加速度一般呈现周期性，周期在 4—25 秒范围内；幅度可达 20—50 伽，甚至更大，远远超过区域地质地球物理因素所引起的重力异常。干扰加速度的周期、幅度和波浪的大小、船舰的航速、船舰轴线和波浪传播方向的相对位置、船舰的吨位和轮廓，以及重力仪在船上的位置等均有关系。干扰加速度的消除，基于其周期性和重力异常相比的高频特征，除改进仪器结构和装在稳定平台上而外，在方法上可以采用长时间（相对的）连续观测，放大和记录部分增加阻尼，以及数据的数字滤波处理等。但即便如此，干扰加速度的二次项影响时常也不容忽略，须加以必要的改正。

【扰动加速度】 disturbed acceleration 即“干扰加速度”。

【常平架】 gimbal 为了消除水平加速度和船体倾斜的影响，通常将海洋重力仪安放在一种万向悬挂装置上，这种万向悬挂装置叫做“常平架”。常平架的平衡位置可通过调节重力仪配重，使整套装置的重心和支架的联线保持在铅垂方向。常平架分为两种，周期小于 1 秒的短周期常平架和周期为 1 分钟左右的长周期常平架。在干扰加速度超过 20 伽时，利用安放在常平架上的重力仪测量，会出现很大的误差。

【陀螺稳定平台】 gyrostabilizationunit 绕支点作三自由度转动，而绕其中一个轴作高速转动的刚体，统称为陀螺。工程技术中实际应用的陀螺，一般由内、外两个框架、基本陀螺以及修正装置等组成。基本陀螺有两个主要特性：定轴性和进动性。应用陀螺的这两个特性制造出一系列仪表，供在空中、水上、水下和陆地上运动的物体指示方向。海空重力测量就利用垂直陀螺仪表来指示船舰、飞机的重力方向，以控制重力仪轴向与重力方向一致，消除干扰加速度的影响。垂直陀螺仪是一种简单的两自由度陀螺仪表，其精度是不高的。应用自动控制技术将陀螺、角度转换器、放大器及校正网路和执行机构等部件组成一个力平衡式闭路系统，以自动修正方向。这种使用单自由度陀螺并加力平衡式反馈迴路的系统称为稳定平台。它的构造比陀螺仪复杂，但性能却要好得多。海洋重力仪最好与陀螺稳定平台配套，以提高海上测量的精确度。

【交叉耦合效应】 cross couplingeffect 现有海洋重力仪弹性系统的结构多是绕水平轴旋转的横摆系统，且有很强的阻尼。如果这类重力仪放置在陀螺平台或长周期常平架上，在一定条件下弹性系统还产生一种所谓交叉耦合效应，或 C. C 效应。这种效应是解算系统弹性摆运动微分方程中出现的水平加速度和垂直加速度相乘的项。其物理意

义为具有相同频率的水平加速度和垂直加速度同时作用于摆，使摆相对于零点位置和偏角以相同频率变动。这个周期性变化可造成十几至几十毫伽的测量误差。采用相互对称的两套弹性系统，或增强系统的阻尼，是消除这个效应的主要方法。也可以使用两台重力仪对称放置进行观测，来消除此效应。

【C. C. 效应】 C. C effect 即“交叉耦合效应”。C. C. 是英文“Cross/coupling”（交叉耦合）的缩写。

【艾维】 Eotvoi 又称“厄缶”。是重力位二阶导数的单位。是为纪念发明测量重力位二阶导数仪器（扭秤）的匈牙利物理学家艾特维斯而命名的。重力位二阶导数的量纲是 1/秒^2，1 艾维$=1\times10^{-9}$/秒^2。1 艾维的大小等于 10 米的距离重力场强度变化 1 微伽。

【厄缶】 即 Eotvo “艾维”。

【伽】 又称“盖”。是重力测量中表示重力场强度的单位。是为纪念第一个重力测量者意大利科学家伽利略（1564—1642）而命名的。

重力场强度的量纲是厘米/秒^2。规定 1 厘米/秒^2 为一伽，伽的 11000 为 1 毫伽，又称米盖。毫伽的 1/1000 为 1 微伽，又称/μ 盖。毫伽是重力勘探的常用单位，由于重力测量精度的提高，用微伽者也较常见。

【盖】 gal 即“伽”。

【毫伽】 milligal，regai 又称“米盖”。表示重力场强度的单位，为伽的千分之一。详见“伽”。

【米盖】 mgal 即“毫伽”。

【微伽】 microgal 又称“μ 盖”。是表示重力场强度的单位，为伽的万分之一。详见“伽”。

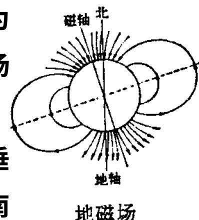
【μ 盖】 microgal 即“微伽”。

磁法勘探

【磁法勘探】 magnetic prospecting 地球物理勘探方法之一。自然界的岩石和矿石具有不同磁性，可以产生各不相同的磁场，它使地球磁场在局部地区发生变化，出现地磁异常。利用仪器发现和研究这些磁异常，进而寻找磁性矿体和研究地质构造的方法称为磁法勘探。磁法勘探是常用的地球物理勘探方法之一。它包括地面、航空、海洋磁法勘探及井中磁测等。磁法勘探主要用来寻找和勘探有关矿产（如铁矿、铅锌矿、铜镍矿等）；进行地质填图、研究与油气有关的地质构造及大地构造等问题。我国建国以来大多数铁矿区、多金属矿区及油气田等都进行了大量的磁法勘探工作，取得了良好的地质效果，尤其是在探明铁矿资源方面地质效果显著。

【地磁场】 geomagnetic field 指地球周围空间分布的磁场。地球磁场近似于磁偶

极子的磁场。它的磁南极（s）大致指向地理北极附近，磁北极（N）大致指向地理南极附近。地表各处地磁场的方向和强度都是因地而异的。其磁力线分布特点是赤道附近磁场的方向是水平的，两极附近则与地表垂直。赤道处磁场最小（约为0．3—0.4奥斯特），两极最强（约为0．7奥斯特）。地球表面的磁场受到各种因素的影响而随时间发生变化。



地磁场

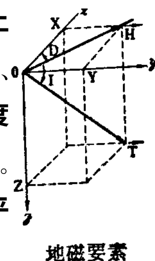
【地磁极】 geomagnetic poles 地球表面上地磁场方向与地面垂直、磁场强度最大的地方，称为地磁极。地磁极有两个（磁北极和磁南极），其位置与地理两极接近，阻不重合。现代地球的磁南极在北纬72°，西经96°附近磁北极在南纬70°、西经150°附近，地磁极的位置是随时间而变化的，不同地质历史时期其位置不同。

【地磁学】 terrestrial magnetism 是研究地球表面及其周围空间的地磁场分布规律及其随时间的变化和成因的一个学科，地球物理学的一个分支。现在工业和科学技术，如自动导航，制导，宇宙航行、地球物理勘探、天文学、地质学、地震学及考古学等都与地磁现象有着十分密切的联系，从而促进了地磁学的发展，使其成为一门内容丰富应用广泛的自然学科。早在三千多年以前我国劳动人民就发现和利用了地磁现象，并最早发明了指南针，发现了磁偏角等，对地磁学的研究和发展做出了重大贡献。

【奥斯特】 Oersted 磁场强度的单位。奥斯特是厘米、克、秒静磁单位制（即CGSM单位制）中磁场强度的单位。在无限长直导线中通以10安培直流电（1CGSM单位电流）时，在距此导线2厘米处的磁场强度称为1奥斯特，等于10^5伽马。1奥斯特的千分之一称为毫奥斯特。

【伽马】 gamma 是磁法勘探中常用的磁场强度单位，用希腊字母γ表示。1伽马$=10^{-5}$奥斯特，1奥斯特$=10^5$伽马。

【地磁要素】 geomagnetic element 表示地球磁场方向和大小的物理量。地表某点的地磁场强度是个矢量，用T表示。研究这个矢量的参考座标系选择如下：座标系的原点；位于研究点；x轴指向地理北；y轴指向地理东；z轴垂直向下，指向地心。在此座标系中矢量T在水平面的投影与，轴的夹角（即T的方位角），称为偏磁角（D）。矢量T的倾角，称为磁倾角（I）。矢量T在座标系的xoy水平面上及沿各座标轴的投影H、X、Y和Z分别称为水平分量、北分量（x分量）、东分量（y分量）和垂直分量（z分量）。磁偏角、磁倾角、总磁场强度（T）及其各个分量，统称为地磁要素。地磁要素随时而不断发生变化。确定某一点的磁场情况，需要三个要素，常用的是磁倾角、磁偏角和水平分量。



地磁要素

【磁偏角】 declination 是罗盘磁针指向与地理北极方向的夹角。不同地点的磁偏角一般是不同的，同一地点它也随时间而变动。磁子午线北端在真子午线以东为东偏、以西为西偏；东偏为正、西偏为负。

【磁倾角】 inclination 地球表面任何一点的地磁场总强度矢量和水平面之间的夹角。地磁场强度方向在水平面之下的，磁倾角为正；在水平面之上的，磁倾角为负。

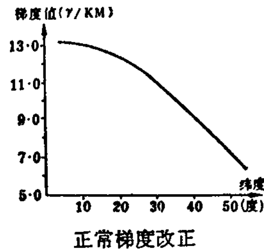
【地磁图】 map of the geomagnetic field 表示某地磁要素在区域内分布规律的等值线图。它是根据区域内各地磁台的观测数据编绘的。常用的有磁偏角、磁倾角、垂直分量及水平分量等几种地磁图。因地磁要素的数值是逐年变化的，因此，地磁图隔若干年要重新编绘一次。地磁图上一般都注明编绘图件的时间及各要素的年变化率曲线，以便获得某个时间的地磁要素的准确数值。

【地磁场垂直分量】 vertical component of geomagnetic field 地磁场的总磁场强度矢量 T 在参考座标系 Z 轴上的投影称为地磁场垂直分量，用 Z 表示。规定 Z 向下时数值为正，向上为负。在北半球总磁场强度向量由地表向下倾；其垂直分量指向下，故 Z 值为正。相反，南半球为负。赤道附近 Z 值为零。由赤道向两极 Z 的绝对值逐渐增加，两磁极处达±0.6—0. 7 奥斯特。我国 Z 值从南到北逐渐增加，约从 0.00 到 0.56 奥斯特。

【地磁场水平分量】 horizontal component of geomagnetic field 地磁场的总磁场强度矢量 T 在参考座标系的 xoy 水平面上的投影，称为地磁场水平分量。通常用符号 H 表示。水平分量的数值在赤道附近最大，约为 0.3—0.4 奥斯特，由赤道向两极数值逐渐减小，两极为零。地球上除高纬度地区以外，大部分地区地磁场水平分量是大致指北的，这个方向通常称为磁北。我国由南到北，水平分量逐渐减小，约从 0.41 到 0.20 奥斯特。

【地磁场正常梯度】 normal gradient of geomagnetic field 地球表面正常分布的地磁场强度随距离的变化率称为地磁场的正常梯度。经常采用的单位为伽马/公里。一般情况下，地磁场南北方向的梯度远大于东西方向的梯度。正常梯度值是随纬度而变化的。地磁场垂直分量的正常梯度值在低纬度地区较大，在高纬度地区较小，而水平分量的正常梯度值与此相反。我国由南到北垂直分量的正常梯度值的变化范围约为 13.0—6.5 伽马/公里。

【正常梯度改正】 correction for normal gradieut 进行大面积的小比例尺地面磁测，航空和海洋磁测时，为了消除地磁场正常梯度的影响而进行的改正，称为正常梯度改正。在大比例尺小面积的磁测工作中，正常梯度的影响很小，也可不进行改正。



正常梯度改正

【日变】　diurnal variation　地磁场是随时间作周期性变化的，其中，以一昼夜为周期的变化称为地磁场周日变化，简称日变。日变的幅度因时间，季节和纬度而异，一般是白天比夜间强，夏季比冬季强。不同纬度地区日变规律不同。地磁场垂直分量的日变在南北纬 30°附近最强。垂直分量日变是早晚平稳，中午变化明显，幅度一般在十几到几十伽马之间。目前，一般认为日变与地球的自转和太阳的照射及地磁活动等因素有关。磁测时必须考虑日变对观测结果的影响。

【日变改正】　correction for diurnal variation　磁法勘探中消除日变影响的改正称为日变改正。进行日变改正时必须设立日变站，观测日变情况，或向工区附近地磁台索取日变资料。根据日变曲线和测点观测时间，对观测数据进行改正。

【地磁日变仪】　variometer　是一种自动观测并记录地磁日变的仪器。一般由磁力仪和自动记录仪两个主要部分组成。电子结构磁力仪的观测讯号经适当的处理（放大或测频等），就可以在自动记录设备上实现模拟或数字记录。机械式磁力仪则用光电转换装置，将观测结果变成电讯号后实现自动记录。地磁日变仪可用来提供磁法勘探工作所需的日变改正数据，同时，也可作为预测天然地震的参考资料。

【磁暴】　magnetic storm　指短时间内地磁场所发生的无规律的强烈变化。磁暴时地磁场强度常常会引起数百伽马或更大的变化，致使无线电通讯遭到干扰。故磁暴时不能进行磁测工作。在高纬度地区磁暴频繁，影响更为明显。目前，认为磁暴是与太阳活动及太阳黑子活动有关。

【微磁变】　geomagnetic micropulsating variation　地磁场随时间的变化周期短于日变的称为微磁变，但通常是指周期为几分钟到每秒几周的周期变化，这种微磁变的幅度只有 1 伽马或更小。磁法勘探中常用高精度磁力仪（1—10 毫伽马）测定微磁变，来区分矿与非矿磁异常。微磁变与大地自然电场的研究相配合称为大地电磁场法，用来解决地球深部构造及区域地质构造和寻找金属矿床等问题。

【正常磁场】　normal magnetic field　简称正常场。磁法勘探中称地球的基本磁场、大陆磁场等为正常磁场。正常磁场和磁异常是相对的。地球露场有以下几部分：按一定规律分布的基本磁场即偶极子场；与大陆分布有联系的大陆磁场；与地质构造及矿产有关的局部磁场以及随时间而变异的磁场等。

【地磁异常】 magnetic anomaly 又称“磁力异常”。简称“磁异常”。地磁场的理论分布是有变化的。而实际上测得的地球磁场强度和理论磁场强度是有区别的，这种区别称地磁异常。一般把地磁异常按面积大小分为大陆性异常、区域性异常、局部异常。而大陆异常常作为正常磁场。在磁法勘探中，把与地质构造和矿产有关的局部磁场称为局部异常。正常磁场和磁异常是相对的。研究局部矿产的磁异常时，叠加在正常场上的区域地质构造的磁场也可以看作是正常磁场。而研究区域地质构造时，区域地质构造的磁场则成为有意义的异常。一般将高于理论地磁场的地区叫正异常，反之为负异常。

【总磁异常强度】 total intensity of magnetic auomaly 地磁场的总磁场强度（T）的异常称为总磁异常强度。它是矢量，用符号 T_a 表示。

【垂直磁异常】 vertical magneticanomaly 地磁场垂直分量的异常称为垂直磁异常，用符号 z_a 表示。它是总磁异常强度 T_a 的垂直分量。例如用悬丝式和饱和式磁力仪进行地面磁法勘探时测定的就是垂直磁异常。根据垂直磁异常的特点可以推断磁性地质体的规模、位置、产状和磁化特点，解决相应的地质问题。

【水平磁异常】 horizontal magnetic anomaly 地磁场水平分量的异常称为水平磁异常，用符号 H_a 表示。是总磁异常强度 T_a 的水平分量。目前，磁法勘探中很少直接研究和测定 H_a，而是研究其沿测线（x）方向的分量，用符号 H_{ax} 表示。因水平磁测的技术比较复杂，故其应用不如垂直磁测普遍。但在低纬度地区研究 H_{ax} 较为有利，并且用 Z_a、H_{ax} 配合解释解决某些地质问题（例如推断矿体延深等）较为方便。

【ΔT 磁异常】 （ΔT）magneticanomaly 指磁异常点上总磁场强度的模量与正常场总磁场强度模量的差值，用符号 ΔT 表示。在一般情况下，ΔT 值相当于总磁异常强度在正常地磁场方向的投影值。目前航空磁测及地面核子旋进磁力仪等观测的都是 ΔT 磁异常。

【磁异常强度】 intensity of magnetic anomaly 指磁异常值的强弱。磁异常的不同部位异常强度是不同的，通常以此处磁异常的伽马数表示。高于正常场的异常称为正异常，用正伽马数表示，低于正常场的异常称为负异常，以负伽马数表示。磁异常一般都是由正负两部分组成的，有时以正值为主，有时也会以负值为主。比较不同磁异常时，磁异常强度是指某磁异常最大值的伽马数。也可用磁异常的最大值与最小值之差值的伽马数表示。后者也可称为磁异常幅度。磁异常强度受磁性地质体的形状、规模大小、埋藏深度、产状及磁性大小和方向等因素控制。

【磁异常幅度】 amplitude of magnetic anomaly 见“磁异常强度”。

【磁异常梯度】 gradient of magnetic anomaly 是磁异常沿某一方向的变化率。常用的有垂直梯度、水平梯度等。梯度的单位为伽马/米或伽马/公里。磁异常的不同部位，磁异常梯度是不同的。它主要取决于磁性体的形状、规模、产状、埋藏深度及磁性等因素。比较几个磁异常梯度时，通常是比较各异常中最大的梯度值，在其它条件相同时，其值与磁性体的埋藏深度的 h^n 成反比。因此，它常常作为判断磁性体埋藏深度的一个简便标志。

【低缓磁异常】 small amplitude—low gradient magnetic anomaly 指异常强度和异常梯度都比较小，异常比较宽阔，分布面积较大的磁异常。一般情况下，低缓异常都是由埋藏深、规模大的磁性体（岩体或矿体）所引起的。所以，研究低缓异常对找矿具有重要意义。

【磁力仪】 magnetometer 在工业和科学技术中测定磁场强度的仪器、研究和测定地磁场及其随时间变化的仪器、磁法勘探中测定磁异常的仪器及研究物质磁性的仪器等等，统称为磁力仪。磁法勘探中应用的磁力仪种类很多，按照工作方式不同可分为：航空磁力仪、地面磁力仪、海洋磁力仪及在钻孔中使用的磁测井仪等。按照磁力仪工作原理不同分为：机械磁力仪、饱和式（磁通门）磁力仪、质子旋进磁力仪、光泵磁力仪及超导磁力仪等。按照测量的磁场和磁异常种类不同分为：垂直磁力仪、水平磁力仪、总场强磁力仪及测量磁场梯度的磁力梯度仪等。

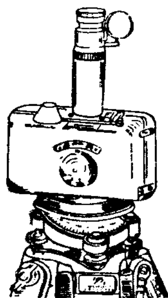
【机械式磁力仪】 mechanical mag—netometer 又称“磁秤”。是利用磁铁在磁场作用下机械平衡的原理，测定磁场变化的磁力仪。如刃口式磁力仪、悬丝式磁力仪等。

【磁秤】 magnetic balance 机械式磁力仪的简称。

【刃口式磁力仪】 knife edge—type magnetometer（balance） 又称刃口式磁秤，是一种机械式磁力仪。磁系的磁铁是用石英刃口和石英刀座支承的。刃口呈三棱柱状，刀座的表面呈圆柱形。仪器工作时，刃口落在刀座上，使磁铁在垂直于刃口的铅垂面内摆动，根据作用于磁铁的重力矩和磁力矩机械平衡的原理观测磁场变化。刃口式磁力仪可分为垂直刃口式磁力仪和水平刃口式磁力仪。国产刃口式磁力仪有：CR2—60 型，精度为±5 伽马；CR2—69 型，精度为±2 伽马。

【刃口式磁秤】 knife edge settled magnetic balance 即“刃口式磁力仪”。

【悬丝式磁力仪】 torsion—typemag—netomeer（balance） 又称“悬丝式磁秤”，是一种机械式磁力仪。它是用一根水平的金属丝悬挂一特制的磁铁，使其在垂直于悬丝的铅垂面内摆动，根据作用于磁铁的重力矩和磁力矩机械平衡的原理来观测磁场强度的变化。悬丝式磁力仪分为：悬丝式垂直磁力仪和悬丝式水平磁力仪。国产 CS2—61 型悬丝式垂直磁力仪，精度为±5 伽马，适用于地面磁测工作。CS 3—69 型悬丝式垂直磁力仪，精度为±2 伽马，适用于观测随时间变化的磁场和测定岩石磁性及弱磁异常。

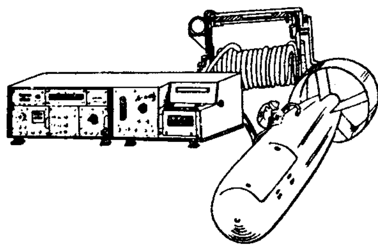

CS2-61悬丝式垂直磁力仪

【悬丝式磁秤】 torsion magnetometer 即“悬丝式磁力仪”。

【袖珍磁力仪】 portable compensation magnetometer（balance） 是小型轻便磁力仪的通称。适于野外普查使用。国产袖珍磁力仪是零点读数式机械磁力仪，体积小，重量轻（主体重量0.6公斤），操作简便，不对方位，精度为±25伽马，能满足中、低精度磁测的需要。仪器成本低廉，便于普及。

【零点读数式磁力仪】 null readingtype magnetometer 用补偿法使指示系统归零的方法测定磁场变化的仪器称为零点读数式磁力仪。如零点读数式机械磁力仪等。

【质子旋进磁力仪】 proton－preces－sion magnetometer 氢原子核的质子是一种带有正电荷的粒子，其本身在不停地自旋，具有一定的磁性。在外磁场的作用下自旋质


CHHK 1-69型核旋磁力仪

子将按一定方向排列，称为核子顺磁性。但其磁性甚微，只是在一些磁化率很低的逆磁性物质中才能反映出来，如某些碳氢氧化合物液体（水、酒精、甘油等）。在这些样品中质子受某强磁场激发而具有一定方向排列，去掉外磁场，则质子在地磁场作用下将以同一相位绕地磁场T旋进，其旋进频率f与地磁场地有T以下关系：T＝23.4872f，单位为伽马。当测定出频率f以后即可计算出总磁场强度T的数值。利用这种原理制成的仪器称为质子旋进式磁力仪，或称核子旋进式磁力仪。质子旋进磁力仪稳定性好、温度影响小、没有零点掉格、精度高，可观测弱磁异常工作时不必准确定向，适于在运动状态下观测。但这类仪器的使用要受到磁场梯度范围的限制。我国生产的这类仪器有302型海空核子旋进磁力仪，精度达±1.0伽马，CHD型地面核子旋进磁力仪精度为±1.5伽马。

【核子旋进磁力仪】　nuclear－preees－sion magnetometer　即“质子旋进磁力仪”。

【双重核共振磁力仪】　double nuclear resonance magnetometer 是借助高频磁场（约 62 兆周/秒）的能量使样品（四甲基四氢化环乙烷、二甲氧基乙烷等溶液）中的离子产生电子顺磁共振，而后通过样品的核子和电子之间的相互作用（Overhauser 效应），电子把能量转移给核子，实现原子核磁矩的取向排列，并在地磁场的作用下产生核子顺磁共振。这种现象称为双重核共振现象，按这种原理设计的测量地磁场的仪器称为双重核共振磁力仪。双重核共振取得的信号要比用直流脉冲磁场激发而获得的信号大。为了提高这类仪器的信噪比，可采用两种溶液而且接收线圈反向串联的双探头结构。

【饱和式磁力仪】　flux－gate magne－tometer 又称“磁通门磁力仪”利用软磁性坡莫合金作为探测元件的磁力仪，统称为饱和式磁力仪。坡莫合金具有很高的导磁率，低矫顽力和低饱和磁化磁场，磁滞迴线狭窄，因而它的磁感应强度与磁化磁场近似地呈单值函数关系。因导磁率很高，磁化磁场的微弱变化会导致磁感应强度的显著变化。所以，利用合金元件的这一磁化特性，可以确定磁化磁场的微弱变化。按仪器设计原理不同可分为：偶次谐波型及脉冲电压型等。饱和式磁力仪是一种磁电转换装置，可在运动状态中进行快速连续测量，常用于航空或海洋磁测。目前，这类仪器应用较广泛。饱和式磁力仪按其探测元件取向不同，测定总磁场强度在元件取向方向分量的变化。

【磁通门磁力仪】　flux－gate magnetometer　即“饱和式磁力仪”。

【光泵磁力仪】　optical－pumping magnetometer　根据光泵作用原理作成的磁力仪。因为由光泵作用排列好的原子磁矩，在特定频率的交变电磁场的作用下，又将产生共振吸收作用，打乱原子的排列情况。发生共振吸收现象的电磁场的频率与样品所在点的外磁场强度成一比例关系，故测定这一频率就可以测出外磁场的值。常用的工作元素有：铷（Rb^{87}，Rb^{85}）；铯（Cs^{133}）；氦（He^{4}，He^{3}）等。

光泵磁力仪按线路结构特点又可分为跟踪式及自激式两大类。这类磁力仪的特点是灵敏度高，可达±0．01 伽马，可以测定总磁场强度的绝对值，没有零点掉格及温度影响，工作时不需准确定向，适于在运动条件下进行高精度快速连续测量，如航空磁测和海洋磁测等。

【光泵作用】　optical pumping reac－tion　某些元素（如铷或氦的样品），在加热或放电激发的条件下，再以特定的光束照射，则相当大一部分原子磁矩将相对于外磁场作一定方向的有序排列，即原子吸收光的能量由低能级提到高能级。这种效应称为光泵作用。

【超导磁力仪】　superconductingmagnetometer　某些金属如铅、锡、铌等在冷却

到一个相应的极低温度以下时，其电阻为零。这种现象叫做超导效应。超导效应与磁场之间有密切关系，在一定条件下磁场可以破坏超导状态。利用这一现象观测磁场的仪器称为超导磁力仪。这种磁力仪灵敏度可达到 $10^{-5}\sim10^{-6}$ 伽马，适于进行分量相对测量，测量范围极宽，响应频率也较高（0－n×10 周/秒）。因此，近年来得到了很大的发展。但由于仪器工作时需要以液氦作为冷却剂，消耗较大，生产、运输、储存均感不便。解决这一问题的途径在于研制小型专用致冷机或有待较高温度的超导材料的出现。

【磁力梯度仪】 magnetic gradiome ter 是测定磁场梯度的仪器。磁场梯度是个矢量，磁力梯度仪测定的是磁场某个方向的梯度值，如垂直梯度 $\left(\frac{dZ}{dz}; \frac{dT}{dz}\right)$，沿测线方向（x）的梯度 $\left(\frac{dz}{dx}; \frac{dT}{dx}\right)$ 垂进测线方向（y）的梯度 $\left(\frac{dZ}{dy}; \frac{dT}{dy}\right)$ 等。目前使用的梯度仪一般是将两个磁灵敏系统放在某个方向的固定距离上，由此获得磁场的梯度值。其中超导磁力仪可快速地在一点上同时获得几个方向的梯度，可迅速计算出总梯度矢量，提高测量的速度、精度及地质效果。

【磁力仪灵敏度】 sensitivity of magnetometer 是表示磁力仪感受磁场的敏感程度。通常是指磁力仪所能分辨的最小磁场值。如某磁力仪测读系统中可分辨的最小读数为 0.1 格，它代表的磁场值为 1 伽马；则其灵敏度为 1 伽马，数字读数磁力仪，最末一位读数代表 0.01 伽马，则其灵敏度为 0.01 伽马。机械磁力仪常用其格值表示灵敏度。

【磁力仪格值】 scale value of ma－gnetometer 在磁力仪测读系统上一格所代表的磁场值称为磁力仪的格值。其单位为伽马/格。它表示磁力仪观测磁场的灵敏度高低。

【格值仪】 calibrator 是测定磁力仪格值的专用设备。由格值线圈及电流控制装置等两部分组成。格值线圈中通以直流电流时，线圈中心可以产生均匀的稳定磁场，电流控制装置可以供给直流电流并标定其强度。测定格值时，线圈中通以不同强度的电流，观测磁力仪在线圈磁场作用下读数的变化，即可计算出仪器的格值。

【扭鼓改正】 torsion drum corre－ction 利用悬丝式磁力仪在异常区观测时，除计算测点与基点磁力仪读数差值所代表的磁异常值之外，还需计算磁力仪扭鼓的读数差值所表示磁异常值，这仲计算称扭鼓改正。

【辅磁改正】 auxiliary magnetcorrection 利用刃口式磁力仪在异常区进行观测时，除计算测点和基点仪器读数差所代表的磁异常直外，还需计算辅磁所在位置的补偿磁场值，这种计算称为辅磁改正。

【温度系数】 temperature cOeffi－ cient 磁力仪的工作性能与温度有 关，温度每变化 1℃所引起的观测值 变化，叫做温度系数。它有正负之 分，单位是 γ/℃。

【温度改正】 temperature correc－tion 是磁测过程中，消除仪器温度变化对观测结果的干扰而进行的改正。在野外观测过程中要记录仪器的温度，并按预先测定的温度系数对观测结果进行改正。

【稳定度】 stability 指磁力仪在某点的固定方位上，短时间内连续读数的差值。因为短时间内磁场值稳定不变，故能用以表明仪器性能的稳定程度。一般要求磁力仪的稳定度小于最小读数的1/5—1/10。它取决于仪器机械结构的精度及电子线路的噪声水平等。机械或磁力仪的稳定度也称为同向差。

【同向差】 difference of readingsin the same orientation 即“稳定度”。

【转向差】 difference of readings atthe opposite orientation 用机械式垂直磁力仪进行野外观测时，为了消除误差，仪器的读数通常取磁系的N极指向东、西两个方位读数的平均值。东西两方位读数的差值称为转向差。它是磁力仪在不同方位受地磁场水平分量的影响不同及操作不当（如水泡不平）等原因造成的。

【磁力仪方位影响】 orientation effect of magnetometer 垂直磁力仪由于受地磁场水平分量的影响，灵敏系统在不同方位观测时，其观测值不同，称为方位影响。磁测工作之前应调节磁力仪方位影响值，使其符合设计要求。在测点观测时应使磁力仪的灵敏系统的方位尽可能与基点方位一致，从而减少方位影响。某些机械式磁力仪（如悬丝式垂直磁力仪）则需在水平分量影响最小的东西方位观测，并取东西方位读数的平均值以减少方位影响。

【零点掉格】 drift 在消除外界干扰的情况下，磁力仪在某固定位置的观测值随时间的变化，称为零点掉格。也叫零点位移或零点漂移。它的大小是仪器性能优劣的一个主要标志。掉格很大的仪器不能用于磁测工作。零点掉格主要是由悬丝弹性、磁铁磁矩、机械结构变化及电子线路工作点的漂移等原因造成的。

【零点位移】 drift 即“零点掉格”。

【零点改正】 correction for drift 指消除零点掉格影响的改正。零点掉格的数值可以通过某观测点不同时间的重复观测来确定。从重复观测差值中消除日变和温度影响后，即为重复观测时的零点掉格值。可按不同时间的零点掉格值绘成曲线，根据曲线对不同时间的观测点的观测值进行零点改正。

【混合改正】 complex correction 又称“综合改正”。在进行中、低精度磁测时，常常将日变、温度和零点掉格的影响混合在一起加以消除，这种改正称为 混合改正。重复观测的磁场差值是日 变，温度和零点掉格等因素造成的混 合影响。若每天不同时间多次重复观 测固定点，并将各段时间间隔内的混 合影响视为线性，则可根据不同时间 的影响值，绘成混合影响曲线，利用 曲线对不同时间的观测值进行混合改 正。改正的精度取决于重复观测的时 间间隔，间隔时间越短，混合改正精 度就越高，因而进行

高精度磁测有时 也可采用混合改正。

【综合改正】 complex correction 即“混合改正”。

【基点】 base point 地面磁法勘探中，为了起算磁 异常值或进行磁测结果的各项改正，在平稳磁场中设置的特殊观测点，称 为基点，一般观测点则称为测点。因 为各测点的观测值和观测结果的各项 改正值，均需依据基点观测结果而 定，所以基点观测精度要高于测点观 测精度。

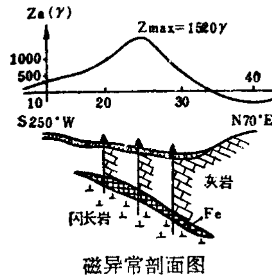
【基点网】 network of base points 是指彼此之间经过连测，使磁场值相互联系起来的若干个基点。其中之一是总基点，一般要设置在正常磁场上，作为整个测区磁异常的零值点。基点网中仅作为确定磁测结果的各项改正值的基点，称为分基点。其他基点则作为一部分测区磁异常的起算点。测区面积较大，或磁测精度较高，需多次重复观测基点时，均需建立基点网。基点网的连测应往返多次观测，或采用高精度磁力仪进行。

【磁测均方差】 mean square error of magnetic measuremot 是磁法勘探中衡量整个测区磁测质量的标志。均方差大，表示磁测精度低，反之，磁测精度高。通常磁测均方差（m），由部分观测点（n）（不少于总观测点数的 3%）的重复观测的差值（δ_1）来计算：$m=\pm\sqrt{\frac{\sum\delta_1^2}{2n}}$

【磁测相对误差】 relative error inmagnetic field measurement 在异常区检查磁异常观测质量，一般不采用均方误差，而是采用平均相对误差。异常区某点检查观测值（z_{a1}'）与原始观测（z_{a1}）差值为 δ_1，点相对误差为：$\eta_1=\frac{\delta_1}{Z_{a1}+Z'_{a1}}\cdot 100\%$。异常区的平均相对误差为 $\bar{\eta}=\frac{\sum_n \eta_1}{n}$（n 为参加计算平均相对误差的异常区观测点数）。磁测的地质任务不同，其异常区平均相对误差的要求也不相同。

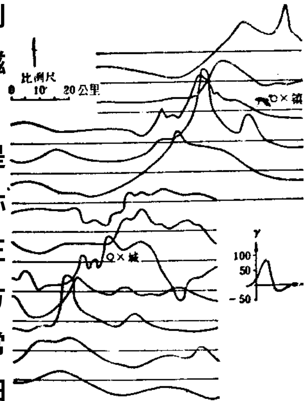
【精测剖面】 Frecision measurenent profile 指提供磁异常定量解释使用的磁测剖面。它的精度要高，要能反映磁异常总体特征。精测剖面要在磁异常的初步解释推断之后布设，剖面上要进行较高精度的地形测量。

【磁异常剖面图】 profile of megetic anomaly 是表示磁异常沿某一测线的变化规律的图件。纵轴代表磁异常强度，横轴代表测点位置。剖面图上一般都注有剖面方向及比例尺。有时，为了使用图件方便，剖面图附有与异常曲线相对应的地形、地质剖面及根据磁异常推断的地质剖面。对于经过钻探验证的磁异常剖面，有时也绘有钻探地质剖面。



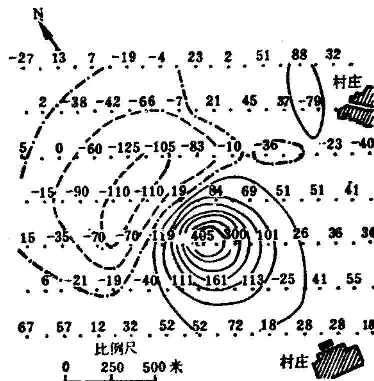
磁异常剖面图

【磁异常剖面平面图】 proftiie of magneta anomratoes on plane 也称“磁异常平面剖面图”。它是用磁异常剖面表示测区内磁异常 平面分布规律的一种图件。图中各测线的磁异常都用剖面图形式表示，各 剖面的比例尺是统一的。因而通过各 测线之间的对比分析能清楚的表示异 常沿平面的分布规律。这种图件有利于反映磁异常的局部特征和细节，从而有利于分析研究叠加磁异常，低缓磁异常和孤立磁异常的规律。



磁异常剖面平面图

【磁异常平面等值线图】 magnetici soanomaly map 是用磁异常等值线表示磁异常在乎面上的分布规律的图件，简称磁异常平面图。它是由若干条等值线构成的、用实线表示正值，虚线表示负值，点划线表示零值。图件上一般都绘有：方位标志、座标或地物等位置标志及比例尺。它适于反映磁异常的走向、连续性、分布规模等异常的整体特征。局部特征和细节常常反映不明显，规模小的局部异常则可能在勾绘等值线时被忽略，因而常常需与剖面平面图配合使用。



磁异常平面等值线图

【磁化率】 susceptibility，magneticsusceptibility 在磁法勘探中是指矿物、岩石和矿石的磁化率。岩石和矿石由于地磁场的作用而产生磁性称为磁化。不同岩、矿石被

磁化的程度不同，受单位强度的磁场磁化所产生的磁性，称为磁化率，用希腊字母 x 表示。岩、矿石磁化率的大小主要取决于岩石的矿物成分（特别是磁铁矿类型的矿物的含量）、岩石结构、矿物颗粒大小和形状等因素。物质按磁化率不同可分为逆磁性、顺磁性和铁磁性等种类。逆磁性物质的磁化率为很小的负值；顺磁性物质的磁化率为稍大的正值；铁磁性物质磁化率很大，而且随温度和磁化磁场的强度而变化。自然界的矿物大部分属于逆磁性和顺磁性，常见的铁磁性矿物仅有：磁铁矿、磁黄铁矿、假象磁铁矿及镍黄铁矿等数种。岩石和矿石的磁化率主要是决定于铁磁性矿物的含量和结构。沉积岩的磁化率为 $0-n\cdot10^{2}\times10^{-6}$ CGSM 单位；火成岩为（$n\times10^{2}-n\times10^{4}7\times10^{-6}$CGSM；变质岩介于这两者之间；磁铁矿矿石有时高达 $n\times10^{5}\times10^{-6}$CGSM 以上。

【铁磁性物质】 ferromagnetic materials 指易于磁化的物质（如铁、钴、镍），当把他们移近磁铁处，磁铁的磁场会使它们产生磁化感应，靠近磁铁 N 极的一端就成为 S 极。这类高磁性物体叫做磁铁性物质。

【顺磁性物质】 paramagnetic materials 是一种非铁磁性物质（如铂、铝、氧），把它们移近磁场时，可依磁场方向发生磁化，但很微弱。要用精密仪器才能测出。

【逆磁性物质】 diamagnetic substance 又称“抗磁性物质”，是一种非铁磁性物质，如金、银、铜、铅。二氧化碳、水等。它们移进磁场，就会发生反向磁化，与磁铁不是相互吸引，而是互相排斥。其磁化强度与顺磁性物质相似或稍弱。

【感应磁化强度】 induced marnetization 是表示岩石和矿石受地磁场磁化所产生的感应磁性大小的物理量，用符号 J_1 表示。感应磁化强度是个矢量，其数值等于磁化率（x）与磁化磁场（T）的乘积，即 $J_1=xT$，方向一般与现代地磁场方向一致，逆磁性物质则方向相反。

【剩余磁化强度】 remanent magnetization 岩石和矿石在形成时所产生的磁性，历经地质变动后保留下来的部分磁性称为剩余磁性。剩余磁化强度是表示剩余磁性大小的物理量，一般用符号 J_r 表示。它的大小和方向与现代地磁场无关，而决定于形成时的环境及所经历的地质变动。几乎所有岩石都具有剩余磁化强度。在磁测工作中，需要测定剩余磁化强度的大小和方向，作为成果解释的依据。古地磁学就是通过岩石剩余磁化强度研究古地磁场，从而解决某些地质问题的一个学科。

【磁矩】 magnetic moment 是表示物体磁性强弱的物理量。磁矩（M）为物体的磁化强度（J）与物体的体积（V）之乘积，$M=J\cdot V$。磁化强度为一矢量，故磁矩也为一矢量。在磁异常的解释推断中，根据异常特征可以计算出对应磁性体的磁矩，在掌握磁性数据的情况下，可藉以推断磁性体的体积（或截面积）。

【均匀磁化】 uniform magnetiza tion 磁性体内各部分磁性均匀（即各处磁 化强度 J 大小相等、方向相同）称为 均匀磁化。这时磁性体的总磁矩 M 可写成：$M=J\cdot V$（V 是磁性体体积，J 是一个不变的矢量）。自然界地 下磁性岩体或矿体在组分较均匀，形 状不复杂的情况下，被均匀的地磁场 磁化，磁性是均匀的。即使由于组分 不同，局部看来并非均匀磁化，但因 在地下有一定埋深，这种不均匀性在 地表看来并不显著，仍可认为是均匀 磁化。

【非均匀磁化】 non－uniform mag netization 磁性物体内各部份磁性不 均匀（即各处磁化强度 J 大小不等，方向不同）叫非均匀磁化。此时物体 的总磁矩 $M=\sum M_j=\sum J_j\cdot V_1$（$J_1$为体积 V_j 内的磁化强度，设在 V_1 内 磁化是均匀的。磁性体的总体积 $V=\sum V_1$）。该式表示磁性体的总磁矩 M 为各部分体积 V_1 的磁矩材 M_j 的矢量 和。非均匀磁化物体的磁场是不易计 算的。自然界地下磁性岩体或矿体由 于组分不同，含铁质不均匀及经受高 温高压作用等而具有复杂的剩余磁化 强度，其大小和方向无规律变化成为 非均匀磁化。如某些火山岩或超基性 火成岩等，其磁异常曲线常是跳跃式 起伏，在磁性体埋藏浅时更为突出。

【磁各向异性】 magnetic anisotro Py 磁性物质沿不同方向磁化的程度不同 称磁各向异性。由磁各向异性的影 响，磁性体在某一方向具有较强的磁 化强度而在另一方向则磁化强度很 少。自然界中某些沉积、变质岩由于 在沉积或变质过程中磁性颗粒的形 状、结构、当时地磁场的方向及沉积后 压力等作用的影响，常使沿层理方向 的磁化强度 J＝大于垂直层理方向的 磁化强度 $J_\perp$，$J=J_\perp$。显示出磁各 向异性。

【反磁化】 reversed magnetization 岩石、矿石的剩余磁化强度的方向与现代磁场方向相反，其数值又大于感应磁化强度的现象称为反磁化。反磁化是产生负异常的原因之一。

【热剩余磁性】 thermoremanentmagnetization（T. R. M）. 铁磁性物质在外磁场作用下所产生的磁性，历经地质变动后，尚能保留一部分磁性。这种磁性称为剩余磁性。在常温条件下，即使外磁场非常大，剩余磁性也并不很大。但在物质由超过居里点的高温条件下冷却时，虽然外磁场不限强，也可能保留下来很强的剩余磁性，甚至比常温条件下形成的剩余磁性高几十到几百倍。这种在高温条件下形成的剩余磁性称为热剩余磁性或称温差顽磁性。火成岩往往具有较大的热剩余磁性。

【温差顽磁性】 thermo－remanentnagnetism 即“热剩余磁性”。

【居里点】 Curie point 铁磁性物质的磁化率与温度有关，当升高到一定温度时，磁化率将急剧下降，使铁磁性物质开始具有顺磁性特征。这个临界温度称为居里点。不同物质，居里点不同。铁的居里点为 750℃—760℃；磁铁矿的居里点为 578℃。

【消磁作用】 demagnetization 又称“退磁作用”。当地质体被外磁场磁化时，在其内部除存在外磁场外，还能产生一个与外磁场方向相反的磁场，抵消一部分外磁场，这一现象称为消磁作用。测定岩石标本磁性时，由于消磁作用，观测所得的磁性数据要低于实际值。磁性越强这种影响越严重，因此测定强磁性标本时，要根据标本的形状，选取适当的消磁系数，作消磁改正。此外由于地质体长轴方向的消磁作用小于短轴方向的消磁作用，因而使磁化磁场方向在地质体内向长轴方向偏移，不再是地磁场的方向。对于弱磁性矿（岩）体，消磁作用小，这种偏移也较小，常可以忽略不计。而磁性较强的矿（岩）石，这种偏移将十分明显。磁法勘探成果解释时，必须注意这一影响。

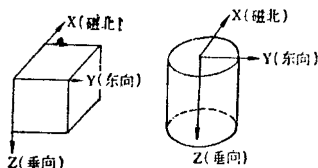
【退磁作用】 demagnetizing effect 即“消磁作用”。

【消磁系数】 coefficient of demagnetization 消磁磁场的大小是与地质体磁化强度J成正比的，但方向相反。即 $He=-NJ$，此式中的比例系数N称为消磁系数，或退磁系数。它与地质体的形状和位置有关。如球形矿体各个方向的消磁系数都为 $\frac{4}{3}\pi$；而某一方向延伸很长的板状矿体，在垂直其两侧面方向消磁系数趋于 4π，在平行其伸长方向上，消磁系数趋于零（无限伸长时等于零）。

【消磁磁场】 demagnetic field 当地质体被外磁场磁化时，其内部除存在外磁场外，还能产生一个与外磁场方向相反的磁场，这个磁场称为消磁磁场。用符号He表示。它相当于分布在地质体表面上假想的磁化“磁荷”在地质体内部产生的磁场。其大小与地质体磁化强度V成正比，但方向相反。

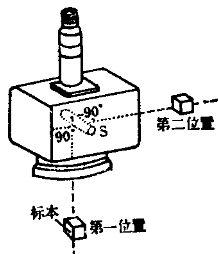
【磁性测定】 measurement of magnetic properties; 是为了合理设计布置磁测工作及正确地推断引起磁异常的地质原因而进行岩（矿）石磁性参数的测定工作。磁法勘探中主要测定的磁参数是岩（矿）石标本的剩余磁化强度和磁化率。测定磁参数的方法很多，在野外条件下常用磁秤测定岩（矿）石标本的磁参数，称为磁秤法。在室内则可根据条件选用无定向磁力仪法。冲击法及旋转磁力仪法等。

【定向标本】 oriented rock sample 为测定岩、矿石剩余磁化强度的方位角及倾角，需将磁性标本在野外条件下定向，经过确定方向之后采集的标本称定向标本。标本野外定向要借助于经纬仪或日晷来确定标本真北及铅垂方向。强磁性标本一般不用磁性罗盘定向。



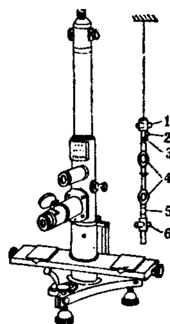
定向标本

【磁秤法】 magnetometer method **是指利用垂直磁秤测定在天然地磁场磁化下岩矿石标本的磁场，来计算标本的磁化率和剩余磁化强度的方法。测定时将标本放在磁秤的正下方，称为磁秤第一位置（标本的高斯第一位置）。由于磁秤脚架的限制，标本与磁秤的距离较远，测定灵敏度较低，所以标本磁性较弱时标本放在磁秤一侧磁系的水平中垂线上，称为磁秤第二位置（标本的高斯第二位置）。当磁系的** N **极指向南时，磁秤具有较高的灵敏度，这时的第二位置则可以测定磁性更弱的标本，此种位置也称为第二位置第三方位。磁秤法测定精度较低，磁性低于** 10^{-4}CGSM **单位时不宜用磁秤法。**



磁秤法测定岩石磁性

【无定向磁力仪】 astatic magnetometer **是用来测定弱磁性岩石标本的磁化率** x **和剩余磁化强度** J_r **的一种磁力仪、它的磁系由两个几何形状相同。磁矩相等、极性相反的磁铁构成。这两个磁铁用轻质铝杆连接，固定在同一垂直面内，并用悬丝悬挂起来。这种磁系在外部均匀磁场中不发生偏转，故称为“无定向磁系”。测定时，标本置于其中一个磁铁的一侧，由于标本磁场的作用，磁系将发生偏转，从而测定标本的磁性。无定向磁力仪的灵敏度和精确度都很高。国产** WCW1－63 **型无定向磁力仪，格值约为** 0．3 **伽马/格，相对误差约为** 15％。



无定向磁力仪
1—磁钢；2—平行辅磁；3—垂直辅磁；4—平面反光镜；5—自动螺钉；6—磁钢

【磁化率仪】 magnetic susceptibility kappameter **是测定岩石露头、岩（矿）石标本和土壤样品磁化率的仪器。它的探头是一线圈绕制的电感元件，将探头放在岩（矿）石露头或标本上，探头的电感量将随样品的磁化率而变化。用桥式电路观测探头的电感，即可测定样品的磁化率。国产的** VCDl—67 **型晶体管磁化率仪，其测定范围为**（10—10^5）$\times 10^{-6}$CGSM **单位。**

【旋转磁力仪】 spinner magnetometer **又称“岩石发电机”。是测量岩、矿石标本的剩余磁化强度矢量的大小和方向的仪器。把标本固定在仪器的旋转部分，当标本转动时在仪器的灵敏系统中产生一定频率（约** 5 **周/秒）的感应电讯号，讯号经专用计算机处理，并打印输出标本磁化强度矢量的数据。旋转部分和灵敏系统安装在多层磁屏中。这类仪器灵敏度最高者可达** 10^{-8}CGSM **单位，不但可用于磁法勘探中的磁性研究，**

也可以用于古地磁研究等弱磁性标本的测量。

【岩石发电机】 rockgenerator 即“旋转磁力仪”。

【磁异常解释推断】 interpretation of magnetic anomaly 对野 外观测获得的磁异常资料结合磁性资 料、地质资料和其他物探资料进行分 析，推断出引起磁异常的地质原因及 磁性体的埋藏深度、产状、形状、磁 性等，从而认识工作地区的地质构造 和矿体分布规律，这个工作过程称为 磁异常解释推断。根据解释推断内容 的不同分为定性解释和定量解释。磁 异常的定量解释应在定性解释的基础 上进行，而磁异常的定量解释又将给 定性解释提供更充分的依据，实际上 两者是不能截然分开的。

【磁异常定性解释】 qualitative in terpretation of magnetic anomaly 根据磁异常的特点，结合工作地区的地层、构 造、岩性及磁性资料，初步判断引起 磁异常的地质原因，大致估计地质体 的形状、产状及空间位置。这些工作 称为磁异常定性解释。它是定量解释 的基础。

【磁异常定量解释】 quantitative interpretation of magnetic ano maly 在磁异常定性解释的基础上，选择一些磁测精度较高的典型剖面，选择合适的计算方法，利用磁场的反演公式计算出磁性体的埋藏深度、产状、形状及其磁性。这一工作称为磁异常定量解释。目前常用的方法很多，如切线法、特征点法、选择法、积分法、理论曲线法等等。对于复杂的磁异常，需要进行适当的数学处理，使其简单化、理想化，以便进一步作定量解释。有时需要进行磁异常的换算，更全面地分析磁异常的特征，进而推断磁性体产状并为定性解释提供更多的根据。磁异常定量解释的计算工作可采用电子计算机来完成。

【正演问题】 direct problem 在磁法勘探的理论研究中，根据磁性体的形状、产状和磁性数据，通过理论计算、模拟计算或模型实验等方法，得到磁异常的理论数值或理论曲线，统称为正演问题。在异常推断和钻探验证的基础上，常常根据已掌握的磁性体的资料进行正演计算，用来修正推断的结果，使其更符合客观实际。

【反演问题】 inversed problem 在磁法勘探理论研究和解释磁测成果时，根据磁异常特征，确定磁性体的形状、产状及其磁性等，称为“反演问题”。（参见正演问题。）

【二度异常】 two－dimensional anomaly 具有一定走向，沿走向方向异常值变化不明显的磁异常，称为二度异常。它是两度空间座标（x、z）的函数。引起二度异常的磁性体称为二度体，如层状矿体、脉状矿体，向斜、背斜等。

【二度体】 two－dimensional body 引起二度异常 的磁性体称为二度体。

【三度异常】 three－dimensional anomaly 没有明显走向，近 于等轴状的磁异常，称为三度异常。它是三度空阎座标（x、y、z）的函数。引起三度异常的磁性体称为三度体，如囊状矿体、透镜体、岩株、岩筒等。

【三废体】 three－dimensional bo－ dy 引起三 度异常的磁性体称为三度体。详见“三 度异常”。

【垂直磁化】 vertical magnetiza tion 指地质体的总磁化强度矢量（感应磁化强度与剩余磁化强度的矢量和）铅垂向下，倾角为 90°，称为垂寡磁化。由于我国地处中、低纬度地区，所以我国垂直磁化情况较少。因为垂直磁化时磁异常的解释推断简单准确，所以常常将总磁化强度矢量的倾角接近 90°（由于纬度较高或剩磁影响）时，近似地当成垂直磁化。有时则需将斜磁化的磁异常经过适当的数据处理转换为垂直磁化的磁异常。参见《化到地磁极》

【斜磁化】 oblique magnetization 地质俸总磁化强度矢量方向呈一定倾角，而且其倾角不为 90°时，都称为“斜磁化”。我国地处中、低纬度地区，所以我国以斜磁化为主。

【特征点法】 mothod of characterisic poiut 是利用异常曲线上某些特征点的座标值，计算矿体的埋藏深度等参数的解释方法。单个矿体磁异常曲线上的极大点、极小点、拐点、零点、二分之一极大值点，四分之一极大值点等，都是特征点。它们的座标与矿体的埋藏深度之间可以用简单的数字公式表示。这个方法计算简捷快速。计算时要事先确定矿体形状，才能选择好适当的计算公式。如仅利用异常曲线上的个别点的座标和异常值进行计算，有时误差较大，对于复杂形状矿体的磁异常，不宜采用。

【切线法】 mehod of tangentiallines 是在异常曲线的拐点、极大点和极小点等处怍切线，利用切线交点的座标值，计算磁性体埋藏深度等参数的解释方法。其优点是简便快速，对于磁性体的形状没有严格的要求，正常场干扰较小。因此应用较广泛。

【选择法】 carves－matching method 也称理论曲线与实测曲线对比法。根据实测异常和地质、磁性资料估计磁性体的产状、形状、大小、埋藏深度和磁性数据，然后计算出它的异常理论曲线，并与实测曲线对比的方法。若两曲线的基本特征一致，则说明所选定的磁性体的参数与实际情况相当；若差别较大，改变参数，再计算，再对比，如此往复，逐步逼近实测曲线。这种解释方法称为选择法。磁性体的理论曲线可采用量板、理论计算、模拟实验等方法求得。电子计算机可快速计算选择法问题。

【二度扇形量板】 sector－chart for calcuiating magnetic anomaly of two－dimensional body 又称“米可夫量板”。是用来计算任意截面形状的水平二度磁性体理论磁场的一种计算图。它是将空间划分成无数个截面为扇形的水平柱体，并使每个柱体在量板的座标原点引起一伽马的磁场，从而将复杂的理论计算简化为计数扇形的个数，所以

称为二度扇形量板。这种量板可以用来计算二度磁性体的垂直磁场和水平磁场。它不受磁化方向和地形等条件的限制。由于计算简捷，在利用选择法进行定量解释推断时经常用这种量板。

【米可夫量板】 two—dimensional sector—chart 即“二度扇形量板”。

【似二度量板】 chart for calculating magnetic field of the quasitwodimensional bodyi 是计算“似二度体”理论磁场的一组扇形量板。似二度体是指沿走向方向长度有限，但其截面形状和埋深都稳定不变的三度磁性体。似二度量板由三种类型的八个量板组成。利用其中的两个或三个量板可以分别计算垂直于走向的中心剖面、端点剖面、非中心剖面及磁性体旁侧剖面的似二度体的磁场。计算时不受截面形状、磁化方向及地形等条件限制。实际上，自然界的二度地质体都是似二度体，因而应用这种量板可以提高解释推断的精度。同时，计算旁侧剖面磁场对消除相邻磁性体的干扰有一定作用。

【叠加磁异常】 overlapping magnetic anomaly 彼此相距较近的几个磁性体的磁异常，互相影响，叠加在一起，称为叠加异常。根据这种异常直接推断出某一个磁性体的参数是很困难的。因此解释时必须进行必要的数据处理，才能得到较好的地质效果。

【剩余磁异常法】 method of reoidual anomaly 引起叠加磁异常的几个磁性体中，其中的一个或几个已被勘探工程控制，可以利用模型、模拟实验或理论计算的方法，得到这些磁性体异常的理论曲线。由实测异常减去理论异常所剩下的一部分异常，称为剩余磁异常。如果理论异常是可靠的，则它是未知的磁性体引起的。故剩余磁异常往往是存在盲矿体的一个标志。利用这种解释方法发现深部盲矿体，称为剩余磁异常法，它实质上是选择法的推广。

【高阶导数法】 higher derivativemethod 是利用各种磁性体磁异常的一阶和高阶导数的不同特点而进行定量解释推断的方法。磁性体磁场的一阶和高阶导数是磁性体磁位的二阶以上的高阶导数，所以称之为高阶导数法。磁场的高阶导数曲线可以直接用磁力梯度仪观测，或由高精度的实测磁异常求得的微分曲线来代替。与磁场相比高阶导数异常与距离的更高方次成反比，因而有利于分辨叠加磁异常和压制区域干扰。这种解释方法不受磁异常的正常场选择的影响。

【积分法】 integral method 是通过磁异常的积分运算求得磁性体产状的定量解释推断方法。通过这种运算可以直接或间接的求得磁性体的产状。积分法一般利用磁异常曲线的一段或全部，有利于消除或压制局部干扰，计 算结果较可靠。这种解释推断方法要 求异常曲线要观测到正常场，因而相 邻磁性体的干扰明显。同时，还要求 计算之前必须确定磁性体的几何形 状，才能正确地选择计算公式。

【矢量法】 vector method 是利用磁性体的总磁异常强度矢量（T_o）的不同的空间分 布规律求得磁性体产状要素的定量解 释推断方法。常用的有矢量交会法、矢量图解法法、矢量倾角法、矢量轨 迹法和矢量包络线法等。总磁异常强 度矢量（T_o）可直接观测或利用垂直 磁异常和水平磁异常作图合成求得。矢量法不受地形条件限制，但正常场 选择正确与否影响较大。计算之前也 需要确定磁性体的几何形状。

【磁异常延拓】 continuation of magnetic anomaly 根据某一面上已知的磁异常值，计算出空间任一点上相应的磁异 常值的方法，在磁法勘探中习惯上统 称为酷异常的延拓。例如已知某一乎 面上的磁异常值后，计算出比此平面 高或低的平面上的磁异常，分别称为 磁异常的向上延拓或向下延拓，已知 某一平面上的磁异常，计算磁性体外 部某铅垂直线上的磁异常，称为旁侧 延拓；已知某一表面上的磁异常值，计算除磁性体以外全部空间的磁异常值，称为全空间延拓等等。目前，向上和向下延拓在磁异常解释中的研究 和应用较为普遍，主要侧重在：区分 矿与岩体异常，求解磁性体的产状，解 释和处理叠加磁异常等。延拓的计算工作量很大，宜用电子计算机完成。

【磁场空间换算】 spatial transformarion of magnetic fiefd 在磁异常的解释推断过程中，为了全面研究磁性体的磁场的特征和性质，以及剔除随机干扰，常常需要根据已获得的磁异常值换算出磁性体不同部位的异常值戎异常的其他分量。这种换算称为磁场的空间换算。主要内容有：同一个观测面上的磁场各分量（Z_a，H_a，ΔT）和磁场的一次导数或二次导数之间的互相换算；由已知观测面上的磁场值（z_a，H_a，ΔT）或磁场的一次导数或二次导数等计算高于已知观测面的某表面之磁场各分量或其导数等。磁场的空间换算在磁异常的解释推断中得到了广泛的应用。计算的工作量大、宜用电子计算机完成。

【异常频率分析方法】 frequercyanalysis method of anomaly 可以将不同宽度和梯度的异常看成是不同频率的信号，例如，范围小而陡的异常相当于高频信号，范围宽而缓的异常相当于低频信号。用这种观点分析、研究异常，称为频率分析方法。它的数学基础是傅立叶（Fonrier）变换。主要是：用傅立叶变换求得异常的“频谱”。根据“频谱”求得磁性体的各种参数，用傅立叶变换对不同频率的异常进行滤波，将它们分离开，然后分别进行解释；从傅立叶变换出发，推导出各种位场换算公式及延拓公式，用于异常处理等。由于电子计算机的广泛应用，频率分析方法有了很大的发展，成为异常的处理和解释中常用的理论和技术之一。

【磁异常滤波】 filtering of magnetie anomaly 可以将剖面图或平面图表示的磁异常看成是空间域表示的不同频率的讯号。例如，范围小、陡度大的异常相当于高频讯号，范围宽而缓的异常相当于低频讯号。可以用无线电通讯中的滤波理论，利用傅立叶（Fourier）变换，将复杂磁异常中不同频率的讯号加以区分。这种计算方法称为磁异常滤波。由于设计的滤波器的频率响应不同，滤波器的滤波性能也各不相同，目前常用的有：高通滤波（滤去低频信号，剩留高频信号），低通滤波（滤去高额讯号，剩留低频信号），带通滤波（滤去高、低频讯号，剩留中频信号），走向滤波（区分不同走向的异常）。磁异常滤波也分为空间域和频率域两种。由滤波器的权系数与空间域的磁场的摺积计算时，称为空间域滤波。由滤波器的频率响应与异常频谱乘积，再将结果计算成空间域的磁场，称为频率域滤波。在电子计算机进行频率域滤波时，宜采用快速傅氏变换（F. F. T）。磁异常的延拓也可看成是空间域的滤波方法，向下延拓相当于高通滤波，向上延拓相当于低通滤波。

【模型实验】 model experiment 用铁粉、磁铁矿或直流载流线圈等，依据磁性体的形状、磁性大小和方向等参数，做成磁性体的模型，用小型磁力仪测量模型的磁异常的实验方法，称为模型实验。任意不规则形体的磁异常理论计算是很繁复的，在实验条件具备的情况下，用模型实验代替理论计算是简便有效的。

【模拟实验】 analog modeling experiment 指设计适当的磁性体的模型，通过观测研究模型的某种与磁场相当的物理场，获得对磁场的认识，而不需直接观测磁场的实验方法。常见的模拟方法有：电阻网络模拟、导电纸模拟、水槽模拟、光模拟等。

【化到地磁极】 reduced to the pole 是一种将斜磁化 ΔT 或 Z_a 磁异常换算为各种垂直磁化磁异常的磁场换算方法，故称化到地磁极。一般换算内容包括：将 ΔT 及 Z_a 换算为引起此异常的磁性体的重力异常 g_m，称为磁源重力异常，它相当于垂直磁化下磁性体的磁位；将 ΔT 或 Z_a。换算为垂直磁化的垂直磁异常的一阶或二阶垂向导数。因斜磁化的原因，磁异常比较复杂（特别是低纬度地区，采用化到地磁极，异常直观简单，较易于解释。换算后的二次导数异常，有利于反映磁性体的浅部特征，而磁源重力异常则有利于反映磁性体的深部特征。因此将化到地磁极同几种异常结合起来进行推断，可以提高地质解释的效果。

【磁源重力异常】 gravity anomalydue to magnetic 3 body 见“化到地磁极”。

【地形改正】 terrain correction 磁法勘探的理论计算一般是假定各观测点处于同一水平面上，但实际地形是起伏的，将起伏地形上的异常换算到同一水平面上的磁异常，称为地形改正。又称曲化平。简单而可用的地形改正方法 有：导电纸或薄水槽模拟实验方法；利用实测 Z_a、H_{ax} 曲线和地形改正量 板的理论计算法等。它们适用于二度异常的地形改正。

【曲化平】　curved surface reduced to a horizontal plane horizontal plane　即“地形改正”。

【程序】　program　利 用电子计算机解决任何一个计算问 题，都可以用机器能够懂得并能完成 的一系列指令把它描述出来，这种为 解决某一计算问题而编写的一系列指 令称为程序。每一条指令相当于对机 器发出一条命令使机器去执行一种确 定的操作。例如算术运算指令能使机 器执行加、减、乘、除的运算，控制 指令能使机器改变工作状态（如使机 器处于输入或输出状态）或停机等。不同的电子计算机有不同的指令系统。指令系统愈完备，把解题的算法 写成程序就越容易实现。大型电子计 算机就具有许多条指令，能编制各种 大规模的解题程序。重磁法勘探中计 算各种复杂形体的重磁异常，将重磁 测结果进行换算，或由磁异常求相应 磁性体的产状等参量，都可利用电子 计算机的指令系统编制程序求得计算 结果。

【指令】　command　见“程序”。

【手编程序】　machine code prog ramming　直 接用某种电子计算机所规定的指令系 统编制的解题程序叫手编程序。不同 规格的电子计算机的指令系统并不完全相同，所以手编程序与具体的机器密切相关。为此，在编制手编程序时，必须了解机器本身的许多特点。手编程序与实际要求做的内容在形式上有很大差距，它没有直观性，编写程序繁杂，但是，程序可以编得比较简短。

【算法语言程序】　algorithmic language　用算法语言编写的程序叫算法语言程序。算法语言是表达解题算法的一种语言。算法语言程序的特点是完全摆脱了对机器指令系统等的依赖关系。即不要求对机器本身有太多的了解，它与一般代数运算中的形式相当接近，比较直观，编写程序比手编程序简便。但计算机本身并不懂得算法语言，还需要人们预先配一套手编“编译程序”，由它负责把算法语言翻译成机器懂得并能完成的一系列指令形式组成的程序。编制算法语言程序较手编程序要快，同一种算法语言对不同的机器基本相同，它有助于程序的交流推广。

【最优化方法】　method of optimization　是指在重磁异常解释中选择地质体模型的各参量，使其产生的理论曲线与实测的曲线，在最小二乘意义下偏差最小。即所选择的参量应使函数 φ 达到最小，则对应的参量就确定为解释结果。函数 $\varphi=\sum_{K=1}^{m}[\Delta Z_K-fx(x_1, X_2 \cdots\cdots x_n)]^2$ ΔZ_K 为实测异常；f_K 为理论异常，K 为测点序号，x_1，$\cdots\cdots X_n$ 为地质模型体的各参量；m 为测点数；n 为参量个数）。这种方法利用整条测线的数据，较特征点法或任意点法要优越。可利用电子计算机自动修改地质模型参量使函数 φ 达到最小，记下最后模型体的参量作为解释的结果。

【日变法】 method of diurnal variation 异常区测得的日变曲线与正常区测得的日变曲线的差值，称为日变异常。利用日变异常分辨矿与非矿磁异常的方法，称为日变法。有些磁性体的 $Q\left(\frac{J_r}{J_t}\right)$ 值较小，日变异常较大，有些磁性体的 $Q\left(\frac{J_r}{J_t}\right)$ 值较大，日变异常较小，因此利用日变异常可能分辨矿与非矿异常。日变异常值微弱，因此，要用灵敏度高、稳定性好的仪器进行观测才有可能取得一定的效果。

【人工磁化法】 method of artificialmagnetization 用人工磁场来研究异常源的方法。工作时，在被评价的磁异常区的地面上铺设电缆（可以是长方形或矩形的不接地回线，也可以是接地的长导线），通以直流电或甚低频的交流电。根据比奥一沙伐尔定理，在导线周围建立起磁场（称为一次场），地下磁性体被感应磁化，在其外部又产生磁异常（称为二次场）。人工磁化法就是观测和研究二次场来分辨矿和非矿异常的方法。人工磁场的特点是：1）随深度的增加或远离电缆，人工磁场衰减很快；2）人工磁场在地下各点的方向不同。理论研究和实验结果说明，利用人工磁异常资料和普通磁异常资料可以区分矿与非矿异常；根据人工磁异常的不同退磁效应，也有助于区分矿与非矿异常，在有利条件下还可以进一步得到矿体的产状资料，可以较准确的估算磁性体的顶部埋深。对中等强度的磁异常（如 H2500γ 左右）在目前能达到的观测精度的条件下，人工磁化法的勘探深度可达到 100 米左右。由于实际技术上难于满足方法的理论条件，如电缆线框布设、二次场观测点的定位、克服一次场干扰等。目前，人工磁化法的研究、应用还不够。但是，就共目前研究成果看，人工磁化法不仅在普查阶段，而且在勘探阶段都有广阔的发展前景。

【航空磁测】 aeromagnetic surveying 是航空地球物理勘探的一种主要方法。利用航空磁力仪（磁饱和式、质子旋进式光泵式等），在空中测定总磁场强度 T 或总磁场异常 ΔT 或 T 的梯度等，从而普查磁性矿体和研究地质构造等问题。航空磁测具有速度快、精度高、不受地表干扰及自动化程度高、可研究不同高度磁场等特点。航空磁测可分为两类：一类是研究区域地质构造及普查油气田远景地区，其工作比例尺为 1∶100—1∶5 万，以 1∶50 万—1∶20 万为多；另一类是进行地质填图，圈定各种金属、非金属成矿带及普查大、中型铁矿，工作比例尺为 1∶：20 万一1∶：2.5 万。普查和勘探大型油气田和铁矿床时广泛使用。

【航空定位】 airborne location 是将航测时飞机飞行的航迹，准确地标定到与工作比例尺相同的地形图或航空照片上的方法。目前采用的定位方法主要是目视定位（即地形图定位）、航迹摄影定位及无线电波定位法等。

【航迹摄影定位】 aerial photograph fix 在飞机主体中心线上安装短焦距照相机，在飞机进入测线后连续或间断地对地面垂直摄影，所得地形照片与航空照相平面图或地形图对比，确定飞机飞行航迹的方法。这种定位方法不宜在地形地物特征不明显的海洋、草原、沙漠地区使用。它只能定位不能领航。偏航误差一般不超过 50 米。

【无线电导航定位】 radio rangefix 在地面设置三个相隔一定距离的无线电发射台，在飞机上安装一台无线电接收机，一台多普勒导航仪，用双曲线交会法，或采用测量无线电波的相位差确定距离，从而确定飞机的位置；如果偏航，以导航仪校正航向；这种方法称为无线电导航定位。在目视领航定位、摄影定位无能为力的海洋、沙漠、草原地区必须采用无线电导航定位。无线电导航定位受外界无线电波的干扰，所以应尽可能压缩接收机的通频带。这种方法不宜在地形切割剧烈的地区使用。在地形平坦地区采用这种方法偏航误差很小，可达 5 米。

【基线飞行】 base－line flying 对于具有零点位移的航空磁力仪（如磁通门磁力仪），为了确定每架次的零点变化，并取得混合改正值或零点位移改正值，每次测量飞行的开始和结束都需在选定的基线上测量。这就是基线飞行。基线应选在机场附近的平稳磁场中，长度约 5 公里左右。在每次测量飞行前、后的两次基线飞行中，要求飞行高度相同，约 200 米或 300 米。两次飞行方向最好相同。

【偏向飞行】 declination flying 为了消除飞机沿不同方位飞行时，飞机产生的干扰磁场对航测结果的影响，需要沿不同方位进行飞行来测定影响值。这一飞行称偏向飞行。偏向飞行的方法是在比较平稳的磁场中选择一个中心点，以不同飞行方向通过中心点，取得飞机在不同方向通过中心点时的磁场值。偏向飞行主要在对飞机干扰场作补偿时进行。在高精度测量中，其结果也用于消除飞机的偏向影响，通常称偏向改正。

【飞机磁干扰场补偿】 compensation for airplane′s magnetization 进行航空磁测时，由于飞机飞行方向和运动状态的不同，飞机上的磁性元件产生的磁场对磁测仪器灵敏元件的影响也不同，这对磁测记录是一种干扰。为了保证航空磁测具有一定的测量精度，需要对这种干扰进行补偿，称为飞机磁干扰场补偿。为此首先要飞机在不同方位飞行（一般作八方位的米字形飞行），并作俯冲、爬升和左右倾斜等动作，从中取得飞机磁干扰的影响值，然后用适当方法补偿。目前常用的是在探头处 x、y、z 三个座标方位上安装补偿线圈来产生补偿磁场，以及在探头外壳贴上适当大小和方位的坡莫合金片，用它的感应磁场来补偿飞机的感应干扰磁场。

【切割线与控制网飞行】 cross flying and control－network flying； 航空磁测中消除外界影响的各项改正的误差比较大，同时由于飞行技术所限，飞行的方向和高程都很难控制，各测线的正常场往往不能处于同一水平。为了将各测线统一到同一起始水平，要进行切割线飞行。切割线与测线近于垂直。各切割线近于平行，其间距视磁测精

度而定。在图上一般为 30—50 厘米。都要作一次闭合观测，以消除误差。切割线之间以联络线相联系。每一闭合环的飞行时间短，精度比较高。各测线的正常场，一般都可以按切割线的磁场值进行调整。使全测区所有测线的正常场得到统一。

【航磁异常地面查证】 ground check on aeromagnetic anomaly 对于航空磁测中发现的磁异 常，为了知道它在地面的确切位置，查明引起该磁异常的地质原因，就需要布置一定的地面工作来查证所发现 的磁异常。这一工作称为航磁异常的 地面查证。航磁异常地面查证的方法 有：地质调查，物探（以磁法为主，配合其它物探方法），化探和探矿工程 等。按工作程度可分为踏勘检查、面 积性详查和工程验证三级。踏勘检查 后要填写航磁异常踏勘检查卡片，面 积性详查和工程验证后要提交相应的 查证报告。

【磁性体等深度图】 isobath－map of magnetic bodies 根据测区内 引起磁异常的所有磁性体的推断深 度绘出的等深度线图。研究地质构 造和普查油气田远景区的航空磁测，飞行高度大，所获得的大型磁异常多 数是由埋藏很深的结晶基底的磁性岩 石引起的。因此，等深线的变化通常反映了结晶基底的深度变化规律。数值小的等深线表示基底隆起，数值大的等深线表示基底凹陷。等深线的形态反映了基底的构造形态，它对研究基底的构造、绘制基底构造图有重要意义。

【磁异常解释推断图】 map of interpretation of magnetic anomaly 反映磁异常解释推断的地质结论的图件，是磁测工作的最终成果。磁测工作结束后一般都要编绘这种图件。推断成果图一般都是综合图件。它既反映根据异常推断的地质成果，又要编绘与异常解释推断有关的已知地质资料。图中已经验证和未经验证的推断成果及已知资料应采取不同符号，分别表示不能混淆，这样才有利于表明物探成果的研究程度。

【海洋地磁测量】 ocean－geomagnetic survey 在海洋地区进行的磁法勘探工作简称海洋磁测。早期，曾使用饱和式磁力仪。目前，常用核子旋进磁力仪、光泵磁力仪或海上梯度仪（包括水平梯度仪和垂直梯度仪）等进行连续测量。为防止船体和航行对仪器的影响，以及波浪的干扰等，仪器探头要密封放置在海水面以下一定深度。海洋地磁测量的资料整理和解释推断与航空磁测大体相同。

【船体影响】 influence of ship－body 指船体对海洋磁测观测数据的影响。海洋磁测中必须消除船体影响。早期，曾专门设计了无磁性船。目前，采用核子旋进磁力仪等进行海洋地磁测量，不需要使用无磁性船，只要通过实验测定船体的影响范围，确定核子旋进磁力仪在船后观测时的最小距离，实际上是最佳距离（电缆最短、抖动度和噪声均不增加），便能保证海洋磁测的正常进行。

【方位影响】 azimuthal influence 在海洋磁测中船舰拖曳核子旋进磁力仪探头处于不同方位时船体对观测数据的影 响，叫做方位影响。在方位影响严重的 地区，应考虑测线的部署和观测方位 的选择，或对观测数据进行适当改正。方位影响和船体影响要做综合考虑。当电缆长度小于船体影响范围时，就 要考虑方位影响。目前，拖曳电缆可 以足够长，一般不进行方位影响改正。

电法勘探

【电法勘探】 electrical prospec ting 是根据岩石和矿石电学性质（如导电性、电化学活动性、导磁性和介电性，即所谓“电性差异”）来找矿和研究地质构造的一组地球物理勘探方法。它是通过仪器观测人工的、天然的电场或交变电磁场，分析，解释这些场的特点和规律达到找矿勘探的目的。电法勘探分为两大类。研究直流电场的，统称为直流电法，包括有电阻率法、充电法、自然电场法和直流激发极化法等；研究交变电磁场的，统称为交流电法，包括有交流激发极化法、电磁法、大地电磁场法、无线电波透视法和微波法等。按工作场所的差别，电法勘探又分为地面电法、坑道和井中电法、航空电法、海洋电法等。

【直流电法】 D. C. electric method 是电法勘探的一大类方法。其共同特点是研究与地质体有关的直流电场的分布特点和规律来找矿和解决某些地质问题的。直流电法利用的场源有人工的和天然的。利用的电性差异有岩石矿石的电阻率差异和电化学活动性差异。测量电场后通过计算表示的参数有视电阻率（ρ_S）和视极化率（η_S）等。利用人工场源的直流电法包括有电阻率剖面法、电阻率测深法、充电法、直流激发极化法等。利用天然场源的直流电法有自然电场法等。

【交流电法】 A. C. electric method 是电法勘探的一大类方法。其共同特点是研究与地质体有关的交变电磁场的建立、分布、传播特点和规律来找矿和解决某些地质问题的。交流电法利用的场源有人工的或天然的，利用的物性参数有介电常数（ε）、导磁率（μ）、电导率（σ）等。测量的参数有金属因数（M），电磁场的振幅、相位、实分量、虚分量、倾角等。交流电法中利用人工交流电场的有交流激发极化法；利用人工交变电磁场音频连续波的有倾角法、振幅相位法等；利用人工交变电磁场脉冲波的有感应脉冲瞬变法；利用无线电波的有长波电台法、无线电波透视法等；利用人工微波的有测视雷达法等。利用天然交变电磁场的有大地电流法、磁大地电流法、天然音频磁场法等。

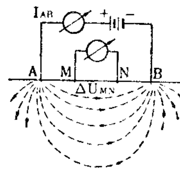
【电性差异】 electrical propertycontrast 指岩石、矿石电学性质 的差别。电性差异是电法勘探的主要 物理依据。包括岩石、矿石导电性、电化学活动性、介电性等

的差异。如 电阻率法就是依据岩、矿石导电性的 差异找矿和研究地质构造的。利用电化学活动性找矿的有自然电场法和激 发极化法。电磁法则主要依据导电性 和导磁性的差异。电性差异除和岩 石、矿石本身的因素有关外，还和外 界因素有关。如对有一定孔隙度的岩 石来说，可能因孔隙含有不同矿化度 的水而使其电阻率发生明显变化。

【电阻率】 resistivity 是指电流垂直通过单位体积的岩石或矿石时，所受阻力的大小。是表示岩石或矿石导电能力大小的参数，常用字母 ρ 表示。电法勘探的实用单位是欧姆·米（Ω·M）。电阻率越高说明导电能力越差。影响岩石或矿石电阻率的因素有：岩、矿石中良导电矿物的含量；岩、矿石的结构；岩、矿石中水溶液含量及其盐离子浓度，温度等。在电法勘探中习惯上把电阻率高于围岩电阻率的地质体称为高阻体。反之，称为低阻体。

【电导率】 electric conductivity 是表示电流通过某种物质难易程度的参数。是电阻率的倒数，用符号 σ 表示：单位是姆欧/米，或姆/米。

【电阻率法】 resistivity method 是根据岩石和矿石导电性的差别，研究地下岩、矿石电阻率变化，进行找矿勘探的一组方法。它是用直流电源通过导线经供电电极（A、B）向地下供电建立电场，经测量电极（M、N）将该电场引起的电位差（ΔU_{MN}）引入仪器进行测量。M、N 间地下的岩石视电阻率计算公式是 $\rho_S = K\dfrac{\Delta U_{MN}}{I}$。（$\rho_S$ 是视电阻率，单位是欧姆·米，K 是电极排列系数，又称装置系数，ΔU_{MN}是测量电极之间的电位差，单位是毫伏，I 是供电回路中的电流强度，单位是毫安，电阻率法是找矿、找水和研究地质构造的常用方法。电阻率法又分为剖面法和测深法两大类。



电阻率法图示

【视电阻率】 apparent resistivity 是电阻率法用来反映岩石和矿石导电性变化的参数。用符号 ρ_S 表示。在地下存在多种岩石的情况下，用电阻率法测得的电阻率，不是某一种岩石的真电阻率。它除受各种岩石电阻率的综合影响外，还与岩、矿石的分布状态（包括一些构造因素）、电极排列等具体情况有关，所以称它为视电阻率。

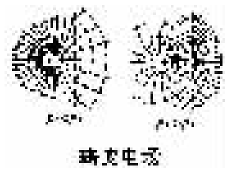
【正常电场】 normal electric field 由供电电极（A、B）在均匀介质中建立的电场，称为正常电场。正常电场的电流线分布特点是从正极流向负极；在 A、B 电极附近电流线密集呈辐射状；在 A、B 中垂面附近电流线平行地表；靠近供电电极以及地表附近电流密度大，深处电流密度小。在正常电场条件下，用电阻率法测得的视电阻率 ρ_S

等于均匀半空间岩石电阻率（ρ_1）。



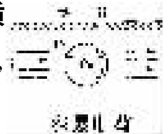
正常电场

【畸变电场】 distorted electricfield 又称“异常电场”或“异常场”。是指地下导电性不同的地质体，如良导矿体和高阻基岩所引起电场变化。畸变电场的电流线分布特点是：地下有良导体时将“吸引”电流，使电流线靠近良导体，地表处的电流密度变小，地下有高阻基岩时将“排斥”电流，使电流线远离高阻基岩，因而地表处的电流密度增大。根据畸变电场的特点，可以分析、推断地下地质情况。图为在垂直接触岩层分界面水平面上的畸变电场。实线为电流线，虚线为等位面。



【异常电场】 anomaly electricfield 即“畸变电场”。

【积累电荷】 accumulative electriccharge 当向地下供给直流电的过程中，在任何不同电阻率的分界面上（如接地电极表面、矿体与围岩分界面、不同电阻率的岩石分界面上）都存在一种电荷，称为积累电荷。它的存在，引起了正常电场的畸变。积累电荷的符号与向地下供给的电流方向有关。当电流由高阻介质流向低阻介质时，在分界面上积累负电荷；相反，当电流由低阻介质流向高阻介质时，在分界面上积累正电荷。图为良导球体（$\rho_0<\rho_1$）两侧的积累电荷。



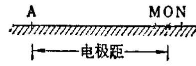
【电极排列】 electrode array 指电法勘探中供电电极 A、B 和测量电极 M、N 的排列关系。分为剖面排列和测深排列。剖面排列是指 A、M、N、B 电极之间的距离保持不变，沿测线方向同时移动的电极排列。它是研究沿剖面方向向电阻率变化的。按电极排列方式不同，又分为对称剖面排列、偶极剖面排列，联合三极剖面排列等。如果 AB 不动，MN 在其中间移动，则称为中间梯度排列。测深排列是指在测点上，M、N 极的中点（即记录点 0）不动，M、N 极和 A、B 极按一定比例关系变化，A、B 极逐渐向两侧远移的电极排列，它是研究测深点下，垂向方向电阻率变化的。按电极排列方式不同，又分为对称测深排列、三极测深排列、偶极测深排列等。

【温纳排列】 Wenner array 是供电电极和测量电极以等距离排列的剖面排列方式。国外常用的符号是 C_1、P_1、P_2、C_2（C_1、C_3 是供电电极，P_1、P_2 是测量电极）。温纳排列国内少用。

C_1　P_1　P_2　C_2

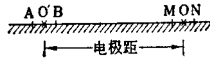
温纳排列

【三极排列】 pole—dipole array 是电极排列的一种基本形式。供电电极 A 和测量电极 M、N 以一定距离排列在一条直线上。当电极距（AO）不变时，构成三极剖面排列；当电极距（AO）变化时，构成三极测深排列。另一供电电极（B）在无穷远处。



三极排列

【偶极排列】 dipole electrode array 是电极排列的一种基本形式。供电偶极 AB、测量偶极 MN 以一定距离（OO′）排列在一条直线上。电极距（OO′）不变时，构成偶极剖面排列；电极距（OO′）变化时，构成偶极测深排列。（其他变种详见“偶极测深”）。



偶极排列

【电极排列系数（K)】 geometricfactor of electrode array K 又称装置系数。是计算视电阻率 ρ_S 时的距离系数。计算公式为：

$$\frac{2\pi}{\frac{1}{\gamma_{AM}}-\frac{1}{\gamma_{AN}}-\frac{1}{\gamma_{BM}}+\frac{1}{\gamma_{BN}}}$$

（γ_{AM}、γ_{AN}、γ_{BM}，γ_{BN} 分别表示电极 AM、AN、BM、BN 之间的距离。单位为米。）各种电极排列系数 K 的简化式都可以由它导出。如对称四极剖面法 $K_{AMNB}=\frac{\pi\times AM\times AN}{MN}$；三极剖面或联合剖面法

$$K_{AMN\infty}=2\pi\frac{AM\times AN\times BM\times BN}{MN\ (AM\times AN+BM\times BN)}$$

中间梯度剖面法

$$K_{MN}=2\pi\frac{AM\times AN\times BM\times BN}{MN\ (AM\times AN+BM\times BN)}$$

偶极剖面法

$$K_{ABMN}=2\pi\frac{AM\times AN\times BM\times BN}{MN\ (AM\times AN-BM\times BN)}$$

【装置系数】 array factor 即电极排列系数（K）。

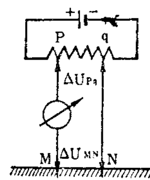
【接地电阻】 ground resistance 理论上是指电流由电极表面经过邻近的土壤、岩石流到无穷远所需要克服的总电阻。实际上，它取决于电极邻近的土壤、岩石的电阻率。接地电阻过大，会妨碍向地下供电。可以通过改善接地条件来减小接地电阻（如用浇水或盐水的办法来减小电极邻近土壤、岩石的电阻率）或用增加电极数目或把电极打深些的办法来增大电极与土壤的接触面积等。

【极化电位差】 polarization potential difference 又称“电极电位差”。是指两测量电极之间的电极电位差。当金属电极与土壤中水溶液接触时，很快自动形成电极电位，两电极的电极电位差习称极化电位差。在直流电法中，它是一种干扰，必须在测量之前设法消除。

【电极极化电位差】 electrochemlcaipotential of electrodes 即“极化电位差”。

【不极化电极】 non－polarizing ele ctrode **是一种特制的测量电位差 用的接地电极。目前用的是将紫铜棒 放在盛有饱和硫酸铜溶液的素烧瓷罐 中，铜棒是通过由素烧瓷罐渗透的硫 酸铜溶液的离子来导电的。这样的接 地条件，可使电极的极化电位差减小 到** 1 **毫伏以内，也减小了测量电极本 身的极化电位差，故称为不极化电 极。**

【探矿电位计】 prospecting potentiometer **是用补偿法原理制造的一种测量地面电位差的直流电法仪器。所谓“补偿法”是指由仪器输出已知的可调节的电位差** ΔU_{pq}**，去抵消（补偿）掉由测量电极引入仪器的被测电位差** ΔU_{MN}**。当调节由仪器输出的已知电位差** ΔU_{Pq}**大小恰好等于被测电位差** ΔU_{MN}**时，作为仪器指示用的检流计指针指零。这时，由调节已知电位差的旋扭可读出被测电位差值。它的优点是：恰在补偿时，测量回路电流为零，可减少接地电阻的影响。缺点是灵敏度不高，在接地条件差的地区会产生较大误差。**



探矿电位计

【补偿法原理】 principle of compensation **见“探矿电位计”。**

【电子自动补偿仪】 electron－automatic－compensator（meter） **是利用电子自动补偿原理制作的直读式直流电法仪器。工作时，由仪器输入端引入的被测直流电位差** ΔU_{MN}**被一开关（调制）断接为交流讯号，交流讯号经交流放大器放大后，由同步检波器转变（解调）为直流电流。最后把直流电流通过表头串连反馈到输入端，从表头读出被测电位差。它一方面保留了探矿电位计“补偿法”的优点，即在测量回路中用仪器内部能自动调节的电位差去抵消被测电位差（深度负反馈），可加大仪器的输入阻抗，减少接地电阻的影响；另一方面，采用电子线路，提高了仪器的灵敏度，可在接地条件差的地区工作。仪器稳定性较好。电子自动补偿仪可用于直流电阻率法、激发极化法、自然电场法测量电位差和电流。在实验室可作为高输入阻抗的直流毫伏表用。国产型号有** DDC－2 **型（电子管式）、**DDCJ－1 **型（晶体管式）和** JDC－1 **型（集成电路式）等。后两种配有控制线路，可供激发极化法专用，还可以通过指针读数的连续变化来观察激发极化衰减现象。**

【电阻率剖面法】 resistivity profiling **简称“电剖面法”。是指** A、M、N、B) **电极距保持不变，同时沿一定剖面方向逐点观测视电阻率**（ρ_S）**，研究剖面方向地下一定深度的岩、矿石电阻率变化的一组方法。它主要用来探测陡立产状的地质体或构造（如陡立产状的金属矿体、岩层界限、断裂带等）。根据电极排列方式不同，又可分为对**

称剖面法、联合剖面法、偶极剖面法等。中间梯度法也属于剖面法一类。

【电剖面法】 electrical profiling 即“电阻率剖割面法”。

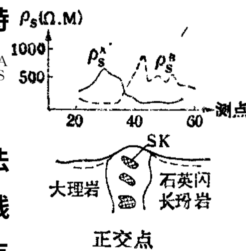
【联合剖面法】 composite profiling method 是电阻率联合三 极剖面法的简称。它由两个三极排 列 AMN∞和∞MNB 联合组成。

符号∞代表它们公用的无穷远极（C）。实际工作中，无穷远极 C 是固定 在测线的中垂线上，距离最近的测线 五倍 AO（O 点是 MN 中点）。工作时，AMNB 四个电极保持电极距离不变，沿测线同时逐点移动。在剖面的每一点上，首先由 A 和 C 极供电，测得 ρ_S^A 值，然后由 B 和 C 极供电，测得 ρ_S^B 值。因此，在一条测线上有 ρ_S^A 和 ρ_S^O 两条曲线。ρ_S^A 用实线绘出，ρ_S^B 用虚线绘出。A 极或西、南方位绘在左侧，B 极或北、东方位绘在右侧。联合剖面法是电阻率剖面法中应用较多的一种方法。具有分辨能力强的优 点，主要用来寻找良导性矿体和含水断裂破碎带。缺点是装置笨重，工作效率低等。

联合剖面法

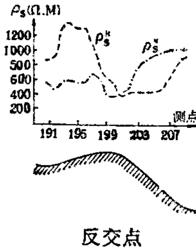
【无穷远极】 infinite electrode 指联合剖面法中的供电电极 C。通常把“无穷远”极布置在垂直于测线的方向上，距最近测线五倍以上的电极距（AO）处。这样布置“无穷远”极的目的是为了消除“趋于无穷远”的 C 极对观测结果的影响。

【正交点】 positive（point of）in－terseotion 是联合剖面法 ρ_S 曲线正交点的简称。它是指有一定埋深的良导体上联合剖面曲线的特征点。曲线特征是：在交点左方 ρ_S^A 曲线高于 ρ_S^B 曲线，在交点右方 ρ_S^B 曲线高于 ρ_S^A 曲线。此外，由山谷地形影响也可以形成正交点。



正交点

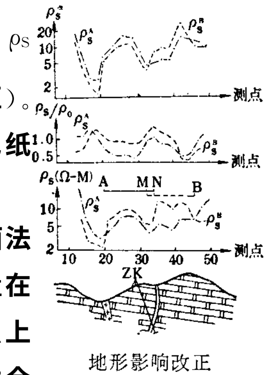
【反交点】 negative（point of）in－terstion 是联合剖面法 ρ。曲线反交点的简称。它是指有一定埋深的高阻体上联合剖面曲线的特征点。曲线特征是：在交点左方 ρ_S^B 曲线高于 ρ_S^A 曲线，在交点右方 ρ_S^A 曲线高于 ρ_S^B 曲线。此外，由山脊地形影响也可以形成反交点。



反交点

【地形影响改正】 terrain correction 是指从野外实测的 ρ_S 曲线中消除地形起伏影响方法。它可以采用如下经验公式：$\rho_S^{改}=\frac{\rho_S^{复}}{\left(\frac{\rho_S^{形}}{\rho_S}\right)}$（$\rho_S^{复}$）是野外 实测的复杂地形的 ps

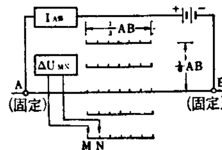
值，它包括地形影响和地质体影响，$\frac{P_S^{形}}{\rho_O}$是由模拟实际地形获得的 ρ_S 值与模拟介质电阻率 p_0 的比值，$\rho_S^{改}$ 是地形改正后的视电阻率值)。目前，获得 $\rho_S^{形}$ 曲线的方法有计算法和模拟法。模拟法又有导电纸法、薄水层法、土模型法和电阻网络模拟法等。



地形影响改正

【对称剖面法】 symmetrical profi－ling 是电阻率对称剖面法的简称。工作时，AMNB 四个电极对称于 MN 中点（O 点）布置在一条测线上，保持电极距离不变，沿剖面逐点观测。在每个测点上只观测一个 ρ_O 值。对称剖面法的视电阻率 ρ_S^{AB} 值是相同极距的联合剖面法视电阻率 ρ_S 和 ρ_S^{B} 的平均值，即 $p_S = \frac{1}{2}\rho_S^{A} + p_S^{B}$)。可见，当已知某测线的联合剖面曲线时，可用平均的办法求得对称剖面曲线，对称剖面法所反映的异常幅度比联合剖面法小。它的优点是装备轻便，常用于大比例尺地质填图时划分岩层接触界限。

【中间梯度法】 central gradient array method 指在供电电极 AB 中间 1/3－1/2 范围内进行梯度测量的方法。中间梯度法不仅在 AB 极所在的测线上观测，而且还可以在相邻测线上观测，但最远的测线一般不超过距 AB 极所在测线的 1/6AB 距离。它适于寻找高阻的岩脉或岩层接触界限。最大的优点是生产效率较高。



中间梯度法

【偶极剖面法】 dipole－dipole array 是电阻率偶极剖面法的简称。电极排列的特点是 AB 极（中点为 O′）和 MN 极（中点为 O）距离的大小与电极距 OO′相比较都很小，供电偶极 AB 在测量电极 MN 的一侧。偶极剖面法 ρ_S 曲线特点是异常明显。但是，由于相应的假异常交点的存在，使解释复杂化。所以，目前此法应用较少。

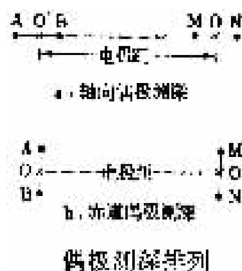
【电阻率测深法】 resistivity sounding 简称电测深法。它是在地面的一个测深点上（即 MN 极的中点），通过逐次加大供电电极 AB 极距的大小，测量同一点的、不同 AB 极距的视电阻率 ρ_S 值，研究这个测深点下不同深度的地质断面情况。电测深法多采用对称四极排列，称为对称四极测深法。在 AB 极距离短时，电流分布浅，ρ_s 曲线主要反映浅层情况；AB 极距大时，电流分布深，ρ_S 曲线主要反映深部地层的影响。ρ_S 曲线是绘在以$\frac{AB}{2}$和 ρ_S 为座标的双对数座标纸上。当地下岩层界面平缓不超过 20°时，应用电测深量板进行定量解释，推断各层的厚度、深度较为可靠。电测深法在水文地质、工

程地质和煤田地质工作中应用较多。除对称四极测深法外，还可以应用三极测深、偶极测深和环形测深等方法。

【电测深法】　electrical sounding　即“电阻率测深法”。

【对称四极测深】　four－pole sounding symmetrical　见“电阻率测深法”。

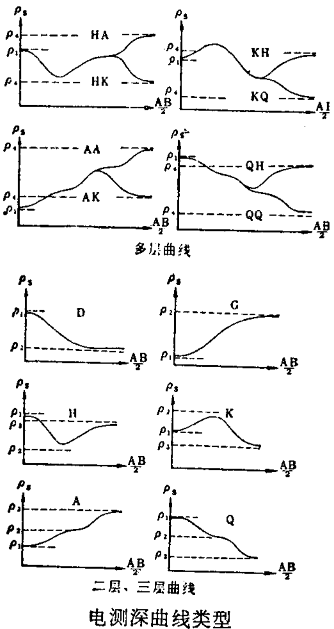
【偶极测深】　dipole electrode sounding　是电阻率测深的一种方法。它是通过研究电偶极子场的变化规律来了解地电断面特征的。实际工作中，是把测量偶极（MN）放在供电偶极（AB）的一侧或旁侧，并满足 AB 距离和 MN 距离远远小于 OO′的距离。工作中观测的是逐渐加大 OO′时的地下岩石视电阻率（ρ_S）的变化。记录点是 OO′的中点。按供电偶极和测量偶极相对位置的不同，分为不同的测量形式。其中常用的有轴向偶极测深（图 a，MN 位于 AB 连线的一侧或两侧）、赤道偶极测深（图 b，MN 平行于 AB，MN 可在 AB 的一侧或两侧）。偶极测深和对称测深比较，其优点是可以大大减少供电导线，p_S 曲线的分辨能力高，其缺点是需要较大功率的供电电源。



偶极测深排列

【环形测深】　loop－shaped sounding　指在同一个测深点上不同方位（通常是四个方位）的电阻率测深法。观测结果反映该测深点的不同方向的岩层视电阻率的变化。常用来研究岩石的各向异性，如确定断层走向、岩溶发育方向、岩层倾斜方向等。

【电测深曲线类型】　types of electrical sounding curve（s）　是根据地电断面的电性特点划分的电测深曲线种类。分为二层、三层和多层曲线。当地表水平、地下只□有一种介质时，电测深 ρ_S 曲线为一直线。地下为水平二层介质时，电测深 ρ_S 曲线有两种类型：ρ_2□ρ_1（G 型）；ρ_2□ρ_1（D 型）。地下为水平三层介质时，电测深 ρ_S 曲线有四种类型，即 H 型曲线：中间层电阻率比上下两层都低（ρ_1□ρ_2□ρ_3）；K 型曲线：中间层电阻率比上下两层都高（ρ_1□ρ_2□ρ_3）；A 型曲线：岩层电阻率由上向下依次增大（ρ_1□ρ_2□ρ_3）；Q 型曲线：岩层电阻率由上向下依次减小（ρ_1□ρ_2□ρ_3）。水平四层介质电测深曲线有八种类型。如前三层为 H 型（ρ_1□ρ_2□ρ_2），后三层为 K 型（ρ_2□ρ_3□ρ_4），则称为 HK 型；依此类推，有 HA、KQ、KH、AA、AQ、QQ、QH 型等。



电测深曲线类型

【二层曲线】 two－layer curve **见"电测深曲线类型"。**

【三层曲线】 three－layers curve；**见"电测深曲线类型。"**

【电测深曲线解释】 interpretation of electrical sounding curve **指对电测深 ρ_S 曲线进行定性、定量分析和推断的过程。它包括研究地电断面、定性解释和定量解释三方面工作。研究地电断面，需要测定各岩层的电阻率数值，了解电性分层的特点。电测深定性解释是将测区所有曲线综合在一起，绘出各种定性解释图件，如 ρ_S 断面等值线图、曲线类型图、纵向电导（s）剖面图等，用来分析地下构造的总轮廓。电测深定量解释主要是求出各层的厚度、深度，可绘出相应的地电断面。解释方法有对比理论曲线法、渐近线法和其他经验法等。**

【纵向电导（S)】 longitudinal conductance S **是指电流沿水平方向流过某一电性层时，该层对电流导通能力的大小。它与岩层厚度成正比，与岩层电阻率成反比。用符号 S 表示，$S=\frac{h}{\rho}$。在多层情况下，如各层厚度分别为 h_1、h_2、h_3……h_1，电阻率为 ρ_1、ρ_2、ρ_3……ρ_1，岩层总厚度为 H，平均纵向电阻率为 ρ_1，则总的纵向电导 $S=S_1+S_2+S_3+\cdots\cdots=S_t=\frac{h_1}{\rho_1}$**

$$+\frac{h_2}{\rho_2}+\frac{h_3}{\rho_3}+\cdots\cdots+\frac{h_t}{\rho_t}$$

$=\frac{h}{\rho_1}$**当电性标准层电阻率无限大时，曲线尾部呈 45°渐近线，标准层以上各层总的纵向电导（S）值可从曲线尾部渐近线求出。**

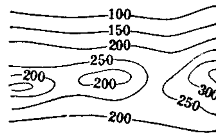
【等值现象】 equivalence phenomenon **又称"等值原理"、"等价原则"。是指在一定条件下，三层电测深曲线不只代表一种地电断面；不同的三层地电断面可以具有相同的三层电测深曲线的现象。出现等值现象的条件与三层曲线类型有关。在 $\frac{h_2}{h_1}$ 较小的情况下，ρ_1、h_1、ρ_3 相同时，对 A 型、H 型曲线来说，只要 $S_2=\frac{h_2}{\rho_2}$ 相同，在一定范围内同时改变 ρ_2 和 h_2，只要 S_2 不变，曲线形状不变，称为 S（纵向电导）等值现象或 S 等值原则。对 K 型、Q 型曲线来说，只要 $T_2=h_2\cdot\rho_2$ 相同，在一定范围内同时改变 h_2 和 ρ_2，曲线形状不变，称为 T（横向电阻）等值现象或 T 等值原则。**

【S等值原则】 principle of S—equivalence **见“等值现象”。**

【T等值原则】 principle of T—equivalence **见“等值现象”。**

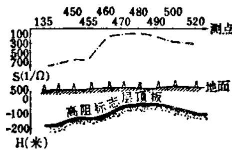
【纵向电导（S）平面图】 longitudinal conductance（S）plane **是根据各测深点的纵向电导（S）值绘制成的平面等值线图。它是电测深定性解释的一种图件。图中曲线为S等值线，数字是S值。纵向电导（S）的大小正比于标准层的埋藏深度。常用这种图件来定性地反映高阻电性标准层 的相对起伏。**

【纵向电导（S）剖面图】 longitudinal conductance（S）profile **是电测深定性解释图件的一种。它是以纵向电导的S值和测深点为纵横座标，绘出的S值剖面图，能直观地显示出标准层的起伏状况。**



纵向电导（S）平面图

【地电断面】 geoelectric cross section **是根据电阻率差别划分的地质断面。地电断面可以大致地反映地质断面的情况，但是它与地层学和岩石学划分的地质断面可能不同。因为相同的地层，其电阻率可能不同；不同的地层，其电阻率又可能相同。所以，地电断面不一定与地质断面完全一致。在工作中要注意研究地电断面与地质断面的关系。**



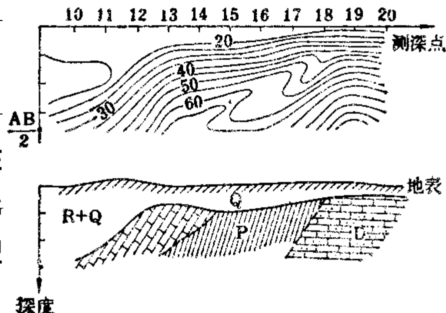
纵向电导剖面图

【电性标准层】 electrical indicatorhorizon **是指作为划分和对比层位用的电性特征明显而稳定的地层。电性标准层通常与地层学或岩石学划分的层位相同。电性标准层应具备两个基本条件：与围岩的电阻率差别大而稳定，最好差40～50倍以上；厚度比较大，最好大于或等于其埋藏深度。根据实际经验，一般未经风化和未被构造破坏的火成岩、变质岩、石灰岩等电阻率都很高而又稳定。粘土层属低电阻率层，也比较稳定。这些地层都可以作为电性标准层。**

【视电阻率（ρ_S）等值线断面图】 contour of map apparent resistivitysection **又称“ρ_S断面等值线图”。是根据同一剖面上不同测深点和不同极距的视电阻率（ρ_S）值勾绘的等值线断面图。它是电测深定性解释的重要图件。断面图上的曲线是ρ_S等值线，曲线中的数字是ρ_S值。ρ_S断面等值线图主要用来综合分析剖面上不同深度地电断面的特征和规律。从断面图上可以粗略地看出不同电性的岩层接触面、大致产状及厚度等。**

绘制等值线图时人为因素很多，应引起重视，以免造成错误的结论。

【ρ_s 断面等值线圈】 colltours map of ρ_s section 即“视电阻率（ρ_S）等值线断面图。”



视电阻率（ρ_s）断面等值线图

【电测深量板】 template of elect rical sounding 是电测深定量解释用 的理论曲线册，它是在理想条件下假设若干参数计算的。其中包括有 G 型和 D 型 * 二层曲线；H 型、K 型、A 型、Q 型 * 三层曲线及辅助曲线。每一种类型的三层曲线，根据参数不同，又可分成若干组曲线。进行定量解释时，根据实际资料选定相应参数的理论曲线，将实测曲线与其对比，可求出岩层的厚度和电阻率。

【探测深度】 depth of investigation 又称“勘探深度。”指电阻率法的探测深度。它取决于如下条件：①被探测地质体本身的因素，如大小、形状、埋深及与围岩的电阻率差别；②供电电极距（AB）的大小；③观测精度；④地形和不均匀体的干扰；⑤外来电场的干扰。如不考虑后面两个因素，其探测深度主要取决于前三个因素。计算表明，在$\frac{AB}{2}$深度以下存在无限延展、电阻率又为无穷大的岩层时，它对地面电场的畸变不超过观测误差。所以，$\frac{AB}{2}$可称为影响深度。实际上，如水平岩层不太厚，且与上下岩层的电阻率差异不大时，需要比$\frac{AB}{2}$浅很多才能被发现。电阻率法的实际探测深度通常在$\frac{AB}{10}-\frac{AB}{4}$之间。一般可按$\frac{AB}{6}$估算。但是，当矿体较小、埋藏较深时，即使无限增加极距也无法探测到。如对良导球体，当球心埋藏深度超过其半径的 3—4 倍时，无论怎样选择极距也难以探到。对良导水平柱体，当柱心埋藏深度超过其半径的 5～6 倍时，也难以探到。所以，电阻率法的探测深度，主要取决于被探测地质体本身的各种因素。

【勘探深度】 depth of proopecting 即“探测深度”。我国五十年代所译苏联的物探书刊多用此词，目前多译为“探测深度”。

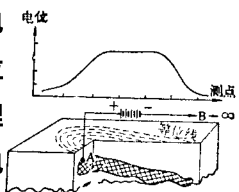
【影响深度】 influence depth 在电阻率法中，常把等于$\frac{AB}{2}$的探测深度称为影响深度。详见“探测深度”。

【低阻屏蔽】 low resistivity shielding 在电阻率法工作中，当表层为 高导电层时，绝大部分供电电流将从 表层“短路”，不能流向深部，这个高 导电的表层成为一个低电阻率的屏蔽 层，这种现象称为低阻屏蔽。在滨海 地区、表土盐渍化严重的河网地区、有些矿化度较高的沙漠干旱区以及 我国南方红层地区（含铁质成分较 高）等都

能形成一个高导电层。这些 地区应用电阻率法极为不利，经常遇 到供电电流高达数安培，电位差却十 分小；而且由于电流只在表层流过，不能反映深部情况。在有这样屏蔽作 用的地区可以把直流供电改成低频交 流供电或采用其他勘探方法，如地震 勘探等进行工作。

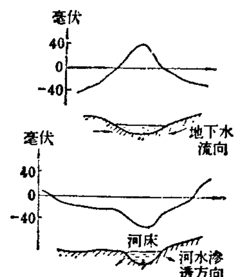
【高阻屏蔽】 high resistivitv shiel ding 在电阻率法工作中，当表层为 高电阻率的地层时，由于接地电阻极 大，电流无法供进地下，这种地层成为 电阻率法勘探的高阻屏蔽层。在沙漠 戈壁的干旱区，冻土地带、地表满布 沙砾石的干旱河谷以及高电阻率基岩 出露的山区应用电阻率法时，虽然供 电电压高达800—900V，但输进地下 的电流仍然只有零点几毫安，观测到 的测量电极间的电位差很小。在这种 地区应用电阻率法十分困难。改善的 办法是尽可能加大电压（在保证安全 的情况下），或进一步增大仪器的输入 阻抗（达10兆欧以上），或减小接地电 阻。最好把直流供电改成低频交流供 电。一旦电流能供进地下，这种屏蔽 作用反而可以提高电阻率法深部勘探 的分辨能力。

【充电法】 “mise—a—la—masse” method 是良导体直接连通电源，观测共电场分布特征接连通电源，观测其电场分布特征和规律进行找矿勘探的一种方法。通常把供电电源正极接在良导体上，负极放在无穷远处。带电后的良导电体是一个近似等电位的带电体，可在地表、钻孔或坑道中观测电位或电位梯度的变化。根据实测曲线可分析推断矿体形状、产状、埋深、几个矿体是否相连及确定地下水流速、流向等问题。矿体导电性越好，地形平坦、围岩均匀，充电法的地质效果越好。



充电法图示

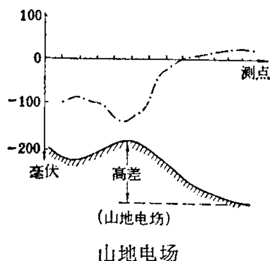
【过滤电场】 electrofiltrationpo—tential field 又称渗透电场。流动的地下水经过多孔岩石或裂隙时，由于大多数岩石颗粒（含水层中的固体颗粒包括岩石、矿物颗粒和胶体颗粒）吸附负离子的结果，使流水中集中了相对多的正离子，于是在顺水流方向出现了高电位电场，逆水流方向出现低电位电场。这种由岩石过滤作用形成的* 自然电场叫做过滤电场。



过滤电场

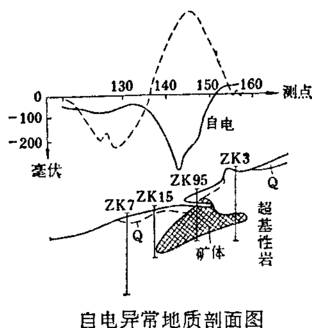
【渗透电场】 infiltration electricalfield 即“过滤电场”。

【山地电场】 mountain potentialfield 是过滤电场的一种。通常是指山坡上的潜水由于重力作用向山坡下渗透时，由于岩石颗粒吸附负离子作用形成的电场。其场的特征是，对应山坡顶处出现负电位。两侧坡上相对山顶电位趋正。



山地电场

【自然电场法】 self－potential method 地下的一些岩石或矿石，可以由氧化还原作用、地下水渗透作用、扩散作用和岩石颗粒的吸附作用等自然形成的电场，称为自然电场。利用自然电场进行找矿勘近期探的方法叫自然电场法。金属矿体的自然电场，主要与一定水文地质条件下的氧化还原作用有关。石墨化片岩和碳质页岩容易产生类似的自然电位异常。渗水带也会由于岩石颗粒吸附负离子而形成自然电位异常。自然电场法在寻找金属矿、煤以及在水文地质、地下热源工作中都有一定的应用。它的优点是不需要供电电源，工作速度快，成本低。缺点是非矿异常（如山地电场、碳质页岩电场）和干扰（如工业游散电流等）较多。

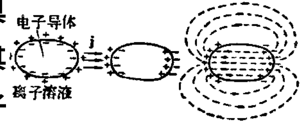


自电异常地质剖面图

【激发极化效应】 induced polarization effect 在人工电流场一次场或激发场作用下，具有不同电化学性质的岩石或矿石，由于电化学作用将产生随时间变化的二次电场（激发极化场）。这种物理化学作用称为激发极化效应。它包括电子导体的激发极化效应和离子导体的激发极化效应。影响激发极化效应的因素有：①岩矿石物质成分：一般，电子导电矿物的激发极化强度较大，极化率（η）在10％以上；②金属矿物的含量和结构：一般，在同结构条件下金属矿物含量越多，极化率（η）越大，在金属矿物含量相等的情况下，浸染状结构矿石比致密状结构矿石的极化率（η）大；③供电电流：电流

密度在几十微安/平方厘米范围内，二次场电位差 ΔU_2。随供电电流 I 正比变化，极化场电位差 ΔU 也同倍数增大；④和供电时间还有密切关系。

【电子导体激发极化效应】 inducedpolarization effect of electronicconductor 主要指电板极化作用。电极极化作用是在激发场源（一次场）作用下，破坏了原有的电偶层形成的具有 新的电势的电偶层。其特点是：电子导体两端具有势差。在电子导体的电流流入端产生负电性或称阴极；在其电流流出端产生正极性或称阳极。它与围岩溶液中的带电离子形成电偶层。



电子导体激发极化效应

【电偶层】 double layer 是指电子导体和电介质溶液接触时，由于电化学效应在导体与溶液接触界面上所形成的正负电荷相距很近的电偶层。离子导体在一定条件下，也会形成电偶层。



【电极极化】 eleotrode polarization 电子导体与围岩中溶液接触时，会形成电偶层，产生电位跳跃，这个电位跳跃便称为电子导体与溶液接触时的电极电位。当有外电场作用时，相对平衡的电极电位数值将发生变化。通常把在一定电流密度作用下的电极电位与相对平衡的电极电位的差值，称为电极极化。常见的有电化学极化、浓差极化等。由电极极化作用引起的电动势叫做超电压。



电偶层

【电极电位】 electrode potentual 极极化。

【超电压】 overvoitage 电极极化作用形成的电势叫超电压。又称电极极化效应。它是金属矿等电子导电颗粒与围岩溶液接触时产生激发极化效应的基本原因，即所谓激发极化的机制问题。详见“电极极化”。

【浓差极化】 concentration polarization 是电极极化的一种。

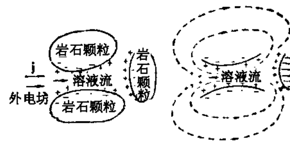
当电极上有电流通过时，还原（或氧化）过程在电极表面进行，溶液中首先被 消耗（或增加）的是电极表面附近溶 液中的金属离子，于是电极表面附近 比远处溶液中的金属离子浓度小（或 大），离子扩散使电极电位出现了差 值，称其为浓差极化。由浓差极化引 起的电动势叫做浓差超电压。

【电化学极化】 ecectro－chemicatpolarization 是电极极化的一种。

在外电场作用下，由于电化学作用相对于电子运动的迟缓性改变了原有的“电偶层而引起的电极电位变化，称为电化学极化。其特点是：在电流流出端的电极表面积累过量的电子，即电极电位趋负值，电流流入端则相反。由电化学极化作用引起的电动势叫做活化超电压。

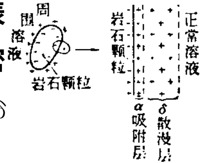
【离子导体激发极化效应】 inducedpolarization effect of ionic conductor 是离子导体产生激发极化效应的原因。离子导体是指以带电离子进行导电的岩石。这类岩石的

导电性能都较差。当岩石孔隙中充满水溶液后，溶液中的带电离子会改变岩石的导电性。常见的不含电子导电矿物的岩石，土壤和水等都属于离子导体。有关离子导体激发极化效应的假说较多，目前较集中的看法有电偶层形变和薄膜极化两种。它们的共同特点是：离子导体的激发极化效应发生在岩石颗粒与溶液之间。对离子导体整体来说，是属于体积极化。极化效应的强度与极化单元的物质、离子浓度、人工电流场的犬小、作用时间等有关。



离子导体激发极化效应

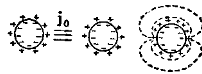
【吸附层】 absorption layer 指离子导体颗粒表面的密度较大的正离子层。离子导电体颗粒和溶液接触时，由子固体表面吸附力场的作用，岩石和土壤中的颗粒都吸附负离子，溶液中则出现过剩的正离子，表面则形成电偶层。靠近颗粒表面密度较大的一层就是吸附层，其厚度 $d=10^{-8}$ 米。吸附层外正离子密度逐渐减小的部分叫散漫层，其厚度因条件不同而变化。一般其厚度 $\delta=10^{-7}\sim10^{-6}$ 米。



吸附层散漫层图示

【散漫层】 diffusion layer 又称“扩散层”，详见“吸附层”。

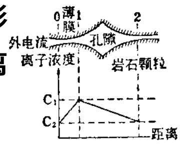
【电偶层形变】 deformation ofdouble layer 是离子导体激发极化效应的假说之一。在外电场作用下，岩石颗粒表面散漫层的对称性受到破坏，离子发生位移，称为电偶层形变。例如 * 散漫层中的正离子，当假定场源在位于其左侧的外电场作用下，将离开原来的位置沿电场方向移动。岩石颗粒左侧正离子密度显著增加，右侧正离子密度相应减少，即发生了电偶层形变。当外电流切断后，堆积的离子放电，恢复到平衡状态。



电偶层形变

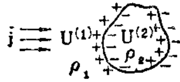
【薄膜极化】 membrane poiarlzation 是离子导体激发极化效应的假说之一。当岩石颗粒间的孔隙截面积接近于散漫层的厚度时，则整个孔隙都处在离子散漫层内。孔隙内的正离子吸引负离子，排斥正离子。在外电场作用下，正离子沿电场方向运动较快，由于过剩正离子的吸引，负离子则移动较慢。这样的窄孔隙称为正离子分选带或薄膜。在外电场作用下，电流流过薄膜时，过剩的正离子移动速度快。负离子在宽孔隙中比在窄孔隙中移动速度要快。这样，正负离子由于在宽窄孔隙中的移动速度不同，形成

离子浓度沿孔隙变化。最后，在窄孔隙（正离子分选带或薄膜）两端形成极化。当外电场切断后，离子分布又重新恢复原来的状态，即形成离子导体的二次场。



薄膜极化图示

【表面极化】　surface polarization　致密状的金属矿或石墨的单个电子导体 与围岩溶液接触时的激发极化效应，都发生在导体－溶液界面上，通称为 表面极化。表面极化的大小，用在界 面上所形成的电偶层的电位跃变值（ε）来衡量。（ε＝



表面极化图示

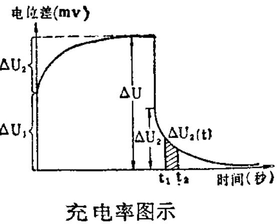
$V^{(2)}$－V）－$^{(1)}$。$V^{(2)}$表示导体一侧的极化场电位，$V^{(1)}$表示围岩一侧的极化场电位，ρ_1是围岩电阻率，ρ_2是矿体电阻率）。

【体积极化】　volume polarization　浸染状金属矿、石墨化岩石和围岩溶液接触时所产生的激发极化效应，是由一个个表面极化的小极化体组成的，通称为体积极化。离子导体的激发极化也属于体积极化。体积极化的极化程度大小，用单位体积内的等效电流偶极矩P表示。$P=\sum^{n}P_1$（P_1是单个颗粒的等效电流偶极矩，求和符号（$\sum$）下的n表示单位体积中的金属矿物颗粒数）。

【极化率】　chargeability　是表征均匀介质激发极化效应的参数。常用符号η表示，$\eta=\frac{\Delta U_2}{\Delta U}\times100\%$（$\Delta U$是极化场或总场电位差、$\Delta U_2$是二次场电位差）。只有在供电电流较小时（例如在几十微安/平方厘米范围内），η与电流（I）无关。

【视极化率】　apparent chargeabi lity　是指在多种岩石、矿石存在的情况下（即所谓介质不均匀时）测得的极化率。它是表示直流激发极化法观测结果的一个参数。用符号η_s表示，$\eta_s=\frac{\Delta U_2}{\Delta U}\times100\%$。（$\Delta U$为极化场或总场电位差；$\Delta U_2$为二次场电位差）。视极化率$\eta_s$不仅和各种岩石、矿石的极化率大小、空间分布等因素有关，还与电极排列方式和电极距大小有关。在供电电流密度较小时，二次场电位差（ΔU_2）才正比于供电电流变化，极化场（总场）电位差ΔU也以相同倍数变化。

【充电率】　charging rate　又称“荷电率”。是直流激发极化法观测结果的另一种表示方法。它是断电后记录的二次场衰减曲线中的电位某段时间间隔的积分值与极化场（总场）ΔU的百分比，$M=\int^{t_2}\left(\Delta U_2\cdot\frac{dt}{\Delta U}\right)100\%$，或者说，充电率（M）在数值上是断电后某段时间内的二次场电位差（ΔU_2）曲线所包围面积的大小和极



充电率图示

化场（总场）电位差（ΔU）的百分比。充电率的单位是毫秒。

【荷电率】 chargeability 即“充电率”。

【衰减时（S)】 decay time 是激发极化衰减时法的一个参数，常用符号 S 表示。它是指二次场电位差由 100％衰减到某一百分比所需要的时间。在一些地区，衰减时（S）的大小同地下水富集程度有关。

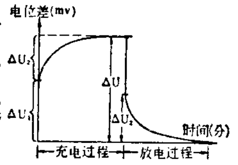
【激发极化法】 induced polariza－tion method 是根据岩石、矿石的激发极化效应来寻找金属矿和解决水文地质、工程地质等问题的一组电法勘探方法。它又分为直流激发极化法（时间域法）和交流激发极化法（频率域法)。常用的电极排列有中间梯度排列、联合剖面排列、固定点电源排列、对称四极测深排列等。也可以用使矿体直接或间接充电的办法来圈定矿体的延展范围和增大勘探深度。激发极化法的应用范围已日益广泛，除寻找铜矿床外，在找铁（山西式铁矿、沉积型锰铁矿，镜铁矿)、找煤（小而浅的煤矿、煤矿外围的隐伏、半隐伏煤田)、找铅锌矿，在超基性岩区找镍各矿和找金矿等都取得了一定的地质效果。在国外，在五十年代初期，激发极化法在矿产普查勘探中发位的硫化矿体（其他物探方法是难以奏效的)，从趋势看，除研制新仪器外，加大电源功率是另一个途径。如果有足够功率，可以探测埋深达 1.6～3.2 公里的大型低品位的工业矿体（只需要加大电极距和提高电源功率)。当前，已广泛采用频率域激发极化法（变频法)。其优点是输出功率（只要几百瓦）相对时间域激发极化法（几千瓦）要低得多，同时操作技术亦为简便。在国外，激发极化法的应用还扩大到寻找油气田方面。仪器已向轻便、自动、记忆、多参数测量方面发展。

【直流激发极化法】 direct－currentinduced polarization method 又称“时间域激发极化法”。它是通过研究在一定的供电电流作用下，二次场电位差（ΔU_2）随时间变化的特点和规律求得视极化率 η_S、充电率 M 等参数找矿和找水的激发极化法。目前，观测 ΔU_2 有两种方案：一种是观测断电后某一时刻的瞬时值计算视极化率 η_S；另一种是观测断电后某段时间的 ΔU_2 衰减曲线，计算衰减曲线和时间轴之间包围的面积，即计算充电率 M。一般，η_S 或 M 值增大，往往反映电子导电岩、矿体的存在。找水时，是利用 * 衰减时 S。

【时间域激发极化法】 time－domaininduced polarization method 即“直流激发极化法”。

【充电特性】 charge characteristic 是指在供电电流不变的情况下，二次场电位差（ΔU_2）随充电时间（T）的变化关系。当供电电流恒定时，随供电时间的增加，二次场电位差（ΔU_2）开始增加较快，以后逐渐减慢，经过一定时间后 ΔU_2 达到饱和值。对电子导电矿物来说，ΔU_2 达到饱和时间一般需要 2—5 分钟或更长些。这种现象的解释是：在充电过程中，由于电化学作用产生的电偶层逐渐形成，同时也在通过围岩放电

而逐渐消失。开始充电时，消失速度小于电偶层的形成速度，所以 ΔU_2，增加较快。随着充电时间的增长，消失速度逐渐等于电偶层的形成速度，处于动态平衡，ΔU_2 趋于饱和值。不同矿区，ΔU_2 达到饱和值的时间是不完全相同的。



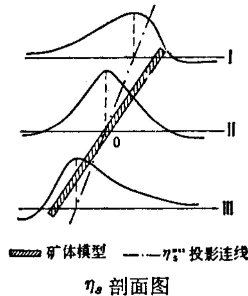
充电特性、放电特性曲线

【放电特性】 discharge characteristic 是指在供电电流不变的情况下，二次场电位差（ΔU_2）随放电时间（t）的变化关系。当充电一定时间后断电，二次场电位差（ΔU_2）随时间缓慢衰减，开始较快，以后逐渐减慢，最后趋于零。放电特性和极化体的物质成分、离子扩散等因素有关。

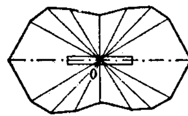
【早期特性】 early characteristic 又称“早期暂态特性”。是利用二次场电位差（ΔU_2）早期衰减特性的明显差别，区分极化体的物质成分或消除非矿干扰的一种方法。目前，研究的是断电后几毫秒或更短时间测得的二次场电位差（ΔU_2）衰减特性曲线。早期特性有可能用来区分矿种和提高抗干扰能力。

【早期暂态特性】 early transientcharacteristic 即“早期特性”。

【环形剖面极形图】 是激发极化法确定走向的一种图示方法。当极化体在供电电极（AB）的中间时，极化体在地表的投影附近能观测到 η_S。极大值。如果 AB 连线方向与极化体走向不垂直，则测量剖面上的 η_s 极大值，在剖面上的投影点连线，不是极化体在地表的投影位置，（见 η_S 剖面图）。为此，可利用与极化体走向斜交的测线来确定异常轴，找出异常轴的中点（矿体走向的中点 O），再以此点为中心做不同方位的剖面。这些呈环形分布的剖面称为环形剖面极形图。极形图的长轴方向即为矿体的走向。



η_s 剖面图

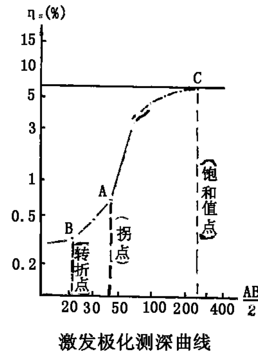


环形剖面极形图

【激发极化测深】 sounding of induced polarization 是研究某一测深点下岩、矿体沿垂直方向视极化率（η_S）变化的方法。其电极布置和移动方法和电阻率测深法相同，常用来估计极化体的埋藏深度。利用 η_S 曲线近似估计埋深的方法有转折点法、拐

点法和饱和值点法等。

【转折点法】 turning point method 是利用激发极化测深曲线的特征点确定极化体顶部埋深的经验方法之一。转折点是指曲线首端曲线的突变点（图中的 B 点）。解释时，首先在极化体地表投影中心实测的激发极化测深曲线上确定转折点的部位，然后取转折点所对应的$\frac{AB}{2}$数值即为极化体顶部埋深 H，$H=\frac{AB}{2}$（转）。它的优点是方法简单、数值准确。



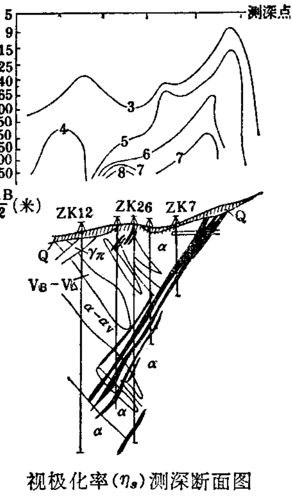
激发极化测深曲线

【拐点法】 inflexion point method 是利用激发极化测深曲线的特征点确定极化体顶部埋深的经验方法之一。拐点是指转折点后曲线曲率“有两次变化”的点（图中 A 点），即数学上某一函数二阶导数等于零的点。不同形状的矿体拐点对应的$\frac{AB}{2}$距离和求解的埋深 H 关系式略有不同。如求板状矿体的顶部埋深时，$H=0.5\cdot\frac{AB}{2}$（拐）。求二层断面的深度时，$H=(0.6—0.7)\frac{AB}{2}$（拐）

【饱和值点法】 mothOd of satUrating point 是利用＊激发极化测深的线的特征点确定极化体顶部埋深的经验方法之一。饱和值点是指 η_s 曲线趋于饱和值时的位置（图中的 C 点，经常是估计的）。不同形状矿体的饱和值点所对应的$\frac{AB}{2}$距离和求解的埋藏深定 H 的关系式略有不同如球状矿体的中心埋深 $H=\left(\frac{1}{5}\sim\frac{1}{10}\right)\frac{AB}{2}$（饱）；板状矿体的顶部埋深 $H=\left(\frac{1}{5}\sim\frac{1}{6}\frac{AB}{2}\right)$（饱）；二层断面深度时，$H=\left(\frac{1}{5}\sim\frac{1}{7}\right)\frac{AB}{2}$（饱）；$H=\left(\frac{1}{7}\sim\frac{1}{10}\right)\frac{AB}{2}$（饱）（$\rho_1\leqslant\rho_2$）。

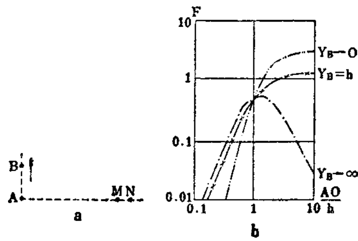
【视极化率（η_S）测深断面图】 apparent chargeability sounding section 是利用大致垂直于矿体走向方向的按一定要求布置的视极化率（η_S）测深结果绘制的断面图。

横座标表示测深点位置，纵座标表示$\frac{AB}{2}$大小（采用对数比例尺）。断面图的曲线是η_s等值线，数字是η_s值。η_s断面图可直观地看出地下极化体的形态、大致产状和延伸情况等。



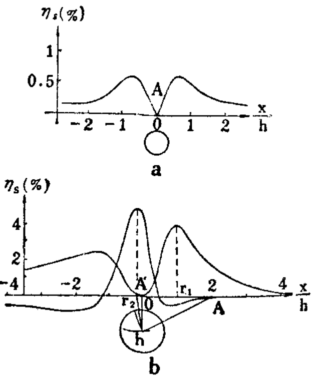
视极化率(η_s)测深断面图

【正交测深】 orthogonal sounding 是激发极化法中为确定矿体埋深而选用的一种电极排列方法。工作中，使供电电极（AB）和测量电极（MN）互相垂直排列（图a）。A极要求打在矿体上方。观测时，每改变一次B极位置MN则在A极两侧进行梯度测量，获得一条和η_s曲线成正比的曲线F。一般，改变2—3次B极位置，移动MN所获得的F曲线点交（见图b，Y_B为B电极即$\frac{AO}{h}=1$处），为所求矿体的埋深。它的缺点是MN读数小，工作困难较大，生产效率低，目前应用较少。



正交测深

【固定点电源法】 fixed source 是激发极化法中为确定矿体的埋深而选用一种电极排列方法。在理论上，当一个供电电极打在无穷远处（B→∞），另一个供电电极A相对于球形矿体中心在地面投影的位置改变时，观测到的F曲线（是反映η_s曲线特征的函数曲线）形状有规律的变化。当A极恰在球心上方时，F函数全为正值，其曲线形状是两个极大值等于AB对称矿体时异常主峰值的0.64倍的对称于球心投影的曲线（图a）。当A极在球心上方向右移动时，左边极大值增大（称主极大值），同时右侧的极大值消失。反之，A极在球心上方向左侧移动时，右侧极大值增大（即主极大值），左侧极大值消失。在改变A极位置后所获得的F曲线有一个共同的特征，即曲线主极大值的位置到电极A的距离大约等于球心到电极A的距离。实际工作中是在异常两侧通过改变供电电极A的位置，



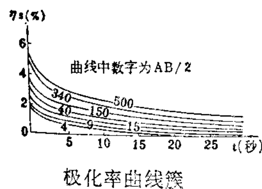
固定点电源法

MN极在A极两侧进行梯度测量，获得两条F曲线，每条曲线确定一个主极大值。绘图时，以供电电极A′、A点为圆心，以A极到主极大值的座标Ar_1、Ar_2为半径画弧，

两弧的交点 h 即为所求矿体的埋深（图 b）。

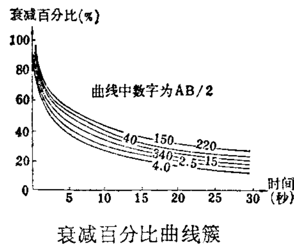
【激发极化衰减时法】 time decay induced polarization method 是利用离子导体的极化场衰减特性寻找地下水的新方法。它的原理是，在含水和富水地段二次场衰减较慢；在无水和贫水地段二次场衰减较快。所以，可利用含水层和非含水层的二次场衰减特性的明显差别来寻找地下水。表示二次场衰减特性快慢的参数称为衰减时（S）。野外工作方法和激发极化测深法相同。不同的是二次场衰减曲线是用照相示波仪记录的。在照相示波记录上把不同极距所相应的衰减时（S）绘在单对数座标纸上，构成激发极化测深衰减时曲线。一般，衰减时曲线越宽、越高，其相应深度的含水量也越大。

【极化率曲线簇】 a set of polarization curves 是激发极化衰减时法中研究二次场强度变化的一组曲线。把对应同一个测深点上的不同极距的二次场放电曲线绘在纵座标为视极化率（η_S）、横座标为时间的座标系统，便组成极化率曲线簇。主要用来对比不同极距的二次场强度变化。



极化率曲线簇

【衰减百分比曲线簇】 a set of percent decay curves 又称衰减度。是激发极化衰减时法研究二次场衰减特性的一组曲线。以极化率曲线簇中每条极化率曲线的极大值为100％，然后计算每条极化率曲线不同放电时间的相对各自极大值的衰减百分比，绘在纵座标为衰减百分比，横座标为时间的座标系统，组成衰减百分比曲线簇。主要用来选择最佳衰减百分比的衰减时，以便指导野外观测。



衰减百分比曲线簇

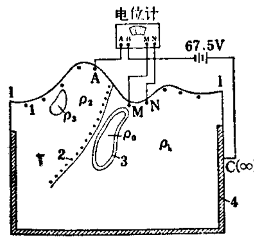
【等效电阻率法】 equivalent resistivity method 是在体积极化条件下，通过代换边界条件后利用一次场的数学解答求解极化场（ΔV）和二次场（ΔV_2）的方法。也可以通过等效电阻率模拟方法求解极化场。稳定电流场的第二边界条件是，一次场体积极化场：$\frac{1-\eta_1}{\rho_1}\frac{\partial V^{(1)}}{\partial n}=\frac{1-\eta_2}{\rho_2}\frac{\partial V^{(2)}}{\rho_2}$。如果用$\frac{1}{\rho_1^*}$代替$\frac{1-\eta_1}{\rho_1}$，用$\frac{1}{\rho_1^*}$代替$\frac{1-\eta-2}{\rho_2}$后，则上述

二边界条件在形式上完全相同。它们的数学解在形式上也应完全相同。所以，只要把没有极化的一次场电位（V_1）表达式中的各介质电阻率 ρ_i（i＝1，2……）相应换成 ρ_i^*，得到的就是体积极化场电位（V）的表达式。ρ_i^* 称为“等效电阻率”，$\rho_i^* = \frac{\rho_i}{1-\eta_i}$。当已知一次场（$V_1$）的数学解答，经代换求得极化场（V），利用 $\eta_S = \frac{\Delta V_2}{\Delta V}$ 即可求得不同点位的 η_S。值（$\Delta V_2 = \Delta V - \Delta_1$。

【电磁类比法】　electro－magnetic analogy　是体积极化条件下，用磁法勘探的正演方法二度扇形量板（米可夫量板）法、切线法、极值点法、半极值点弦长法等）求解极化场（ΔV）和二次场（ΔV_2）的方法。如，用积分的方法计算二次场的公式为：$V_2 = \iiint_V \int_P \frac{\cos\theta}{r^2} \cdot dV$。它与磁法勘探中求解磁化强度为 J 的磁性体磁异常位的公式有相同的形式，即 $U_{磁} = \iiint_V J \frac{\cos}{r^2} \cdot dV$。经过数学代换，在二度地电条件下，$\eta_S = \frac{\eta}{2\pi J} \Delta Z^{\perp}$（$\Delta Z^{\perp}$ 表示垂直磁化的垂直磁异常）。上式说明，在二度条件下，激电中梯排列 η_s。异常和垂直磁化的垂直磁异常的形态完全相同，在数值上仅差一常数。所以，可用磁法勘探的一些解正演问题的方法求解激发投化法的一些正演问题。

【类磁选择法】　magnetic analogy trial－and－error method　是借助磁异常解释方法中的二度扇形量板（米可夫量板）对激发极化成果进行定量解释的一种电磁类比法。在均匀极化场中，对于沿走向无限、截面为扇形（ΔS）的垂直于极化场的水平柱体元，在地表观测点 P 处的激发极化场 $\Delta E_2 = \frac{\eta^* E}{2\pi}(\sin 2\theta_{n+1} - \sin 2\theta_n) \ln \frac{r_{n+1}}{r_n}$（E 是极化场强度、$\eta^*$ 为剩余极化率 $\eta^* = \eta_2 - \eta_1$、η_2 为矿体极化率，η_1 和围岩极化率、r_{n+1} 和 r_n 为观测点 P 为圆心画弧的半径、θ_{n+1} 和 θ_n 为半径与 Z 轴的夹角）。对于相同条件的垂直磁化水平柱体元，在地表 P 点所产生的磁场公式 $\Delta Z = J_o(\sin\theta_{2n+1} - \sin 2\theta_n) \ln \frac{r_{n+1}}{r_n}$。比较二式可知，有关场源几何参数的数学表达式完全相同，它恰为绘制二度扇形量板的理论公式，即 $(\sin 2\theta_{n+1} - \sin 2\theta_n) \ln \frac{r_{n+1}}{r_n}$。实际工作中，是假设矿体的几何参数，用量板计算出相应剖面上的理论曲线，并与实测曲线对比，直到两条曲线基本一致为止；则所假设的矿体几何参数即为实际矿体的几何参数。实际计算时，必须满足如下条件：极化体是沿走向无限的水平柱状体；极化体和围岩电阻率相等；一次场在极化体附近必须与地面平行，而且垂直于极化体的走向，极化场等于一次场 E_1。“类磁选择法”的推断结果不是惟一的，特别是剩余极化率 $\eta*$ 的选择对推断矿体形状影响较大。当地质和物性资料都不够充分时，只能得到很粗略的结果。

【导电纸模拟法】 conducting paper anelogy **是依据相似原理，在室内利用导电纸（由炭黑和纸浆混合制成，而电阻率为** 1000～1500 **欧姆·米）代替介质**（ρ_1，ρ_2），**并在导电纸上造型代替矿体**（ρ_0），**高阻体则挖空导电纸**（P_3），**低阻体**（ρ_0）**则以锡箔纸代替进行模拟实验来验证一些理论曲线和处理野外资料的方法。它比计算法、水槽法或电阻网络模拟法更简便、更快速。导电纸模拟法主要用来解决二度体问题。可用于电阻率法和激发极化法。图中** 1—1′**为地形剖面；**1 **为测点（作为电极的大头针）；**2 **为衔接用大头针；**3 **为橡皮泥围墙；**4 **是作为补偿电极用的锡箔纸；**ρ_0 **是放在围墙内导电纸上的水银，作为良导体用；**ρ_1 **是一层导电纸的电阻率；**ρ_2 **是** n **层导电纸的电阻率**$\left(\rho_2=\frac{\rho_1}{n}\right)$；$\rho_3$ **是挖空的导电纸的电阻率（无穷大）。**



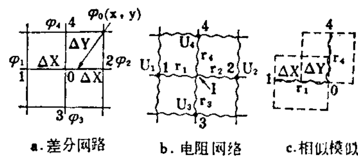
导电纸模拟图示

【水槽模型实验】 water tank modeling **依据相似原理，在室内利用水介质和人工矿体模型进行模型实验来验证一些理论曲线和处理野外资料的方法。水槽模型实验可用于直流和交流电法等。主要用来解决三度空间问题。**

【土槽模拟法】 soil tank modeling **依据相似原理，在室内利用加工后的土质代替介质，用矿区的天然标本或其他金属物**（**高阻体可用有机玻璃等**）**代替矿体，在土槽中进行模型实验来验证一些理论曲线和处理野外资料的方法。土槽模型实验可用于电阻率法和激发极化法。主要用来解决三度空间问题。**

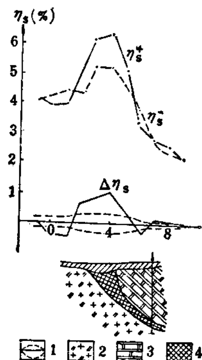
【电阻网络模拟法】 resistive network modeling **根据网络结点上所满足的基尔霍夫定律**$\left(\sum_{i=1}^{4}ik=\frac{U_1-U_0}{r_1}+\frac{U_2-U_0}{r_2}\frac{U_3-U_0}{r_3}+\frac{U_4-U_0}{r_4}\right.$ **和** $=I$）**泊松方程的差分方程**$\left(\frac{\varphi_1-\varphi_0}{\Delta X^2}+\frac{\varphi_2-\varphi_0}{\Delta X^2}+\frac{\varphi_3-\varphi_0}{\Delta Y^2}+\frac{\varphi_4-\varphi_0}{\Delta Y^2}=f_0\right)$**相似的原理，设计网络电阻** r_i **与差分网络的步长（间隔）**$h=\Delta X=\Delta Y$ **的平方成正比，网络结点中供入的电流** I **与** f_0 **成正比的模拟设备模拟稳定电流场、引力场和恒定磁场的方法。电阻网络模拟可以快速获得复杂情况下的电场、磁场和引力场曲线，通过模拟对实测资料进行物理解释、提高物探工作的地质效果。经过边界条件的适当处理，电场和磁场模拟计算的精度，可以满足物探工作的技术要求。模拟速度比用水槽模拟和数学计算提高几倍到几十倍。模拟设备通称电阻网**

络模拟机。



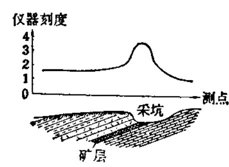
电阻网络模拟图示

【正激发极化法】　positive and negative induced polarizationmethod　是利用电子导体在正、负极化条件下，激发电位存在差异的特点，区分矿与非矿异常的一种方法。金属矿石、矿化岩石、石墨化和炭质岩石的正负激发极化特性有明显的差异。这种差异和极化场电流密度、充电时间有关。同时，正负极化条件下的激发电位的衰减特性也存在差异。通常在激电异常中心剖面上布置中间梯度排列。首先，A 极供正电、B 极供负电沿剖面进行梯度测量。隔一段时间，A 极供负电、B 极供正电进行与前述同样的观测。最后绘出 η_s^+、η_s^-）及 $\Delta\eta_s$（$\Delta\eta_s^+=\eta_s^-$）剖面曲线。根据 $\Delta\eta_s$ 差值大于误差范围的特征可区分矿与非矿异常。



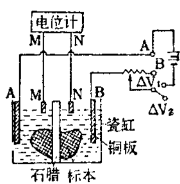
正负激发极化法 η_s 地质剖面图
1—平均相对误差范围；2—花岗闪长岩；3—大理岩；4—含铜磁铁矿

【微分激发极化法】　induced polari—zation method of differentiation　是利用元素电化学当量原理找矿的物探方法（电化学当量是通有单位库仑电流时释放出的元素毫克量）。方法试验表明，全属组份的百分数增大，测区的综合电化当量值就大，微分激发极化读数也高。微分激发极化法的优点是速度快、成本低、设备轻便。目前，微分激发极化法仍处于试验阶段。



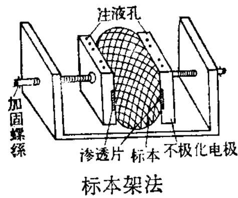
微分激发极化法异常剖面图

【蜡封法】　wax—sealing method　测定岩石、矿石电性的一种方法。测定时将标本放在盛有水的瓷缸中，标本中部用石蜡密封好，使其两侧的水不能互相渗透。目的是使电流集中通过标本以便增大通过标本的电流密度（一般不要大于 $10\mu A/cm^2$）蜡封法的优点是物性测定精度较高，但是效率低。



蜡封法

【标本架法】 sample holder **又称“物性架法”。是测定岩石、矿石电性的一种方法”。标本架由两部分组成。一部分是固定标本用的固定架；另一部分是安置供电电极**（AB）**和测量电极**（MN）**的装置。标本架法的优点是效率高，数据可靠。**



标本架法

【露头小四极法】 mini－four－electrode array on outcrops **是在野外露头上测定岩石、矿石电性的一种方法。测定时要选择新鲜岩（矿）石面，在范围大于** AB **极距** 2—3 **倍的平面上布置供电电极**（AB）**和测量电极**（MN）。**它的优点是设备简单，操作方便，测定结果容易反映野外实际情况。**

【交流激发极化法】 alternating current induced polarization method **又称“频率域激发极化法”。它包括变频法、感应激发极化法等。详见“变频法”。**

【变频法】 variation－frequency method **它是通过研究在不同频率的超低频电场作用下，岩石、矿石阻抗（电阻率）的变化，求得百分频率效应或金属因数来研究地质问题的一种交流激发极化法。变频法要求供电部分能发射两种或两种以上的超低频电磁波（常用的频率是** 0.1—10 **周/秒。）要求接收部分具有较强的选频能力。变频法的电极排列和直流电法相同，但常用偶极排列。这种排列对小而陡的矿体有较好的矿异常，同时也可避免导线耦合效应。**

【频率域激发极化法】 frequencydomain induced polarization method **即交流激发极化法。**

【百分频率效应】 percent frequency effect **是表示交流激发极化效应的参数之一。它是观测两种超低频（如** 0.1 **周/秒、**5 **周/秒）的视阻抗** Z_f，**再换算为百分频率效应**（f_e）。**视阻抗**（Z_f）**的表达式为** $Z_f = K \cdot \frac{\Delta U_f}{I}$（$\Delta U_f$ **是某一频率时** MN **间的电位差；** I **是电流强度；** K **是电极排列系数**）。**百分频率效应的表达式为** $f_e = \frac{Z_{f1} - Z_{f2}}{Z_{f2}} 100\%$。**当只测振幅，电流**（I）**相等时，可写为** $f_e = \frac{\Delta U_{f1} - \Delta U_{f2}}{\Delta U_2} \cdot 100\%$（$f_2$□$f_1$）。**或用电阻率表示，** $f_e = \frac{\rho_{f1} - \rho_{f2}}{\rho_{f2}} \cdot 100\%$。**有时，又称百分频率效应为视频散率** $\left(P_S = \frac{\rho_{S1} - \rho_{S2}}{\rho_{S2}}\right) \cdot 100\%$）。

【金属因数】 metal factor **指视电阻率**（ρ_{F1}）**为单位值时的百分频率效应，是表**

示交流激发极化效应的参数之一，用符号 M_f 表示。它是和百分频率效应 f_e、视电阻率 ρ_f、视阻抗 Z_f 有关的参数。

$$M_f=\frac{f_e}{\rho_{f1}}\cdot C=\frac{\frac{\rho_{f1}-\rho_{f2}}{\rho_{f2}}}{\rho_{f1}}\cdot C=\frac{\rho_{f1}-\rho_{f2}}{\rho_{f1}\cdot\rho_{f2}}\cdot C=\left(\frac{1}{\rho_{f2}}-\frac{1}{\rho_{f1}}\right)\cdot C$$

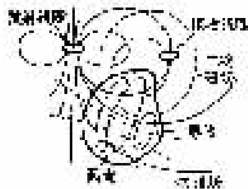
（C 是常数，取 $C=10^2$、10^6、10^4）或取 $C=2\pi\cdot10^5$）。

【磁激发极化法】 magnetic induced polarization method 是采用接地电极向地下供电，观测地下电流所引起磁场变化的一种激发极化法。工作时，供电极（AB）固定，距离可达千米。接收线圈在 AB 之间或周围进行测量。由于观测磁场不需要测量电极和导线，只需要高精度磁力仪，有可能发展为半航空方案。磁激发极化法也分为频率域和时间域两大类。时间域方案是在供电期间观测总磁场（H），断电后观测二次磁场（H_2）。频率域方案是在供电期间分别用低频（f_1）和高频（f_2）电流供电，测量总电流磁场振幅 H_{f1} 和 H_{f2}。国外试验工作说明磁激发极化法最适于在良导和高阻以及接地条件非常困难的地区（如半干旱地区），寻找各种有色金属矿床以及在海滩砂沉积中寻找重矿物等。

【感应激发极化法】 inductive induced polarization method 又称不接地激发极化法，属于频率域激发极化法。它是一种供电和测量系统都不用接地电极，而采用不接地的供电线圈和测量线圈来发射和接收低频交变磁场。是正在研究试验的一种方法。

【不接地激发极化法】 non－inductive induced polarization method 即“感应激发极化法”。

【电磁法】 electromagnetic method 又称“电磁感应法”。根据岩石或矿石的导电性和导磁性的不同，利用电磁感应原理进行找矿勘探的方法，统称为电磁法。它是交流电法中应用最广泛、变种也最多的一大类方法。可分为地面电磁法、航空电磁法和



电磁法原理图示

井中电磁法等。电磁法的基本原理是：当地下存在导电地质体时，在交变电磁场（一次场）的作用下，导体中将产生涡流（感应电流），涡流又在其周围产生二次磁场（二次场）。二次场的出现使一次场发生畸变。一般说，一次场和二次场迭加后的总场在强度、

相位和方向上与一次场不同。研究二次场的强度和随时间衰变或研究总场各分量的强度、空间分布和时间特性等，可发现异常和推断地下导电体的存在。如果地质体具有高导磁性，在一次场作用下，受人工磁化产生二次磁场，同样可以发现异常并推断地下导磁体的存在。电磁法主要用来寻找导电、导磁矿体（如铜矿、铜镍矿、铜铅锌多金属矿床、硫铁矿、磁铁矿和铬铁矿等。）和解决水文地质的一些问题。

【电磁感应法】 electromagnetic induction method 即“电磁 法”。

【地面电磁法】 ground electromagnetic method 是用于地面找矿勘探的电磁法。按一次场源形式，可分为定源式和动源式两类。地面电磁法又包括许多变种，命名也不统一。这里引用按观测参量分类的方法，分为倾角法、虚实分量法、振幅相位法、椭圆极化法、感应脉冲瞬变法等。此外，还有以无线电台作为一次场源的几种方法。

【一次场】 primary field nepna 在电磁法中是指由发射装置发射的、用来激励地下导体产生交变二次场的交变电磁场。目前，电磁法中采用的一次场有定源场和动源场两种。一次场的空间分布因场源形式不同而不同。一次场向地下的穿透深度取决于一次场的频率、岩石的导电性，以及低阻覆盖层的厚度与导电率的乘积。频率越低、岩石的导电性越差，穿透深度越大。反之，穿透深度越小。低阻覆盖层对一次场起屏蔽作用。一次场对矿体感应耦合作用的强弱，主要取决于它们之间的相对位置和一次场的频率。实际工作中，有目的的选择一次场源形式和场的频率是很重要的。

【定源场】 fixed source field 是指电磁法中铺设在地面上的矩形闭合回线或两端接地的长导线，通有谐变或脉冲电流时在其周围空间所产生的一次场。常用的定源场有闭合回线场和长导线场。场的强度与供电电流大小成正比。回线场可在回线内外、长导线可在长导线两侧观测。定源场的特点是：供电导线附近场的梯度大，离开一定距离后分布较均匀具有平面波的特征，场的方向垂直地面，对缓倾斜和水平产状导体感应耦合作用最好，场衰减较慢，向地下穿透深度较大。

【合回线场】 closed loop field 见定源场。

【长导线场】 long wire field 见“定源场”。

【偶极场】 dipole field 电磁法场源的一种形式，观测时，场源可以移动。是在多匝空心环形线圈或磁芯棒状线圈中，通有谐变或脉冲电流时，在其周围空间产生的一次场。当观测点离线圈中心的距离超过线圈直径 5 倍以上时，线圈的磁场相当于一个偶极子的场（在线圈中心的磁偶极子，轴向与线圈面的法线方向一致）故称为偶极场。偶极场的强度与供电流的大小、线圈匝数和面积成正比。它的特点是，场的分布不均匀，具有球面波的特征，有明显的方向性；在空气中场强与距离的三次方成反比衰减，向地下传播时衰减更快，所以穿透深度小；通过调节线圈的方向可以定向发射，对不同产状

的地下导体可以加强感应耦合作用。

【二次场】 secondary field 在电磁法中是指在*一次场的作用下，地下导电体产生的感应磁场；或指在一次场的作用下，地下导磁体受人工磁化产生的磁化磁场。二次场的强弱、方向、分布规律以及与一次场的相位关系，除取决于导体的电磁性质、大小、产状等因素外，还和一次场的强度、频率、一次场与导体间的感应耦合关系等条件有关。

【感应磁场】 induced magnetic field 即"二次场"。

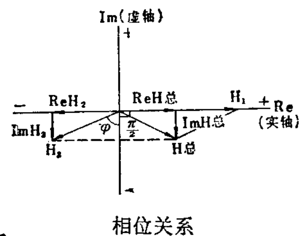
【磁化磁场】 magnetized magnetic field 即二次场。

【正常电磁场】 normal electroma－gnetic field 在电磁法中是指地下岩石的电磁性质是均匀各向同性时，岩石产生的*二次场和*一次场叠加形成的总场。由局部岩石的电磁性质不均匀而引起的正常场变化、称为异常或异常场。地面电磁法大部分是观测总场。掌握具体条件下正常场的规律，有利于从正常场背景上辨认异常。

【相位关系】 phase relationship 是指电磁法中*二次场（H_2）、总场（$H_{总}$）和一次场（H_1）之间的相位关系。导磁体的磁化二次场与一次场同相位。导电体的感应二次场比一次场相位落后$\left(\frac{\pi}{2}+\varphi\right)$。$\varphi=tg^{-1}\left(\frac{\omega L}{R}\right)$（ωL、R 分别为导电体的感抗和电阻），它只取决于导电体的电学性质。良导电体$\left(R\rightarrow0，\varphi\rightarrow\frac{\pi}{2})_2\right)$，二次场与一次场反相。导电性很差的物体（R→∞，φ→0），二次场与一次场相位差 90°。总场与一次场的相位差和二次场的振幅、相位有关，相应地在 0～90°之间变化。H_2 可分解为与 H_1 同相的实分量 R_eH_2 和与 H_1 落后 90°的虚分量 I_mH_2。良导体的 R_eH_2□I_mH_2，非良导体 ReH_Z□I_mH_2。总场的虚分量等于二次场的虚分量。总场的实分量等于一次场与二次场实分量的差值。总场虚实分量的矢量和即为振幅（A）。总场虚实分量之比即为相位角的正切。

$$7A=\sqrt{(I_mH_{总})^2+(ReH_{总})^2};$$

$$tg\varphi_{总}=\frac{I_mH_{总}}{R_eH_{总}}。$$



相位关系

【实分量】 real component 见"相位关系"。

【虚分量】 imaginary component 见"相位关系"。

【频率特性】 frequency characteristic 在电磁法中是指其它条件不变时，导体的*二次场随*一次场频率变化而变化的关系。利用在异常体上实测的频率特性曲线，可以确定异常体引起异常的最佳频率；对比实测和理论频率特性曲线可以对所获得的资料进行半定量解释。

【最佳频率】 optimum frequency 在电磁法中是指导电矿体的二次场虚分量频率特性曲线达极大值时的频率。最佳频率值与矿体形状、大小和导电率有关。矿体越大、导电性越好，最佳频率越低；反之，越高。一个具体的矿体，最佳频率是一定的。大的良导电矿体的最佳频率，一般只有几十周/秒。导电性差或矿体较小的最佳频率，可高达几千周/秒。寻找良导电性矿体时应用的频率范围是几十～几千周/秒，最佳频率对选择某地区的工作频率和区分异常都有重要意义。

【相似条件】 similar condition 是指依据相似原理，用模型系统精确地模拟测量系统中的场力线几何结构的条件。如电磁法中模型系统和测量系统的*综合参量应当相同，即其相似条件为：$(\sigma\mu\omega i^2)_{模型} = (\sigma\mu\omega i^2)_{测量}$

【互换原理】 reciprocal principle 当供电电极和测量电极互换或发射线圈和接收线圈互换时，所测得的结果是相同的，称为互换原理。实际工作中，利用互换原理可以简化计算和快速，直观的解释实测资料。

【介电常数】 dialectrie constant 用符号 ε 表示，是基本物理常数之一。在数值上，是一个点上的电位移和电场强度之比。在低频电磁法中一般可忽略它的影响。

【趋肤效应】 skin effect 指交变电流在导体中不按导体截面均匀分布，而是集中在导体表面流动的现象。“趋肤”厚度和频率有关。趋肤厚度的概念与“穿透深度”概念相同。“见穿透深度”。

【吸收系数】 absorption coefficient 又称“衰减系数”当电磁波进入岩石中时，由于涡流的热能损耗，将使电磁波的强度随进入距离的增加而衰减，这种现象又称为岩石对电磁波的吸收作用。吸收或衰减系数 β 的大小和电磁波角频率 ω、岩石导电率 σ、岩石导磁率 μ、岩石介电系数 ε 有关：

$$\beta = \omega\sqrt{\frac{\mu\varepsilon}{2}\left(1+\frac{\sigma^2}{\omega^2\delta^2}\right)-1}$$

在导体中则简化为：

$$\beta = \sqrt{\frac{\omega\mu\sigma}{2}}。$$

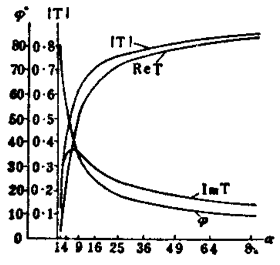
【阻抗】 impedance 表示电路阻碍电流通过能力的量，通常是复数，其数值与电流的频率有关（当电路由纯电阻组成时的阻抗是实数，而且与频率无关）。在电磁法中，用接地方式测量地中的电场强度，而利用接收线圈测量相应电场的磁场强度，其比值为阻抗；在不均匀介质中测得的阻抗称为视阻抗；接收线圈中的感应电动势与发射线圈中的电流之比，称为互阻抗。

【法拉第阻抗】 Faradaic impedan ce 是指电流通过电解液和电子导体界面时出现的电化学极化和浓差极化所引起的附加阻抗。它是电解液和电子导体界面上阻抗的一

部分（**另一部分是电偶层的无功容抗**）。

【综合参量】 composite parameter **在电磁法中，导体的电导率**（σ）、**磁导率**（μ）、**几何大小以及一次场的圆频率**（$\omega=2\pi f$，f **是频率**）**的乘积，称为综合参量。用符号** α **表示。综合参量决定导体*二次场的变化。如在均匀交变磁场中球体的综合参量** $=\sigma\mu\omega\alpha^2$ **无限长的倾斜薄板的综合参量** $\alpha=\sigma\mu\omega lL$。**式中** α **为半径、**l **为厚度、**L **为向下延深**。

【综合频率特性曲线】 composite frequency characteristic **是表示频率特性函数与综合参量之间变化关系的曲线。导体所产生的感应二次场由三部分确定，即一次场强度、表征这个导体的频率特性函数、测点和导体相对坐标位置。图为均匀场中水平圆柱体的综合频率特性曲线，函数** T **是表示水平圆柱体的频率特性函数。导体的形状不同，综合频率特性曲线的变化规律基本相同，只要横坐标乘上一定的倍数，不同形状导体的综合频率特性曲线就可以基本重合。对某一确定的导体来说，其形状、大小、电磁性质都是已知的，频率特性函数只随场的频率变化而变化，这时的综合频率特性曲线就是频率特性曲线**。



综合频率特性曲线

【穿透深度】 depth of penetration **某种频率的电磁波向地下的穿透深度。在交流电法勘探中，习惯上把振幅值衰减到它在表层值的** $\frac{1}{e}$（$e\simeq 2.7$）**的距离叫做穿透深度，常用符号** d **表示。对于横过一个非磁良导电体的平面波来说**，$d=503.8\sqrt{\frac{\rho}{f}}$（**米**）。**上式说明，穿透深度**（d）**和岩石电阻率**（ρ）**的平方根成正比例变化，和频率**（f）**的平方根成反比例变化。此外，还有一个实际穿透深度的概念。它是指所使用的仪器能寻找到的矿体的最大深度。它的前提条件是能够观测到一个可以分辨的电磁异常。实际探测深度除同岩石电阻率、频率有关外，和不同电磁法仪器的收发距有关，还和表层电性不均匀所造成的干扰大小、深部矿体的几何形状、测量仪器的灵敏度及其噪声水平等有关**。

【椭圆极化】 elliptical polarization **是指频率相同、空间取向不一致、振幅值不相等的两个电磁场矢量，当它们存在相位差时，其合成矢量端点随时间变化的轨迹。在交流电法中，一次场和二次场空间取向不一致，其相位也不一致，所以合成场是椭圆极化场。如果导体的导电性很好时，一次场和二次场之间的相位趋向一致，椭圆变为一条直线，即形成线性极化场**。

【相对测量法】 relative measuring method **是指激发场源是*定源场的条件下，测量沿测线相邻两点的振幅比和相位差的方法，如双框法等属于这一类。其特点是：曲线的变化与振幅和相位沿测线的梯度变化成正比，曲线较复杂。但是，这种测量方法具**

有工作效率快的优点。目前多用来进行普查。

【绝对测量法】　absolute measuring method　是测量电磁场的垂直分量和水平分量的振幅值和它们相对于一次场相位移的方法。在激发场源是偶极场的条件下，多采用绝对测量方法。在激发场源是定源场的条件下，可以采用绝对测量法，也可以采用相对测量法。目前，我国多采用绝对测量法。

【发射装置】　transmitting device　是发射一次场的整套仪器设备。它包括电源、电流表和发射回路三部分。由电源向发射回线供给一定频率的谐变电流或脉冲电流。电源频率可以是一、二个或几个。可以一次供给一个或同时供给几个频率的电流。电流的大小由电流表指示。常用的发射回线有三种：发射线圈：绕制成多匝的空心环形线圈或磁芯棒状线圈，发射的是偶极场；闭合回线：在地面上用供电导线铺成的长方形或正方形的、大小为 $n \cdot 10^2$（米）$\times n \cdot 10^2$（米）到 $n \cdot 10^3$（米）$\times n \times 10^3$（米）的回线，不接地，属定源场；两端接地的长导线：是在地面上铺设一根供电导线，导线两端接地，电流经两端接地电极流入地下形成回路，导线长度由几公里到几十公里，属定源场。工作时，偶极场的发射装置要和接收装置一起移动。定源场的发射装置固定不动，完成一个测区后再移动。

【接收装置】　receiving device　是指测量磁场的整套仪器设备。它主要包括接收线圈和接收机两部分。当测量磁场的虚分量时除接收线圈和接收机外，还有作为引入参考讯号用的补偿线圈和参考导线。接收线圈接收交变或瞬变磁场讯号，经接收机放大后显示读数。大部分方法只用一个接收线圈，有的要用两个接收线圈。线圈面要与待测磁场垂直。接收和种类很多。有的虽然是测量同一参量，因测量原理和电子线路设计不同而有各种型号。

【倾角法】　dip－（angle）method　是以*偶极场为一次场源，观测总场向量倾角的一种地面电磁法。工作时，发射线圈（T）固定在 X、Y、Z 的任一方向上，用接线圈（R）测量总场与一次场的夹角，或测量总场的 X、Y、Z 分量与一次场的夹角，倾角符号规定为：接收线圈面向南和向东读数为正，向北和向西读数为负。仪器是以耳机或表头指针来测量总场向量的倾角。工作方式灵活多变。发射线圈（T）和接收线圈（R）可在同一测线上同步移动（称为同线排列）；也可以在相邻两侧线上平行移动（称为旁线排列）；偶尔也可固定发射线圈（T），在其附近小范围内移动接收线圈（R）做环形测量（称为环形排列）。通常发射与接收间距为几十米。倾角法的优点是装备轻便、效率高、成本低、适于快速普查。常用来进行地质填图和寻找埋藏较浅的导电矿体。缺点是：勘探深度浅、只研究磁场在空间方向的变化、地形影响较大，受工作地区通视条件的限制。倾 角法使用的仪器有：电磁波探矿仪、回射倾角仪等。

【虚实分量法】 imaginary－real component method 是以*定源场或偶极场为一次场源，观测垂直磁场（Hz）和水平磁场（H_Y、H_X）的虚分量（I_m）和实分量（R_e）的一种地面电磁法。根据一次场源又可分为偶极式虚实分量法和定源式虚实分量法。工作时，用一个接收线圈逐点进行观测。实分量可明显地反映出高导磁或良导电大矿体的异常。测量虚分量的方法很多，现用方法都要引入一次场作为参考讯号。对导电性较差或较小的矿体，二次场虚分量比实分量大。虚分量不包含一次场，异常表现明显。虚分量对成果解释意义较大，所以同时测量虚实分量，充分发挥了方法的优点。根据测得的数据，可计算出同一点的磁场振幅 A 和相位 φ。

【偶极式虚实分量法】 dipole imaginary－real component method 是指一次场为偶极场的虚实分量法。工作时，发射装置与接收装置在同一测线上，沿矿体倾斜方向接收装置在前、发射装置在后一起移动逐点观测。收发距根据矿体埋深确定。现用仪器发射机的频率最多的有三个。它只能研究异常的空间分布，定性解释异常。勘探深度较浅，装备轻便，适于快速普查良导电矿体。

【定源式虚实分量法】 fixed－source imaginary－real method 是一次场为定源场的虚实分量法。因工作频率多，又称多频虚实分量法。工作时，参考讯号可以用放在供电导线附近的步话机载波发送至接收机；或由补偿线圈取得讯号，用参考导线传输给接收机。发射装置不动，接收装置沿测线逐点测量。普查时，选用二种频率作面积测量，详细研究异常时，用闭合回线场测出异常频率特性曲线。定源式虚实分量法勘探深度大，寻找良导电体效果较好。还可以粗略估计异常体的埋深、大小和电导率，并能区分铁磁性矿体和以剩磁为主的岩体所产生的磁异常。

【多频虚实分量法】 multiple－frequency imaginary－real component method 即“定源式虚实分量法”。

【双框法】 Turam method 又称“土拉姆法”。是以定源场为一次场，观测两个测点上垂直磁场的振幅比和相位差的一种地面电磁法。工作时，用两个接收线圈在同一测线的两个测点上同时移动逐点观测，取其中点为记录点。方法的优点是：对小的或大的导电矿体均能得到良好反映；由于进行相对测量；对供电电流的大小、频率和接收机的灵敏度只要求相对稳定，便于制作仪器和使装备轻便化；接收装置轻便，效率高，适于普查用。

【土拉姆法】 Turam method 即“双框法”。有人又译“土伦法”。

【感应脉冲瞬变法】 induced pulse transient method（INPUT） 又称“过渡场法”、“瞬变场法”、“因普特法”等。是用脉冲电流产生脉冲式一次场（偶极场或定源场），在断电间隙测量地下导体感应产生的瞬变二次场的一种地面和航空电磁法。工作时与其他地面电磁法不同的是只测量纯二次场。在接收机上多道取样，记录同一点上不

同时间的场强，按道（即断电后不同时间）绘出剖面曲线。方法的优点是可加大勘探度；可以发现低阻覆盖层下的良导体；可根据导电性差的物体瞬变二次场峰值大，衰减快和良导电体的瞬变二次场峰值相对较小、衰减慢的特点来区分异常。

【过渡场法】 transitional field method 即“感应脉冲瞬变法”。

【瞬变场法】 transient (field) method 即“感应脉冲瞬变法”。

【因普特法】 INPUT method 见“感应脉冲瞬变法”。

【频率测深法】 frequency sounding method 是指频率在几十周/秒到几万周/秒的音频范围内，通过改变交变磁场频率的办法探测岩层电阻率髓深度的变化以了解地质构造和找矿的一种人工场源电磁法。由于岩石的电磁感应作用，交变电磁场在地下的分布随岩石电阻率和场源频率的变化而变化。频率低、岩石的电阻率高电磁波穿透深度大；频率高、岩石电阻率低穿透深度浅。所以，只要改变场的频率，在地面上某一定点观测电磁场的有关分量，根据观测结果计算视电阻率值就能反映出不同深度的地质情况。可见，在交变电磁场的有效作用深度内，频率可以控制不同的勘探深度。高频作用深度浅，低频作用深度大。这种方法的优点是：对地电断面的分辨能力高；节省人力、效率高；有时用不接地磁偶极子场源，所以对高阻覆盖层和高阻岩层穿透能力强。

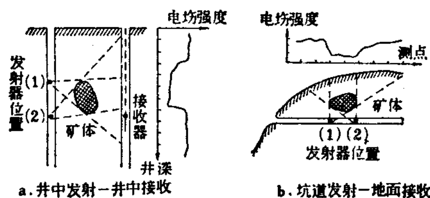
【大地电流法】 telluric (current) method 是观测地壳中天然存在的低频大地电流的变化，研究和探测地下地质构造的一种方法。大地电流场是一个交变电场，其振幅和方向均随时间变化，周期大小不一。常观测较稳定的周期为 6～40 秒的振动，一般强度为 10^{-2}～5 毫伏/公里。大地电流场的突出特点是：某一瞬间，在几十到几百公里范围内，大地电流的密度和方向保持不变，只受地下岩层导电情况变化的影响。大地电流法就是利用这个特点，同时在基点和不同测点上连续观测大地电流变化，常用来解决地质构造及基岩起伏等问题。

【磁大地电流法】 magneto－telluric method 是通过测定地表任意一点上，由大地电流产生的电场和磁场的比值（即* 阻抗）来探测地质构造的方法。由于电场和磁场是随时间同步变化的，所以，它们的比值可以消除大地电磁场随时间变化这一因素的影响，它不需要设置基点，也不需要供电设备，勘探深度又大，是一种很有前途的探测地质构造的方法。磁一大地电流法又可分为大地电磁测深和大地电磁剖面两种方法。大地电磁测深法是通过观测同一测点不同频率的电场与磁场的比值，研究不同深度地电断面情况，低频反映深部，高频反映浅部。大地电磁剖面法是观测同一频率不同测点的电场与磁场的比值，研究同一深度、不同测点的地电断面情况。

【大地电磁测深】 telluric electromagnetic sounding 见"磁—大地电流法"

【大地电磁剖面】 telluric electromagnetic profile 见"磁—大地电流法"。

【无线电波透视法】 radiowave penetration method 又称"阴影法"。它是根据良导电矿体比一般岩石对电磁能有较强吸收能力的物理性质找矿的。工作时，可采用坑道发射电磁波，在坑道或地面接收或井中发射电磁波，井中接收两种方案。例如，在坑道发射高频电磁波，在地表逐点观测时，如在发射源和接收点之间有矿体存在，会观测到电磁场强度明显减弱的地段，即阴影区。而在没有矿体地段，仍能观测到较强的电磁场强度。无线电波透视法选用的频率多为几兆周/秒。

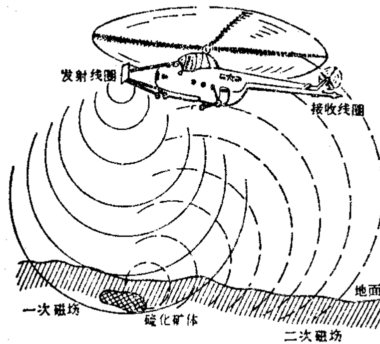


无线电波透视法

【阴影法】 即"无线电波透视法"。

【地质雷达】 geological radar 是探测地下物体的地质雷达的简称。它的基本原理是：发射机通过发射天线发射中心频率为 210 兆周/秒、脉冲宽度为 0.1 微秒的脉冲讯号。当这一讯号在岩层中遇到探测目标时，会产生一个反射讯号。直达讯号和反射讯号通过接收天线输入到接收机，放大后由示波器显示出来。根据示波器有无反射讯号，可以判断有无被测目标；根据反射讯号到达滞后时间，可以大致计算出探测目标的距离。地质雷达可以在探测范围内寻找空洞或暗河；在金属矿坑道中，可以用来探测高阻围岩中的盲矿体；可以预报掌子面前的水晶洞，有利于护晶爆破等。

【航空电磁法】 airborne electromagnetic method 通称航空电法。是用来快速普查良导电金属矿的航空物探方法。它是通过研究由人工或天然形成的电磁场对地质体感应激发产生的* 异常场特征和规律（即应用交变电磁场的感应原理）来寻找矿体或解决某些地质问题的。主要是用来快速普查良导性金属矿体（富铜、富铁）；对大面积地质填图、圈定近地表的基岩起伏、研究地下水和冰冻层等方面也有一定效果。自 1950 年应用航空电磁法以来，目前已发展了 20 多种不同的航空电磁法。常用的有感应脉冲瞬变法（又称过渡场法、因普特法）、旋转磁场法、天然音频电磁法、长波电台法（又称甚低频法）等。近来有人根据场源特点把航空电磁法划分为三个系统、感应场音频连续波系统、感应场音频脉冲波系统和辐射场系统。



航空电磁法原理图

【航空电法】 airborne electrical prospecting 即“航空电磁法”。

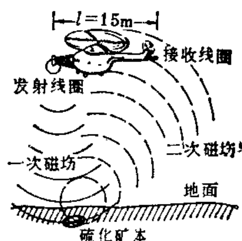
【航空电磁系统】 airborne electro—magnetic systems（AEM system） 是按场源特点和一定设计方案组成的一整套航空电磁法设备（飞机、航空物探仪器、发射和接收线圈以及它们之间的安装关系等）的通称。航空电磁法大致可分为三类，即感应场音频连续波系统、感应场音频脉冲波系统和辐射场系统。感应场音频连续波系统包括硬架系统（如直升飞机的吊式硬架系统、直升飞机或固定翼飞机的机身硬架系统、固定翼飞机的翼尖硬架系统）；吊舱系统或非硬架系统（如固定翼飞机吊舱系统、旋转场双机系统）；半航空系统（如航空双框法）。感应场音频脉冲波系统包括感应脉冲瞬变系统（吊舱式）和相关对比法感应脉冲瞬变系统（机身硬架式）。辐射场系统包括长波（甚低频）电台辐射场观测系统和天然音频磁场观测系统。感应场音频连续波系统和感应场音频脉冲波系统需要自备发射源，故又称有源系统或主动系统。辐射场系统一般不需要自备发射源，故又称无源系统或被动系统。航空电磁法所应用的飞机主要是适于低空飞行的轻型固定翼飞机或直升飞机。固定翼飞机的优点是续航时间长、成本低，缺点是对地形适应性较差（仅适用于平原或低丘陵地区）。直升飞机系统，特别是喷气涡轮直升飞机适用于各种地形条件。直升飞机的续航时间较短，成本较高。飞机类型的选择应综合考虑地形地质条件、航电仪类型、地质任务和成本要求等。

【感应场音频连续波系统】 inductive fild audio frequency continuous wave systems 航空电磁系统之一。其共同特点是，发射线圈发射音频（$10^2 \sim 10^3$ 周/秒）连续正弦波形的一次电磁场；接收线圈调谐在发射的工作频率上测量正弦波形的连续的交变磁场。感应场音频连续波系统包括有*硬架系统（发射线圈和接收线圈之间的距离保持固定，便于补偿掉一次磁场，使用的仪器可以测虚、实分量。）；*吊舱系统（发射线圈和接收线圈相距较远，当发射功率不很大时，机体涡流对虚分量的观测影响很小，故多观测虚分量。（由于吊舱系统的收发距不易固定，对实分量观测影响较大，所以同时观测虚实分量者很少）；半航空系统（航空双框法）等。

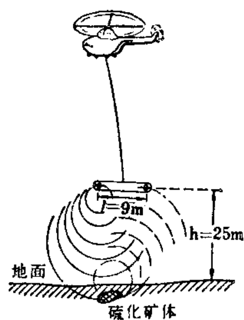
【感应场音频脉冲波系统】 audiofrequency pulsesystem of inductive field 航空电磁系统之一。其共同特点是，发射的一次磁场是一系列间歇的脉冲波形。如目前常用的感应脉冲瞬变系统是在一次磁场断掉的间歇期间内观测二次磁场随时间、随空间的衰变规律（在新方案中也有在一次磁场存在期间观测二次磁场的影响。

【辐射场系统】 radiated field system 航空电磁系统之一。其共同特点是，测区距发射源很远，接收线圈所观测到的不再是发射源近区的感应场，而是发射源远区的辐射场。辐射场与感应场有明显区别。感应场中，磁场能量远远大于电场的能量，电场的相位与磁场的相位差 90°；辐射场中，电场的能量和磁场的能量是相等的，电场的相位与磁场的相位也是相同的（在空中）。辐射场系统包括* 长波（甚低频）电台辐射场观测系统和* 天然音频磁场观测系统。

【硬架系统】 rigid frame system 又称刚性架系统，是指把发射线圈和接收线圈安装在一个刚性体硬架上，其相互距离和位置保持不变的一类航空电磁法方案。它包括* 翼稍（翼尖）硬架系统、机身硬架系统和直升飞机吊舱硬架系统等。硬架系统都采用补偿式航电仪。（翼稍硬架系统是把发射线圈和接收线圈分别固定在固定翼飞机机翼的两端，距离约为 20 米左右。机身硬架系统是把安装发射线圈和接收线圈的刚性架固定在直升飞机或固定翼飞机的机身前后，发射线圈和接收线圈同轴地分别安装在飞机的头部和尾部，两线圈的距离约为 15 米左右。直升飞机吊舱硬架系统是把发射线圈和接收线圈同轴地固定在约 9 米长的刚性架上，刚性架吊在飞机下边，工作时线圈轴向和飞行方向一致）。



直升飞机刚性架系统



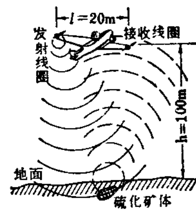
直升飞机吊舱刚性架系统

【刚性架系统】 rigid frame system 即“硬架系统一”。

【机身硬架系统】 helicopter rigid frame system 航空电磁法硬架系统之一，是把安装发射线圈和接收线圈的刚性架固定在直升飞机或固定翼飞机的机身前后，发射线圈和接收线圈同轴分别安装在飞机头部和尾部。两线圈距离约为 15 米左右。

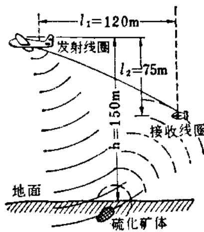
【直升飞机吊舱刚性架系统】 helicoper towed rigid frame system 航空电磁法硬架系统之一，是把发射线圈和接收线圈同轴地固定在约 9 米长的刚性架上，刚性架吊在飞机下边，工作时线圈轴和飞行方向一致。

【翼梢系统】 wing—tip system 是航 空电磁法硬架系统之一，即将发射线 圈和接收线圈分别置于固定翼飞机机 翼的两端，距离约为 20 米左右。



翼梢系统

【吊舱接收系统】 bird—receiving system **航空电磁法系统之一，即将接收线圈放在吊舱内的接收系统。吊舱一般用百米左右的长电缆吊在飞机的后下方。吊舱硬架系统从原理上来说不属于吊舱系统。**



吊舱接收系统

【直立线圈共面系统】 vertical cop1anar coils ♯ system **是发射线圈和接收线圈的线圈面取向共面的航空电磁方案，如翼梢系统就是取向飞行方向，以共面方式，把发射线圈和接收线圈固定在机翼两端的直立线圈共面系统。**

【直立线圈共轴系统】 vertical coaxial coils system **指发射线圈和接收线圈的线圈面直立而且法线同轴的航空电磁法方案。如吊舱刚性架系统就是把发射线圈和接收线圈固定在收发距为** 9 **米长的刚性架上，其同轴方向和飞行方向一致；直升飞机刚性架系统是把发射线圈和接收线圈分别固定在机头和机尾的刚性架上，两线圈轴线仍然保持同轴。**

【感应脉冲瞬变系统】 induced pulse transient system（INPUT system） **是航空电磁法中感应场音频脉冲波系统中常用的方案。主要特点，是其发射的一次磁场不是连续的正弦波，而是一系列窄而强的脉冲。脉冲宽度约** 1 **毫秒，脉冲峰值电流达百安培以上。脉冲电流通过环绕于飞机头、翼、尾的水平迴线型发射线圈中，接收线圈放在位于飞机后下方一百多米的吊舱中。在一次脉冲的间歇期间（一次磁场为零的时间间隔内，约为两毫秒半），通过接收线圈测量由地下导体引起的涡流衰变磁场，即二次磁场。对良导体来说，二次磁场衰减慢；弱导电体（如覆盖层）的二次磁场衰减快。仪器测量结果是利用多道取样记录的方法，记录脉冲结束后各个不同时间取样的连续曲线。这些曲线既能直观地反映二次磁场的空间变化规律又能直观地反映磁场随时间的衰减特性，**

有利于全面分析观测结果。这个系统观测的是纯二次场的衰减特性，灵敏度高，又能区分覆盖层影响，因而探测深度大，能发现低阻覆盖下的良导体。

【相关对比法感应脉冲瞬变系统】 correlative method INPUT system (cotran system) 是指把实测的多道取样的记录曲线与仪器中的电子计算机所储存的各种情况的理论曲线直接进行相关对比，选择其中重合一致性好的对比结果，给出指示讯号的感应脉冲瞬变系统的新方案。共优点是能加速* 航空电磁法的资料处理。为消除吊舱系统的一些弱点，目前研制的方案是机身硬架系统。

【甚低频辐射场系统】 very low frequency band radiated field system (VLF system) 又称“长波电台法”、“甚低频法”是航空电磁法的一种方案。它是利用世界各地海军长波电台发射的15千周/秒—30千周/秒甚低频波段的无线电波做为场源，用航空电磁仪测量由甚低频电波在地下良导体中感应的二次磁场的方法。海军长波电台主要是为了和潜艇通讯而设置的，它能传播很远的距离，并能穿透海水达到潜艇。甚低频无线电波辐射场的特点很适合于进行导电率填图。穿透深度可达15米到300米范围。可用来探测大的断层、破碎带、石墨化地层和矿化带等。在有利条件下有可能探测浸染状和块状硫化矿体。电场相位法可用于大面积水文地质填图。这就是通常说的长波电台法或甚低频法。实际工作中根据不同的地质任务可测定辐射场的磁场成分或电场成分。测定磁场的称为无 线电相位系统和电场相位系统可安装在一架轻型飞机或直升飞机上，测定磁场采用接收线圈，测定电场用鞭状天线。

【长波电台法】 very low frequency method 即“甚低频辐射场系统”。

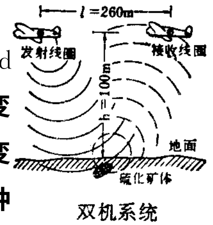
【甚低频法】 very low frequency method. “VLF” method 即“甚低频辐射场系统”。

【无线电相位法】 radic－phase method 是甚低频辐射场系统的一种，在航空电磁法中用以测定辐射场磁场成分的方法。它对于陡倾斜导电率界面反映灵敏。

【电场相位法】 E－phasemethod 是甚低频辐射场系统的一种，在航空电磁法中用以测定辐射场的电场成分的方法。它对平缓导电率分界面反映灵敏。

【旋转磁场法】 rotating magnetic field method 是航空电磁法的一种设计方案。常用的是双机系统或吊舱系统。它是利用相互垂直的两个发射线圈发射旋转的圆极化的一次磁场，使互相垂直的两个接收线圈所接收到的一次磁场讯号为零。在飞行过程中，当地下有良导体存在时，接收线圈将出现非零讯号。旋转磁场法是把发射线圈放在一架飞机上，接收线圈放在另一架飞机上（双机系统）或同一架飞机的吊舱中（吊舱系统）。这一方法可增强克服一次场干扰的能力。

【双机系统】　two－plane system　见“旋转磁场法”。



双机系统

【天然音频磁场法】　audio frequextcy magnetic field method (AFMAG)　是利用区域性的天然音频场源来研究地下岩石电阻率变化的一种航空电磁法。目前研究的是几十周/秒到几百周/秒的天然交变磁场。场的来源主要是赤道附近的巨雷闪电，以及人为的电扰动。这种辐射场沿地表传播很远后则变成水平极化。这种水平的辐射场碰到导电性稍高的地质体时，便在导电体中感应出涡流，它重新发出* 二次场。这样就使合成后的磁场强度偏离水平面，从而可指出导体的存在。天然音频磁场的优点是不需要自备发射源，在理想条件下，探测深度大，但它不能全年观测，因为天然音频磁场不仅与季节有关而且在一天之内也有变化。

【半航空式电磁法】　half－airborne electromagnetic method　是* 航空电磁法的一种设计方案。它是采用铺设在地面的两端接地的长达几十公里的长导线或 3×3—10×5 公里的□线作为一次场源。接收线圈放在直升飞机的吊舱中，用一条长 30 米的电缆吊在机外，也可以设置在机外特制的装置上。实际上，它是双框法的航空方案。地面的长导线可借助直升飞机铺设，测量参数有振幅比、相位差等。这种方法的优点是，* 一次场干扰小，勘探深度大。

【静干扰】　static disturbance　是干扰的一种。它是指那些与人工发射的交变电磁场无关的一些干扰。如天电干扰、线圈振动切割地磁场的干扰、飞机电气设备的电气干扰、仪器的固有噪声电平等，这些干扰值决定了仪器的绝对灵敏度。经仪器的滤探装置可以滤去工作频率 $f_0\pm0.3$ 周/秒以外的其它频率的干扰，衡量静干扰的大小，是把仪器的记录值换算为接收探头处的磁场强度来表示。单位是安培/米。

【动补干扰】　move－cornpensationdisturbance　是干扰的一种。它是指那些与人工发射的交变电磁场有关的干扰。如飞机的金属可动部分对接收探头的相对运动、飞行中由于振动、气流冲击等原因使发射探头与接收探头之间的距离发生变化、接收及发射探头发生扭转等引起的干扰。它对仪器的影响是以调制工作频率的形式出现的。影响的频段为。$0-f_{截}$（$f_{截}$ 是滤波器的截止频率），即 0 ± 3 周/秒。衡量动补干扰的大小，是把仪器的输出值换算到接收探头处的磁场强度 $H_{干}$ 与一次场的比值来表示。单位是 ppm。

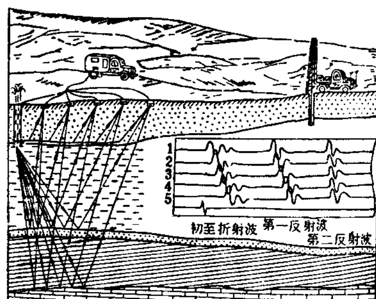
【干扰水平】　noise level　又称“灵敏度”。航空电磁仪的测量结果，不是以绝对测量单位即安培/米表示，而是用相对单位来表示。即以接收点处的一次场 H_1 为单位来计算二次场的虚分量和实分量。用这种单位表示的仪器灵敏度称为干扰水平（S），$S=\frac{H_2}{H_1}$。通常用 ppm 表示灵敏度，$1ppm=10^{-6}$，即 $S=\frac{H_2}{H_1}=10^{-6}$ 附为 1ppm。

【相位矢量图】　Argand diagram　**是表示虚、实分量异常和不同参数变化关系的列线图。它是根据理论计算或模型实验的方法获得的数据绘制成的。对于一部分*航空电磁法实测的异常资料，可通过相位矢量图进行定性或定量解释。例如，用异常的虚实分量值求出单个导体的导电率**（σ）**和导体的厚度**（t）**的乘积**（$\sigma \cdot t$）**值，可以粗略地确定导体特性，如确定其是否是有经济价值的矿体和计算矿体的埋藏深度等。**

【收发距】　space between receiver and transmitter　**电磁法的场源和接收线圈之间的距离。如补偿式航空电磁法的收发距一般约为** 7—20 **米。在飞行过程中，为了测虚实分量，原则上不允许收发距有变化。实际上，沿不同方向上的距离是有变化的，个别方向不允许超过零点几毫米。吊舱系统的收发距约在** 100～250 **米，由于收发距不易控制，变化范围大，所以一般只测量虚分量。长波电台法和天然音频电磁法的收发距可认为是无穷远，不存在收发距变化影响问题。**

地震勘探

【地震勘探】　seismic prospecting　**地球物探方法之一。它的原理是利用人工激发的地震波在弹性不同的地层内传播规律来勘测地下的地质情况。在地面某处激发的地震波向地下传播时，遇到不同弹性的地层分界面就会产生反射波或折射波返回地面，用专门的仪器可记录这些波，分析所得记录的特点，如波的传播时间、振动形状等，通过专门的计算或仪器处理，能较准确地测定界面的深度和形态，判断地层的岩性，勘探含油气构造甚至直接找油，勘探煤田、盐岩矿床、个别的层状金属矿床以及解决水文地质工程地质等问题。**

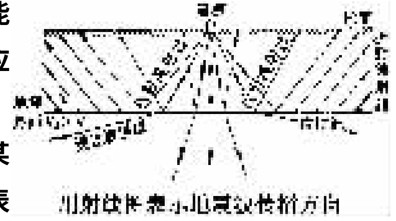


地震勘探（反射波法）

【地震波】　seismic wave；**弹性振动的地球中的传播统称地震波。按其成因的不同，由天然地震产生的波称为天然地震波，通过人工激发的地震而产生的波则称为人工地震波。根据质点振动的形式，地震波分成三大类：质点振动方向和波的传播方向一致**

的称为纵波；质点振动方向和波的传播方向垂直的称为横波；沿界面传播的称为面波。地震勘探中通常使用纵波而很少使用横波。天然地震中很重视观测面波，但在地震勘探中面波一般成为干扰波。

【地震射线】 seismic ray 是表示地震波能量传播路径 de 的曲线。它也是波传播时间最短的路程。以射线的理论研究地震波的传播，能形象地从几何关系上反映波的运动学特点，便于实际应用。但它并不完全反映波动的实质。



【波前】 wavefront 地震波在介质中传播时，某时刻刚刚开始位移的质点构成的面，称为波前。它代表某时刻地震波能量到达的空间位置，它是运动着的。波前与地震射线成正交。因此，使用射线或波前来研究地震波是等效的。根据波前的形状一般可以把波分为球面波、平面波、柱面波等。

【人工震源】 artificial seismic source 产生人工地震波的震源或激发中心。在地震勘探中有两类：一类为炸药震源；另一类为非炸药震源，如机械撞击，气爆震源，电能震源等。

【炸药震源】 explosive source 地震勘探工作中，多年以来一直采用各种炸药作为震源，其中效果较好的是三硝基甲苯，即 TNT 炸药，它具有强大的爆炸能力，安全性能好。也可采用硝铵炸药，其安全性能更好，但其它性能比前者差。炸药震源有宽广的频谱，适于高频（大于 80 周/秒）、中频（15—80 周/秒）、低频（6—15 周/秒）的地震勘探。它的能量并不能全部用在地震勘探所需要的有效波上，大部分消耗于使周围介质破碎或形成永久形变，部分则作为地震干扰。在干燥疏松岩石中爆炸时，有效能量更低；只有在水或含水的可塑性介质中爆炸时，才能得到良好的地震效果。近年出现的非炸药震源正逐步地代替炸药震源。在海洋、河湖中的地震勘探，更是如此。

【爆炸索】 Geoflex 是在地震勘探中进行爆炸工作的一种专门装置。在海洋地震勘探中用的爆炸索是在船两舷伸出的几米长的支架和尾端是一个带有钢钩起爆管的绝缘电缆以及悬挂在开口的铁丝环上的炸药包。工作时，用支架将绝缘电缆拖曳于爆炸点位置上，铁丝环沿支架下的绝缘钢缆向后滑动并落入水中。当起爆管尾端与铁丝环接触时，即可自动爆炸。爆炸索在技术能力和经济方面都比双船工作法优越。但它还属于炸药震源，不具备非炸药震源的优点，使用日渐减少。陆地上的爆炸索用一种高级炸药制成，形状像电缆，不打井，埋在表土下爆炸。

【爆炸笼】 Flexotir 是海洋地震勘探中的一种炸药震源装置。将少量的炸药用水压驱动，通过胶管而进入一个带有小孔洞的钢笼，在水下起爆后，钢笼上的小孔洞使爆炸所产生的气体进入水中，而不产生气泡脉冲。这种装置在水深 40 英尺处爆炸，也不

致产生重复冲击，能得到较大的地震有效能量。

【震源弹】 source bomb 依据聚能原理采用高效能炸药制成的有一定形状外壳的炸药包。在需要使用大量炸药或难以打炮井的地区，应用震源弹可以节省大量炸药，并改善地震勘探的效果。

【土火箭】 autochthonal rocket 利用火箭的原理把炸药包送入地下的装置。它可以代替钻机打炮井的工作，但只能用于土层，穿透的深度约十米左右。

【非炸药震源】 non－explosive source 是指地震勘探中不用炸药激发地震波的震源。它包括落重法，气枪震源、电火花震源、连续震动源以及电磁脉冲震源等。单个非炸药震源虽然能量比炸药震源要小，但具有组合使用、频率可以控制、提高多次叠加的生产效率、保护水中生物资源以及能适用于交通不便、打井困难的地区等优点。非炸药震源在海洋地震勘探中得到广泛应用。陆地地震勘探中，非炸药震源也有广泛应用的条件，尤其是连续振动源。

【落重法】 weight－drop 利用悬挂在几米高处的几吨重重锤下落撞击地面作为地震能源的方法，是非炸药震源的一种。其特点是能量小、面波干扰强，需叠加处理。适用于堤坝及不能使用炸药或不能钻井的地区。

【电能震源】 electric energy source； 是一种利用放电效应或电磁感应的非炸药震源。目前海上常用的是电火花震源和电磁肪冲震源等在陆地进行地震勘探时，可将高压电能储集到容器组上，而后在一充满流体的换 能器内通过放电产生冲击波，类似的装置应用于海上地震勘探时，称为轰鸣器，由于海水就是流体，其装置更为简单。

【电火震源】spark； 是电能震源的一种。它利用电容器将所储藏的电能加到预先放置于水中的电极上，由于放电效应产生火花，造成振动。通常在浅海地震勘探，特别是连续地层剖面仪中应用。但是，这种改善其缺点，可改用多电极组合放电法、爆炸线法、火焰喷射器法多种形式。

【电磁脉冲震源】 eiectromagnetic vibration exciter； 是在水声学中广泛应用的一种电能震源。它利用电磁感应的方法，使振动器在水中发生脉冲振动。电磁脉冲震源能连续发射，易于控制，但它的能量比较微弱。当研究海底浅层沉积而使用地层剖面仪和各种声纳装置时，它是良好的震源，对于大陆架的反射地震勘探，它的能量偏小，频率偏高，不适于产生的记录深部反射波。

【轰鸣器】 Boomer； 指用于海上地震勘探中的一种电能震源。详见“电能震源”。

【气爆震源】 gas exploder 又称“气枪震源”、它是把丙烷、氧气或空气的混合物导入爆炸室内，用电火花起爆，或者直接产生震波，或者用气爆推动重物撞击地面。可在海洋或陆地应用。也可以采用其它气体，如氨及一些氮碳化合物，混合之后作为爆炸物质，但都需要专门的引爆设备。这种震源在传输上比固体炸药优越，是非炸药震源中地震能量较高的一种，其缺点是需携带各种装有气体的专门容器，并在一定程度上具有危险性。

【气枪震源】 gas gun 即“气爆震源”。

【空气桅震源】 air gun 是利用压缩空气迅速释放作为动力的一种非炸药震源，也称“气枪法”。在海洋地震勘探中得到广泛应用。它利用气枪将高压空气在极短的瞬间送入水中，形成气泡，气泡在水中发生膨胀与收缩相交替的振荡，即造成地震振动。此种振动的频率与气泡中空气的数量、压力，水的深度有关，适当地选择这些参数可获得一定的地震效果。如果把高压空气改为蒸汽，则叫做蒸汽枪。蒸汽遇水冷却立刻变成水，只产生一次脉冲，完全没有“气泡效应”，效果优于空气枪。此种空气枪也可用于陆上的河湖沼泽区；或改装用于陆上，是将高压气体迅速地释放于重数吨的充满水的钢钟内，钢钟撞击地面产生地震波。

【蒸汽枪】 Vaporchoc，steamgun 见“空气枪震源”。

【连续震动源】 vibroseis 是在陆地和海洋的地震勘探工作中都应用的一种非炸药震源。利用气体或水力驱动土壤上或水介质中的钢板，使其振动而产生一种频率可控制的波列，成为地震震源，震源波形是已知的。这种装置抗干扰能力强，在陆地上对地面和农作物的损坏轻微，可在居民稠密区工作，但要有专门的运载设备和较好的交通条件。另外，因能量较低，噪音大，需要组合震源和叠加，并进行相关处理。在海上，其效果并不比气枪法优越，从而采用的也较少。

【波的动力学特点】 dynamic properties of wave 波在传播过程中能量的变化特点，如波的振幅变化，频率变化，波形变化等称为波的动力学特点。这些特点受地层的岩性、结构和厚薄影响很明显，充分研究和利用它们，可提高地震勘探资料的解释质量和解决地质问题的能力。

【波的运动学特点】 kinematic characteristiec of wave 波在传播过程中，波前的空间位置和传播时间的关系称为波的运动学特点。当前，地震勘探一般利用波的运动学特点作为定量和定性解释的根据，例如时距曲线的理论、各种校正的原理、计算地震波传播速度的方法等。

【发散】 divergence 地震勘探中常用的可源可近似地看作为点震源，它在介质中形成的地震波具有各种形状的波前。当波离开震源传播时，波前面不断扩大，导致单位波前面积上波的能量不断减小，这种现象叫做发散。根据波前的形状，通常可分为球

面发散和柱面发散。前者，波强度的变化与距离的平方成反比；后者，波强度的变化与距离成反比。

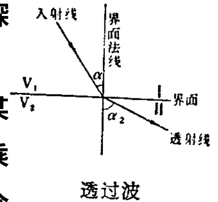
【吸收】 absorptiont 地震波在传播过程中，其能量的一部分转变为热能而消失的作用。吸收作用使地震波的振幅随传播距离成指数减小，而减小的快慢又与岩石的物理性质和波的振动频率有关，常用吸收系数表示。不同岩石的吸收系数相差很大，达几个数量级；因此，利用吸收系数鉴别岩性要比利用波速鉴别的分辨率更高。

【初至】 first arrival 地震波波前到达某个观测点时，此点介质的质点开始发生振动的时刻称为波的初至时间，简称初至。此外，在地震记录上第一个到达的波称为初至波，一般也叫初至，其后到达的波在振动的背景上出现，称为续至波。普通反射波法记录的初至波除直达波外是低速带底界的折射波。

【续至波】 secondary 见“初至。”

【直达波】 direct wave 在均匀地层中由震源直接传播到观测点的地震波称为直达波。地震勘探常常需要地表风化层的波速资料以作校正，这种资料可通过观测此层的直达波而获得。直达波的速度就是地震波在表层地层中传播的真速度。在多层介质中的直达波改称透过波。

【透过波】 transmissive wave 地震波在传播中遇到弹性不同的地质体分界面时，有一部分能量透过界面继续向前传播，其方向遵循透射定律，即透射线和入射线与入射点处界面的垂线（法线）在同一个平面内，透射线和入射线分居法线两侧；入射角 α 的正弦与透射角 α_2 的正弦之比等于对应地层的波速之比。这种波称为透过波，相当于光学中的折射波，普通地震测井就是用透过波测定波速的。在勘探中有时可用它圈定地震波传播速度高的矿体。

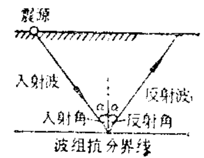


透过波

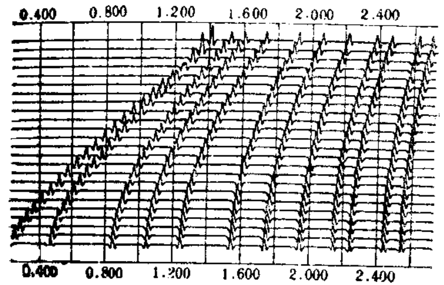
【波阻抗】 wave impedance 地震波在介质中传播时，作用于某个面积上的压力与单位时间内垂直通过此面积的质点流量（即面积乘质点振动速度）之比，具有阻力的含义，称为波阻抗，其数值等于介质密度 ρ 与波速 V 的乘积。

【反射波】 reflected wave 地震波在传播中遇到弹性不同的地质体分界面时，有一部分能量从界面上回到原来的岩层中，并且遵循光学的反射定律，即入射线、反射线和法线在一平面内，入射线和反射线分居法线两侧；入射角等于反射角（如图 a），这种波称反射波。理论计算证明：在垂直入射时，反射波和入射波的振幅比（即反射系数）用下式 $\frac{A_{反}}{A_{入}}=\frac{\rho_2 V_2-P^1 V^1}{\rho_1 V_1+\rho_2 V_2}$ 表示，式中 ρ_1、ρ_2 为界面上下地质体的密度，V_1、V_2 为地震波在地质体中传播速度。可见，界面两侧地层的波阻抗差别越大，则反射波越强，反射界面实质上是波阻抗的分界面。反射波到达地表的时间和波形，直接受地质体性质

和地质构造的影响（如图 b）。所以反射波可用于查明地质构造，并广泛应用于石油普查勘探。



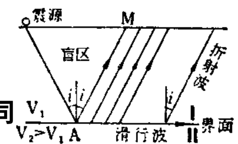
（a）
反射波定理图示



（b）
动校正前的理论地震记录

【折射波】 refracted Wavel 亦称“首波”又名“敏储普波”、“锥形波”。地震波在传播中遇到下层的波速大于上层波速的弹性分界面，而且入射角达到临界角（使透射角为 90°）时，透过波将沿分界面滑行，又引起界面上部地层质点振动并传回地面，这种波称为折射波。它与光学中的折射波不同，其射线是以临界角从界面发出的。在临界点 A 处，折射波的路径和反射波的路径相同，传播时间相等。但在临界点以后，因滑行波速度快，折射波到达地面早于反射波。折射波到达地面的

特点也和地层性质及地质构造有关，故可用于地质勘探。



折射波图示

【首波】 headwave 即“折射波”。

【速度界面】 velocity interfae 是指对地震）波传播速度不同的、相邻的两层介质的公共接触面。

【盲区】 blind zone 指在震源附近接收不到折射波的区域。由于折射波形成的特定条件，折射波在地面只能从 M 点开始出现，从震源到 M 点之间收不到折射波（见折射波词条的附图）。

【屏蔽现象】 shielding 在多层介质中，如果其上部覆盖层内有一层的层速度特别大（大于其下任何层）时，则其下面即使存在着速度界面，一般也不能形成折射波，因为波穿过高速层后不能以临界角入射到下面界面上。这叫做屏蔽现象，此高速层称为屏蔽层。只有当屏蔽层的厚度较薄，或下面界面为角度不整合时，才可能不发生屏蔽现象。

【屏蔽层】 shielding layer 指对地震波产生屏蔽现象的高速层，详见“屏蔽现象”。

【隐蔽层】 blind zone，hidden laver 指不能用折射波法勘探的某层。具有比浅折射层速度为低的速度层。

【反射波法】 reflection survey 是利用地震反射波进行地质勘探的方法。

通常在激发点附近，即深层折射波的盲区以内接收反射波。在巨厚沉积岩分布的地区，一般在几公里的深度范围内能有几个到几十个反射界面，故能详细研究浅、中、深

层地质构造。根据反射波的资料，可求地震波在覆盖层的传播速度和大段地层的层速度，进而能准确地求得界面的埋藏深度并进行大段的地层对比。充分利用反射波的动力学特点，可以确定岩性甚至直接找油。反射波法工作方法简单，生产效率高、效果好。因此；目前国内外油气田、煤田地震勘探中绝大多数都采用反射波法。由于反射波法一般在激发点附近观测，受激发时产生的干扰及地表结构的影响较大，故随时都必须注意消除干扰，以获取质量良好的反射资料。

【折射波法】 refraction survey 是利用地震折射波进行地质勘探的方法。由于折射波首先到达地面，所以容易观测和识别。但必须在盲区以外接收它。通过折射波法可以求得界面速度，从而了解折射界面的岩石成分，进行地层对比等。折射波法对激发条件的要求不如反射波法严格，干扰背景较小，不必使用自动振幅控制和混波等措施，故可充分利用波的动力学特点，对于确定断层、煤田边界效果较好。折射波法能够观测从几公尺的浅界面到几十公里的深界面。但此法局限性较大：折射波相互干涉、置换（一个波代替另一个波）严重；它不能独立求得覆盖层的波速，难以研究受屏蔽现象影响的地层；也不宜于勘探大倾角构造；随着勘探深度加大，使施工复杂，炸药量消耗增大等等。因此，要根据具体情况应用，或与反射波法配合应用。

【初至折射法】 first arrival refraction survey 是一种早期的仅观测初至折射波的地震记录方法，只观测一层，简单而容易，但所得资料甚少，目前极少应用。

【折射波对比法】 refraction cotre lation method 又称“续至波折射法”。是在折射波法中，不仅观测在初至范围内的折射波，而且在续至范围内也观测折射波的方法。在续至区内观测折射波，需要和反射波法一样，用波的对比原则来识别折射波，因此，也称为折射波对比法。

【续至波折射法】 secondary refrac—tion survey 即“折射波对比法”。

【海洋地震勘探】 marine seismic survey 是利用勘探船在海洋上进行地震勘探的方法。其特点是在水中激发，水中接收、激发、接收条件均一；可进行不停船的连续观测。震源多使用非炸药震源，接收常用压电地震检波器；工作时，将检波器及电缆拖曳于船后一定深度的海水中。由于上述特点，使海洋地震勘探具有比陆地地震勘探高得多的生产效率，更需要用数字电子计算机处理资料。海洋地震勘探中常遇到一些特殊的干扰波，如鸣震和交混回响，以及与海底有关的底波干扰。海洋地震勘探的原理，使用的仪器，以及处理资料的方法都和陆地地震勘探基本相同。由于在大陆架地区发现大量的石油和天然气，因此，海洋地震勘探有极为广阔的前景。

【深地震测深】 deep seismic soun－ding 是研究深达几十公里的地壳构造的一种低频地震勘探。它可以划分被深大断裂分割的地壳内部结构不同的地段；查明结晶基底构造与地壳下伏层构造之间的联系；研究沉积层内的隆起相对于结晶基底表面的偏移规律等。其工作方法可采用折射波法或反射波法。由于勘测深度大，爆炸点到接收点的距离可达数百公里，要用大炸药量。注意选择激发条件和接收条件，并用无线电联系。也可利用天然地震来研究深地震测深。

【高频地震】 high frequency seismic survey 在水文地质、工程地质调查和金属矿床勘探中，勘测深度只在几米到几百米之间，需要精细分层和精确地测定波的传播时间。为了提高仪器的分辨能力，要用专门的高频地震仪，记录震波的高频分量。高频地震仪的通频带一般在 60—350 周/秒之间，专门测定岩石波速时需提高到 500—600 周/秒。为了压制低频干扰，仪器频率特性的低频一边应有较大的陡度。

【有效波】 effective wave 指能用来解决某些地质问题的人工激发的地震波。有效波是个相对的概念。例如，反射波就是反射波法中的有效波；但是，在折射波法中常常把它当成干扰。

【干扰波】 noise 地震勘探中妨碍分辨有效波的振动都属于干扰波。干扰波大体上可分为两种：其中具有明显传播规律的称为规则干扰或干扰波，如声波、面波、多次波等等，没有明显传播规律性的振动称为随机干扰，或简称干扰，如微震等。抗干扰的问题是关系到地震勘探中提高勘探的质量和能力的极其重要的问题。因此，在野外工作和资料处理上采用多种措施，以提高有效波而压制干扰波。干扰波有时也是相对的概念，如在反射法中、折射波就常被当成干扰波。

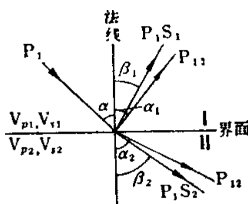
【规则干扰】 regular noises pery－见“干扰波”

【随机干扰】 random noise 指没有明显传播规律的振动。在地震勘探中是指相邻各道之间的相位相干性或相位连续性很小的能量。可以采取适当措施对随机干扰加以压制。

【干扰波调查】 noise analysis 为了消除干扰波，在干扰波严重的地区，设计专门的测线来记录干扰波，以掌握干扰波的特点和分布规律，称为干扰波调查。一般采用道距为 3—5 米的小排列，连续接收几个排列，并且不使用混波和滤波，以便清楚地连续追踪出各种规则干扰波。干扰波调查又译“干扰波研究”、“噪声分析。”

【转换波】 converted wave 无论纵波还是横波倾斜入射到弹性分界面时，都将产生反射横波、反射纵波、透射横波、透射纵波。与入射波型相同的波如 $P_{11}P_{12}$ 称为同类波、波型改变的如 P_1S_1、P_1S_2 则称为转换波。转换波的反射和透射遵循斯奈尔定律：即入射波的速度与反射波或透射波速度之比等于入射角的正弦与反射角或透射角的正弦之比。转换波的产生，是由于入射波作用在分界面上可分解为垂直界面的力和切向力两

部分，结果产生体变和切变及其相应的纵波和横波。因此，转换波的能量与入射角有关，垂直入射时不能形成转换波；只有入射角相当大时，才有足够能量的转换波可被记录下来。故在地震勘探中主要利用同类波，在一些特殊问题中才用转换波，例如研究薄层时，利用转换波的横波，分辨力较高。

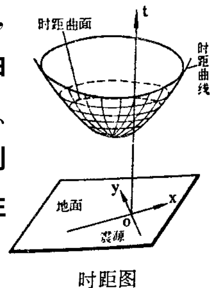


转换波图示

【时间场】 time field 在地震波传播的介质范围内，每一点都有一定时刻的波前通过，故每一点都与一定的时间值对应着，仿照物理场的概念，把地震波传播的介质空间叫做时间场。时间场中时间值相等的点构成的曲面叫做等时面，它也就是在对应时刻波前的位置。时间场的形态可以由一系列等时面来表示。若已知一系列等时面的空间位置及各自对应的时间，也就知道了波在空间中传播的情况。时间场的分布除了与震源位置有关外，由地层物理性质和地质结构决定。对时间场的研究是波的运动学理论基础。

【地震波场】 seismic wave field 指有地震波传播的空间。在这个空间的每一点上，一定时刻都有一定的波前通过，波的能量也按一定的规律传播；所有这些规律则是由震源的特点以及在此空间内介质的物理性质（主要是弹性）和几何结构决定的。时间场属于波场的一个侧面。因此，当已知波场的边界条件和初始条件时，可以求得介质的结构形态及物理性质，波动方程偏移方法就是其中一种应用。

【时距图】 me—distance graph 表示地震波到达各观测点的时间与震源至观测点间距离关系的图形，称为时距图。当在一条测线上进行观测时，所得到的时距图称为时距曲线，它表示地震波时间场和观测线的关系。当进行面积工作时，地震波时间场在观测平面上表现为曲面，所得到的时距图称为时距曲面。时距图是运动地震学研究的基本内容。不同的地震波，如反射波、折射波等具有不同的时距图。反之，不同的时距图形状则可作为识别各种地震波的标志之一。此外，对时距图的分析和处理，可得出定性定量的地质解释。

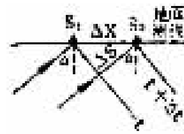


时距图

【时距曲线】 hodograph，time—dis tance curve，T—X curve 指地震波走时与距离的关系曲线，即地震波到达各检波点的时间同检波点到爆炸点的距离之间的关系曲线，曲线上各段的斜率就是各地震波视速度的倒数。

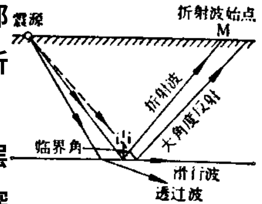
【时距曲面】 surace hodograph 见“时距图。”

【视速度】 apparent velocity 地震波在空间介质内是沿射线方向以真速度V传播的，但地震勘探的观测大多是在地表沿测线进行，因测线的方向与波的射线方向常常不同，沿测线“传播”的速度也就不同于真速度，称为视速度广。设波到地面的入射角为α，如果在测线上相距为Δx的两个观测点S_1和S_2上，分别在t和t+Δt时刻收到这个波，则波沿测线“传播”的速度是$V^*=\frac{\Delta X}{\Delta t}$，而波传播的真速度$V=\frac{\Delta S}{\Delta t}$。因为$\frac{\Delta S}{\Delta x}=\sin\alpha$，所以：$V^*=\frac{V}{\sin\alpha}$。此式称视速度定理。由此式可见，视速度一方面反映真速度，另方面又受传播方向影响，故也成为识别各种地震波的特征之一。



视速度定理图示

【大角度反射】 wide—angle reflection 指入射角大于临界角时的反射。在入射角较小的情况下，同类波的反射系数随入射角的增大而减小。但在临界角以后，反射系数却急剧增大，因为不能形成透过波，能量全部反射，所以，大角度反射能量往往比折射波更强。深地震测深工作中常常利用这种反射，以研究地壳深部的结构。大角度反射的视速度变化和普通反射波相同，以此可与折射波或多次反射相区别。



大角度反射图

【低速带】 low—velocity layer 地震波在地面附近的疏松层中传播的速度非常低，一般为每秒数百米，称为低速带，地震勘探中也称风化层。低速带对地震勘探影响很大：首先，若在低速带中激发，能量将被大量消耗，频率很低；低速带底面又是个强反射界面，可以形成多次反射，因此，一般不在低速带中激发；其次，低速带使地震波到达观测点的时间延迟，当其厚度或速度变化较大时，观测时间的精度将大受影响，甚至使波形歪曲，这时，必须进行低速带的时间校正。如果低速带很厚且结构复杂，则对地震勘探工作带来很大困难。

【风化层】 weathered layer 在地震勘探中是指地面以下的疏松层，即地震波的低速带。地震勘探中的风化层通常和地质学中的风化层的含义不同，因此用低速带一词较为确切。

【激发条件】 excited condition 地震勘探中将震源种类、能量、周围介质的情况总称为激发条件。对于炸药震源来说，激发条件一般包括炸药量大小、药包形状、个数、分布方式及埋置岩性和沉放深度等。对于非炸药震源，激发条件则包括装置的种

类、能量、参数选择及安置情况等。激发条件的选择是否适当，对地震勘探原始资料质量的影响很大。一般认为，陆地工作中，风化层下的含水可塑性岩层是有利的激发条件，因此往往采用井中爆炸，在海洋工作中，主要是以减小气抱影响作为合适的激发条件。

【接收条件】 received condition　指地震勘探中接收地震波的仪器的工作状态和条件。广义地说，接收条件包括地震检波器的安置情况、组合个数与方式，以及地震仪的各种因素等。但通常将接收条件狭义地指地震检波器的安置情况。地震资料的质量与接收条件有密切关系。陆地工作中埋置检波器，海洋工作中使检波器处于水面下一定深度，都是为了避免风、浪等影响而改善接收条件。

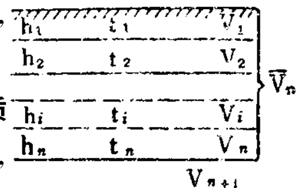
【层速度】 interval velocity　指在均匀的地层中地震波传播的速度。它直接反映地层的岩性，能用来划分地层。一般是用地震测井或声波测井测得，并且指的是纵波的速度。也可以利用反射记录计算得到。在地震勘探中，一般把层速度低于 1400 米/秒的地层叫做低速层，把高于 3500 米/秒的地层视为高速层。但是，习惯上在折射波法中高速层是相对的概念。

【界面速度】 interface velocity　指折射波沿折射界面滑行的速度。界面速度主要反映折射界面以下地层中岩石的物理性质。由于组成地层的岩石颗粒排列有方向性，通常界面速度大于层速度，界面速度可通过折射波法测得。

【平均速度】 average velocity　在层状介质中，地层的总厚度与地震波在垂直地层传播所需时间之比称为平均速度，通常用地震测井求得。如果 h_1 为 i 层的厚度，t_1 为波在 i 层中垂直传播的时间，$\overline{V}_1$ 为 i 层的层速度，则平均速度 V_n 的计算公式如下：

$$\overline{V}_n=\frac{\sum_{i=1}^{n} h_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i}=\frac{\sum_{i=1}^{n} V_i t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i}$$

利用速度资料和有效波的到达时间可求得地震界面的位置，它在地震解释中具有重要意义。



平均速度定理图示

【有效速度】 effective velocity　把覆盖层看作均匀介质而从实际观测所得的反射波或从折射波时距曲线求得的波速，统称为有效速度。由于在层状地层中存在层理，介质并不真正是均匀的，再加上界面的弯曲，使有效速度不同于平均速度，往往是比平均速度大的一种近似速度，但在各层速度的差别不很大和界面弯曲不大时，两者的差别很小。

【均方根速度】 root mean square velocity　对于水平层状介质的共反射点时距关系，可用双曲线的时距曲线公式近似地交替，这时，该时距曲线公式中的速度参数为：

$$V_{\sigma.a} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i^2 t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i}}$$

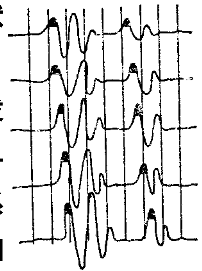
可见，速度大的分层对均方根速度影响大些（或者说“权”大些），所以，均方根速度是近似地考虑了地层速度不均匀的折射效应，它大于平均速度。

【地震测井】 well shooting 利用钻井求取地震浓在地层中的平均速度的方法称为地震测井，它在地震勘探资料解释中起重要作用。地震测井是记录直接穿透岩层的纵波，其方法有两种；①在地面上爆炸；检波器放在钻孔内不同深度接收；②在钻孔内不同深度上爆炸，检波器在地面上接收。地震测井使用普通的地震仪进行记录，只是检波器要适应钻孔的工作条件而与一般检波器略有不同，称为测井检波器，属电磁式检波器。

【子波】 wavelet 从震源发出的原始地震脉冲在在介质中传播时，由于介质对地震脉冲有滤波作用，并且地层界面使波产生反射和折射，因此，自距震源一定距离起，脉冲波形便发生变化而与原始波形不同，但在一定传播范围内其形状基本保持不变，这时的地震脉冲便称为子波。子波的形状决定于震源和介质的滤波性质，其频率随传播距离的增大而有所降低，振幅也逐渐减小。不同的界面各自的子波不同，每一道的地震记录可以认为是由一系列的子波构成的。子波不仅用于制作理论地震记录，而且在断层对比和反褶积处理等方面都需要它。

【同相轴】 lineups 地震记录上各道振动相位相同的极值（俗称波峰或波谷）的连线称为同相轴。

在解释地震勘探资料时，常常根据地震记录上有规律地出现的形状相似的振动画出不同的同相轴，它们表示不同层次的地震波。



同相轴

【地震界面】 seismic interface 在地下介质中能使人工地震波发生反射或折射的界面，它们应是波阻抗分界面或速度界面。地震界面与地质界面不一定符合，只有当地震界面与地质界面一致或有密切关系时，地震勘探才能解决地质任务。所以，在获得地震记录后，需要仔细研究地震界面与地质剖面之间的关系。

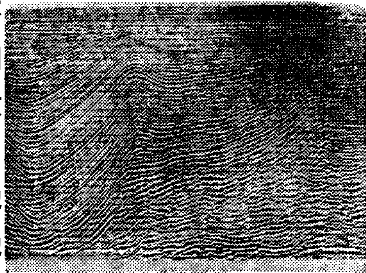
【静校正】 statics 地震勘探解释的理论都假定激发点与按收点是在一个水平面上，并且地层速度是均匀的。但实际上地面常常不平坦，各个激发点深度也可能不同，低速带中的波速与地层中的波速又相差悬殊，所以必将影响实测的时距曲线形状。为了消除这些影响，对原始地震数据要进行地形校正、激发深度校正、低速带校正等，这些校正对同一观测点的不同地震界面都是不变的，因此统称静校正。广义的静校正还包括相位校正及对仪器因素影响的校正。随着数字处理技术的发展，已有多种自动静校正的方法和程序。

【动校正】　dynamic eorrection　反映地下界面的反射波时距曲线或同相轴一般是双曲线形状的。其中只有在激发点处接收到的反射波时间（t_0）代表界面的法线反射时间，故必须将各个观测点的时间值都变成相应各点的法线反射时间，时距曲线或同相轴才与地下界面的形态一致。为此，必须从各观测点的时间值中减去一个相应的校正值。当界面水平时，它等于观测时间减去法线反射时间。即使对同一反射界面的相同深度，由于各接收点距激发点远近不同，校正量也不同；而对同一道来说，由浅层至深层的校正量亦不同，校正量是变化的，故称动校正。这个校正是用来消除地震波到达各检波点的正常时差的，故亦称为正常时差校正。

【正常时差校正】　normal moveoutcorrection　既“动校正”。

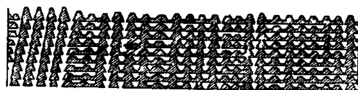
【炮检距】　shot—geophone distance　激发点到某一检波点的距离。

【时间剖面】　time（record）section　指地震反射记录进行动校正后所组成的时间剖面图。因回放显示装置可将数字或模拟磁带记录复制为变面积记录剖面或变密度记录剖面。它经过动校正和静校正后，在这些表示形式不同的记录上，同相轴都直观地反映界面产状，与剖面图相似，但其同相轴代表的界面深度是用时间作单位，故称为时间剖面。

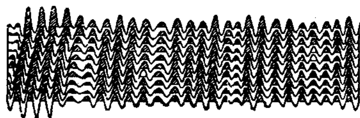


地震时间剖面图

【变面积记录】　varigble area recording　在显示地震磁带记录时，使记录在照相纸上感光面积的宽度与地震波的振幅成正比，故称变面积记录。同时用波形和变面积方式显示的地震记录，称为波形加变面积记录。用此方法显示的地震记录，称为“变面积记录剖面”，或波形加变面积剖面。

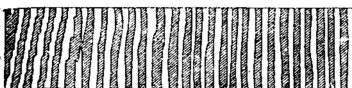


变面积记录剖面



波形加变面积记录

【变密度记录】　variable density record　在显示地震磁带记录时，使记录在照相纸上感光的密度和地震波的振幅成正比，故称变密度记录。同时用波形和变密度方式显示的地震记录，称为波形加变密度记录。用变密度显示的地震记录，称变密度记录剖面。


变密度记录剖面

【t_0 法】 t_0 method “在震源 O 点接收到的反射波到达时间称为 t_0，（它是从震源到反射界面的法线反射时间）利用 t_0 时间绘制反射界面的方法，称为 t_0 法，如果波速已知，很容易由公式 $t_0=\frac{2h}{V}$ 求得界面的法线深度 h。其方法是：以各震源为圆心，以 $\frac{Vt_0}{2}$ 为半径作圆弧，许多这些圆弧的公切线就是反射界面。由于时间剖面是经过动校正的，所以每个接收点波的到达时间都相当于 t_0，因此用上述方法就能将时间剖面转换成地震深度剖面图。也可以对整个测区的许多时间剖面分别作各反射层的等 t_0 图，经过偏移校正（空间校正）后即得出各层的构造图。

【曲射线法】 curved path method 在均匀地层中传播的地震波，其射线为直线。若地层的波速不同，则波的射线为折线。但是，在一些地区，地层的波速可近似地视为随深度而连续变化，这时，波射线是连续的曲线。利用连续介质曲射线的原理绘制地震反射界面的方法叫做曲射线法。

【交叉时】 intercapt time 在折射波时距曲线图上，因为有盲区存在，激发点附近没有折射波。但可将折射波时距曲线人为地延伸，使之与通过激发点的纵座标轴相交，此交点处的时间叫做交叉时，习惯上则称为折射波的 t_0 时间。

【地震标准层】 seismic marker horizon 凡是波形特征明显、稳定，并在区域内大多数地段可连续追踪的与勘探目的层相联系的地震界面称为地震标准层。地震标准层的存在与否对地震勘探的质量和效果影响很大，根据地震标准层的变化、错动可推断地质构造的变化和发现断层。

【假想层】 phantom 主观描绘的一条线。当没有地震标准层时，地震剖面图上所得的界面短而不连续，但其产状分布又有一定规律性，这时，为了表示出反映地质特点的某个地震界面的变化情况，利用上下两边界面的起伏趋势及地质层位的厚度或钻井资料，可人为地绘出一条连续界面，称为假想层通常用虚线表示，以区别于地震标准层。

【深度剖面】 depth record section 根据磁带地震记录的时间剖面或普通光点记录，用一般方法所作出的地震剖面只是表示界面的法线深度，而不是真正的铅垂深度。经过偏移校正和深度校正之后，得到界面的铅垂深度剖面才叫做深度剖面，它是地质解释的重要资料。用数字电子计算机处理磁带地震记录，能自动得出深度剖面。

【时间域】 time domain 从时间的范畴来研究地震振动，称为时间域。在时间域内，振动的振幅随时间作连续变化的图形称为波形。若将波形在一定时间间隔上采样，取得振幅值，只要满足采样定理，采样间隔合适，所取得的振幅值就可以描述振动的波形，但它不是连续形式的，而是离散的形式。这种离散的振幅值也称为时间序列，是数

字电子计算机输入的基本形式。此外，时间序列的性质与特征则是各种数学滤波的理论基础，因此，对地震勘探资料作时间域内的研究，在现代地震勘探中具有重要意义。

【时间序列】 time series 见“时间域”。

【频率域】 frequency domain 以频率作为变数对振动所进行的研究称为频率域。在频率域内研究仪器对输出与输入的振幅比和频率的关系，则称为仪器的振幅频率特性或振幅频率响应。在地震勘探中，经常要了解仪器的振幅频率特性，介质的滤波作用等等；以进行频率选择。

【振幅频率响应】 amplitude－frequency response 即振幅频率特性。为仪器的输出振幅与输入振幅之比和频率的关系。

【振幅频率特性】 amplitude frequency characteristics 即“振幅频率响应”。

【波数域】 wavenumber domain 在波传播的方向上，单位长度内的波周数目称为波数，其倒数称为波长。将波数作为变数所进行的研究称为波数域。在地震勘探中，采用频率滤波有时并不能完全消除各种干扰振动，从而要求在波数域内对地震波及仪器进行研究，以寻找另外的压制干扰的途径。混波器、组合法、调节方向接收以及多次覆盖等、就都是在波数域内工作所用的技术。

【频谱】 frequency spectrum 地震波是一种非周期的脉冲振动，可以将它认为是由许多个不同频率、不同振幅、不同相位的简谐振动合成。这些简谐振动的振幅和相位相对于其振动频率的变化规律称为波的频谱。数学上振动函数 f（t）和它的频谱 F（ω）之间的关系，通过摶立叶变换可以互相表达：

$$F(\omega)=\int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-i\omega t}dt=\sum_{n=-N}^{N} f(n\Delta)e^{-i\omega n\Delta}$$

$$f(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}F(\omega)e^{i\omega t}d\omega$$

$$f(n\Delta)=\frac{1}{2N+1}\sum_{k=-N}^{N}F(kd)e^{ikdt}$$

式中 $d=\frac{2\pi}{(2N+1)\Delta}$，$t=n\Delta$，$\omega=kd$，

Δ 是采样间隔。F（kd）e 表示一个频率为 kd 的简谐振动，F（ω）与 ω 的关系就确定了振动 f（t）的特征，F（ω）称为振动 f（t）的复数频谱。F（ω）又可表示为 F（ω）｜F（ω）｜eiφcw，即 F（ω）可分解为振幅谱和相位谱，其中｜F（ω=｜称为振幅谱，它只表示振幅频率特性；而 φ（ω）只表示相位频率特性，即输出信号的相位移（与输入相位比较）与频率的关系称为相位谱。地震波的频谱是地震波的动力学特征之一，它由震源的特点决定，也在传播过程中受地层特性和传播距离的影响，不同的地震波具有

不同的频谱。因此，当激发条件稳定时，地震波频谱可以直接反映地质因素的作用，利用它可识别波和进行地质解释。运用频谱的概念，还可以提出各种各样的地震处理方法，以提高地震资料解释的质量。

【振幅谱】 amplitude spectrum 见“频谱”。

【相位谱】 phase spectrum 指相位随频率变化的曲线。它代表各频率分量在时间原点所具有的相位。详见“频谱”。

【仪器分辨能力】 instrumental resotution 记录地震波时，地震仪能够区分两个相邻界面上相继到达的地震波的最小时间间隔称为分辨能力，它由仪器的自由振动决定。自由振动延续时间愈小，分辨能力愈高。

【动态范围】 dynamic range 在地震仪不失真地输出有效信号的条件下，记录上最强信号与最弱信号的振幅（常用仪器的噪声水平）的比值称为仪器的记录动态范围，用分贝表示。这是地震仪的主要特性之一。标准模拟地震磁带记录仪的动态范围为40—50 分贝。数字磁带记录仪的动态范围由数字长度决定，对 14 位二进制的数字则是 84 分贝。地震波本身也有动态范围，即人工激发的一系列地震波其中最强振幅与最弱振幅的比，一般可达 120 分贝。

【信噪比】 signal－to－noise ratio 信噪比有多种定义。通常将地震仪器的输出端上，有效信号的功率与噪声（干扰）的功率之比称为信噪比。信噪比既与输入信号本身有关，更决定于仪器的特性，它也被用来衡量资料处理的效果。因此，提高信噪比是提高地震工作质量的关键问题之一。信噪比愈大愈好，可以通过改进仪器性能或选择工作方法提高信噪比。

【地震仪】 seismograph 地震动勘探工作中记录人工地震波的仪器称为地震仪。它由地震检波器，放大系统，记录系统等部分组成。早期使用的光点记录地震仪是在野外直接把地震波记录在照相纸上，其缺点是动态范围小（20 分贝）；记录不能回放处理。五十年代出现的磁带技术应用到地震勘探后，把地震波记录在磁带上，制成模拟磁带地震仪。其优点是动态范围较大，达 40—50 分贝；可采用新的野外工作方法和在室内通过磁带回放技术反复处理记录，进一步消除干扰。六十年代中期，随着电子计算机的应用，数字记录技术引进地震勘探，制成了数字磁带地震仪。它是将地震信号按一定时间间隔采样，以数字码表示其幅度值进行记录。它的记录动态范围更大，一般为 100 分贝左右，录制噪音较少，记录准确度更高，将地震勘探的方法技术提高到一个新阶段。

【符号位地震仪】 sign bit seismo－graph 是目前的一种新型数字地震仪，只记录地震波的极性符号（正或负），所以又称一位数字仪。由于不必记录振幅的大小，记录系统大为简化，每次激发可用数百至一千道接收。每道的数据可高度压缩，数字处理

的工作量减少了很多。但需用激发信号为已知的非炸药震源，并采用新的解释方法。

【地震检波器】 geoohone 用来直接拾取地震振动，并将振动转换为符合仪器记录系统需要的能量形式的仪器，称为地震检波器。根据能量转换的类型不同，目前主要有：①感应检波器，将振动的速度变化转换为电能，因此灵敏度较高；其中又分为电动式和电磁式两种；②压电地震检波器，利用压电晶体或陶瓷，将压力（加速度变化）转换为电压变化，这种检波器在海洋地震勘探中普遍应用，此外也用于超声波测井和地震模型实验。③激光检波器。

【电动式地震检波器】 moving con—ductor geophone 是陆上地震勘探常用的一种检波器。其结构由外壳、磁钢、弹簧片和线圈四部分组成；磁钢与外壳连在一起，线圈通过弹簧片固定到外壳上。工作时把检波器放在地面，当地面产生振动时，检波器外壳将随地面一起振动，线圈则由于惯性而相对外壳运动，切割磁力线，在线圈中产生感应电动势，把地面振动转化为电信号输出。

【压电地震检波器】 pressure detee— tor 又称“加速度检波器或压力检波器”。通常由压电元件（酒石酸钾钠晶体、钛酸钡陶瓷、锆钛酸铅陶瓷等）制成。利用这种元件所产生的电压与所受压力成正比的原理来接收地震波。海洋地震勘探工作中，为了不受或少受波浪的影响，要把检波器沉入水中。压电检波器常放在水下 1/4 地震波波长处，这一深度由共振造成的能量最大，正适合海洋工作的要求。

【加速度检波器】 accelerometer 即“压电地震检波器”。

【地震放大器】 seismic amplifier 人工地震引起的地面位移，一般只有几微米，经地震检波器转换为电能后也只有几微伏。要把这种微弱电信号记录下来，必须进行放大。为此制作的装置叫做“地震放大器”。由于地震波包括有效波和干扰波，有效波中的浅层波与深层波之间的振幅相差达一百万倍以上，所以，地震放大器必须具有滤除干扰和增益（放大）控制的作用。

【增益控制】 gain control 从地下深浅不同层位先后到达地面的反射波，其振幅相差可达一百万倍以上。为了能在一张记录上较为均匀地记录或显示它们，需要使地震放大器的总放大倍数随时间而变，实现这种作用的方法叫做“增益控制”。

【自动增益控制】 automatic gaincontrol 是地震放大器增益控制的一种形式。在这种系统中，每一个地震道内放大器的增益自动地由其输出振幅独立地控制，对强波放大倍数小、对弱波放大倍数大。此外，也可用各道输出振幅的平均值控制每个放大器的增益。

【公共增益控制】 ganged gain con－trol 记录地震波时，把地震仪各道放大器的输出相加，再去控制各道放大器的增益，称“公共增益控制”。其特点是：每道的增益同时以相同的方式变化，在有效波输入瞬间，增益固定不变，因而输出波形基本不变，保持波的动力学特点，整个增益变化过程呈指数规律衰减。这种增益变化的情况用专门的地震道（公测道）记录在磁带上，回放后称为增益曲线。

【增益曲线】 gain trace 指地震记录上表示一道或几道所用的增益大小（放大倍数）的曲线。

【程序增益控制】 programmed gaineontrol 是地震放大器增益控制的一种形式。在这种系统中，放大器的增益按预先设计的函数关系（一般是指数函数）随记录时间而变化，增益并不受输出的控制。

【二进制增益控制】 binary gaincontrol 在数字地震仪中，为对所记录的地震信号作恢复原始振幅的计算，要在记录的同时以数字的形式记下地震仪的增益，这就要求增益的变化是不连续的，并遵循一定的规律。若增益按“2”的整数次幂即 K＝2n（n 为 0－15 的整数）跳变，则称为二进制增益控制。开始记录时，仪器增益固定在一个起始的 n 值。当放大器输出信号大于某一定值（高门槛值）时，控制线路使放大器增益减小为一半（n 减 1）；当输出信号小于另一定值（低门槛值）时，控制线路使放大器增益增大一倍（n 加 1），从而使放大器输出基本限在高低门槛电压之间，达到增益控制的目的。每个时间的增益可通过“n”来反映，n 值直接被记在磁带上以供处理时应用，称为增益码或阶码。这种增益控制、增益的变化每次以二倍为限，并且是以数十毫秒时间间隔内输出信号的大小去控制放大器下一个时间间隔内的增益，实际上地震波能量的变化比这种增益的变化快得多，出此，发展了瞬时浮点增益控制。

【瞬时浮点增益控制】 instanta－neous floating point gain control 瞬时浮点增益控制是以二进制增益控制方式为基础，但对每个输入信号子样可很快地控制增益的变化，以调节放大器对该子样本身达到合适增益，增益调节极快（达微秒级），可以认为是“瞬时”实现的；而且不限于 6 分贝，最大可达 90 分贝。其增益的变化也按 2 的整数次幂跳变，增益码 n 与数字技术中的浮点表示法的阶码相对应，故称“瞬时浮点”增益控制。近期的数字记录地震仪中已广泛采用这种增益控制放大器。

【地震道】 seismic channel，seismic trace 在每个观测点上记录地震波，都必须经过检波器、放大系统和记录系统三个基本环节，它们连在一起总称“地震道”。为了提高生产效率和便于识别地震波，每次人工激发地震波时都在许多观测点上同时接收，所以地震仪一般是多道的。为了便于解释记录，地震仪中还设有不包括检波器在内的专用辅助地震道。

【一致性检查（放炮)】 parallel shot 检查地震道一致性的生产准备工作。一致性就是各地震道具有相同的特性，这样才能进行多道记录。地震道一致性检查之前，应先作放大器一致性检查，可把各道放大器并联后敲击一个检波器作为输入，检查各放大器输出是否一致。检查地震道一致性的方法是在条件良好的地方挖一个长方形浅坑，把与道数相同的检波器放置坑内，检波器和地要接触良好。然后选择适当距离用敲击或爆炸进行激发，各道接收到的振动应具有相同的相位、振幅和波形，方为合格。

【脉冲调宽】 pulse—width medulution 是模拟磁带地震记录方式之一。用稳定频率的脉冲波（例如锯齿波等）作为载波而改变地震信号的形状，叫做“脉冲调制”。磁带上记录下来的地震波是一系列宽度不同的方波脉冲，方波脉冲的宽度与地震波的振幅或正比，故称为“脉冲调宽”。由于这种记录方式是以脉冲宽度反映输入信号的特征，因此可不受与记录条件有关的幅度畸变的影响，提高抗干扰能力和磁带录放的信噪比。

【脉冲调频】 pulse—frequency mo—dulation 是模拟磁带地震记录的一种方式。把输入的地震波作为调制信号，在磁带上记录下来的地震信号是振幅恒定而频率变化的方波脉冲，脉冲的频率随调制信号的振幅变化而变化。这种记录方式也不受与记录条件有关的幅度畸变的影响，提高了抗干扰能力和磁带录放的信噪比。

【大线】 jug line，master cable 指把各道的检波器组连接到地震仪器的电缆。一船是多蕊的轻便电缆。采用多次复盖时，为了野外施工方便，把大线分成多段，每段连接两道检波点，便于流水作业。

【小线】 flyer 使用组合检波时，把组内检波器联接起来的短电缆。按照设计的组合间距和检波器的数目及联接的方式（串联、并联或串并联)，在野外施工前编成每道相同的小线，每套小线都有接线夹与大线接通以输送组合检波器接收的地震信号。

【监视记录】 monitor record 在野外获得磁带记录以后，随即用磁带地震仪本身的回放系统回放出笔描或照相的纸带波形记录，称为监视记录。根据它可初步判断原始记录的质量，以便随时指导野外工作。

【爆炸信号】 time break 地震记录上指示爆炸的瞬间亦即开始发生地震波的时刻的标志，它作为计算地震波传播时间的零点。

【井口时间】 uphole time 放在炮井井口的检波器接收到初至波的时间、即直达波或透过波从震源直接到达井口检波器的时间。如果在低速带以下爆炸，则由井口时间可计算出炮井附近的低速带校正值。习惯上把井口时间称作 τ 值。

【串音】 cross talk，crossfeed 是地震勘探仪器的技术指标之一。指地震道从其它地震道偶然检获到的信号或噪音而造成的干扰。

【地震回放仪】 seismic playback apparatus 用于处理模拟磁带地震记录、提供解释资料的仪器，又称地震模拟计算机。为了突出有效波，提高信噪比，回放处理过程中可采用各种技术措施，例如作动、静校正，频率滤波，组合，迭加，速度滤波，相关分析等等，最后用光点照相得出用于地质解释的时间剖面。

【地震数字计算机】 seismic digital computer 是用于自动整理地震资料的专用数字电子计算机。与通用数字电子计算机相比，常加有地震勘探的专用运算部件（*褶积器等）和输入、输出设备（模数转换器、*地震剖面仪）等，对模拟磁带记录或数字磁带记录均能处理。采用数字电子计算机的优点很多；第一，能够灵活地适应各种计算处理方法，便于对新方法、新技术的研究；第二，精度高、动态范围大、噪音小，对信噪比小的复杂地区可得较好的勘探效果、能进行校正、组合、滤波、迭加、相关分析、*时变滤波、*反滤波、*扇形滤波、频谱分析，速度分析、*偏移迭加、全息地震等；第三，大型机器每天可处理二千多张磁带，效率高；第四，成果丰富，能自动得出时间剖面、深度剖面、合成地震记录、动力学特点剖面、构造图、速度谱、三维地下地层模型和构造模型，砂、页岩比值，礁块鉴定，划分油气、水等。

【海洋地震动电缆】 streamer 海洋地震勘探要在勘探船运行中不停顿地接收地震波，因此制作了专门的、带右地震检波器的电缆，称为海洋地震电缆。又称拖缆。现代海洋地震电缆是截面均匀的等浮力的组合电缆。它由 24 道或 48 道组合段组成，每个组合段长约 50—100 米，其中并、串联有许多地霞检波器。组合段之间用密封防水的不锈钢接头连接，以便于更换和检修。整个电缆在船尾有数百米的无检波器段，有时还附设减震装置，以消除螺旋浆的振动影响。在电缆尾部有 50—100 米长的无检波器段和定向器，以减少电缆的摆动。为使电缆具有等浮力性能，通常是在包容电缆、捡波器的尼龙或聚氯乙烯塑料管中充油、空气或泡沫塑料等。为了在工作中保持稳定的深度，在电缆的前部和尾部无检波器段上附以适当的重荷，并用定深器使整个电缆保持在水下 5—7 米的深度。近来还制成了地面拖缆。

【连续地层剖面仪】 continuous st— ratification profiler 利用电火花或气枪震源激发，工作频率范围为 5—10 千周/秒，在船舰行驶中连续进行观测并记录的单道地震仪器称为连续地层剖面仪，也叫做音响测深仪。通过连续地层剖面仪所取得的资料，可探测海底浅层沉积的分布状况和深海，大洋中的洋底地貌等。与少数海洋浅钻结合，可以为浅海、港湾、水道提供极有价值的实际资料。对于海底石油钻探，港口回淤以及水下军事设施都有重要意义。

【音响测深仪】　sonicdepth finder　见“连续地层剖面仪”。

【地震剖面仪】　seismic plotter　是地震勘探资料数字处理的硬件之一，作为电子计算机的专用输出设备，以显示时间剖面或深度剖面。

【无线电漂浮站】　radio buoys　在海洋深地震测深工作中，由于地震波的穿透深度、观测距离和检波器的沉放深度都很大，不便于使用电缆。所以，要求用无线电波来传送地震信号，为此设计的专用地震检波器称为无线电漂浮站。无线电漂浮站主要包括地震检波元件、前置放大器、调制器、信号发射器、天线及漂浮装置。地震波到达时，检波元件接收地震波，并变换成电压变化，经放大和调制后，由发射器通过天线发往地震记录仪器。

【地震滤波】　seismic filtering　在地震勘探中，根据振动的特征区分有效 波而压制干扰的措施。可用仪器也可 通过数字计算机用褶积运算来完成。

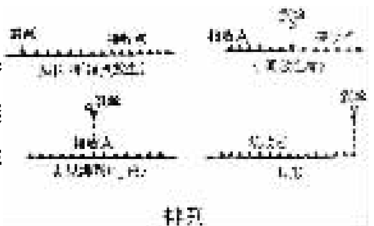
【波组】　wave group　指由两个以上相距较近的一组界面产生的对应的一组反射波。因为这些界面之间的厚度一般是稳定的或是渐变的，所以，其对应的反射波具有稳定的波形，各反射波之间有一定的时间间隔。

【对比】　correlation　在地震记录上，同一界面的有效波在相邻各道上的特点相似，根据这一规律进行比较、辨认和追踪有效波的方法叫做“对比”。对比的原则是：第一，有效波出现时，记录的振幅显著增强；第二，同一个震源激发的，来自同一界面的有效波在相邻检波点的记录上波形相似；第三，同一有效波的相同相位在相邻检波点的记录时间相近，同相轴是平滑的。

【互换点】　interlocking point 在甲点激发地震波，在乙点接收；或者在乙点激发，甲点接收。这两种情况下，同一界面上的反射波或折射波所走路程相同，传播时间相等；所以甲、乙两点称为互换点。在均匀介质情况下，相同层位的波到达互换点的时间和波形应该是相同的，这个规律叫做互换原理。互换点的这种性质是识别和联接同一界面有效波的重要标志之一。

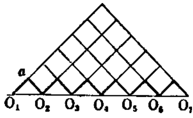
【连结点】　tie point　用地震勘探沿测线连续研究地下界面时，排列要连续移动，如果相邻排列的衔接点是公共激发点的接收点，则在两个排列上反射波到达衔接点的时间相等、此点称为连结点。连结点上同一界面的反射波的到达时间和波形应该相同。

【排列】　spread　地震勘探工作中，每次观测时，各道检波器分布的长度和形式总称为排列。根据检波器分布的形式和激发点相对位置，可把排列分为不同的类型，例如：纵排列（端点放炮排列或中间放炮排列）、非纵排列、扇形排列等等。

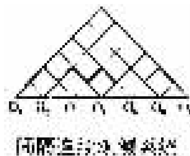


排列

【观测系统】 layout 又称“观测系统图”。指激发点与接收排列之间的相对位置关系。沿纵测线工作时，常用综合平面图表示观测系统，图中 O_1、O_2 等为激发点，从它们向两侧作与测线成 45°角的座标网，把接收排列投影在通过激发点的座标线上，并用粗线段或颜色线段标出，各线段的交点就是连结点或互换点。（线段 O_1a 表示在 O_1 激发，O_1、O_2 接收；线段 O_2a 则表示在 O_2 激发，O_1O_2 接收，余类推。）线段在测线上的投影大致相当于所勘探的界面在地表的投影位置。观测系统的形式很多。在反射波法中常用的有简单连续观测系统，间隔连续观测系统、重复追踪观测系统等。多次叠加的观测系统分为单边激发和双边激发两种，实质上是间隔的多次重复观测系统。



简单连续观测系统


间隔连续观测系统

【纵排列】 extended spread 指激发点和接收点向在一直线上的排列。是地震勘探中最常用的。根据激发点所在位置的不同，纵排列又可分为：端点激发排列、中间激发排列、间隔排列、延长排列等。

【端点激发排列】 single－ended sp－read，end—on 纵排列中的一种形式。指激发点位于检波器排列的端点。

【中间激发排列】 split spread 纵排列的一种形式，激发点位于检波器排列的中点。常用于求地层的倾角。特点是炮检距小，时差小；同相轴明显；可少受折射波干扰；但时距曲线短，求出的速度精度低；偏移距过小，不利于压制多次反射。

【非纵排列】 broadside spread 激发点与接收排列不在一条直线上，并且激发点到排列的垂直距离大于 60 米。根据激发点的所在位置及排列的形状，非纵排列又可分为 L 形排列、T 形排列、扇形排列等。

【相遇时距曲线】 reverse control hodograph 指一种观测系统。在相同的纵排列上，两端分别激发，所获得的相反方向的两张地震记录。即两条由互换时间联系起来的、方向相反的时距曲线称为相遇时距曲线。因对同一个地震界面，在这两张地震记录上应有互换点可以对比追踪，所以这是一种连续观测系统。

【展开排列】 expanding spread 是反射波法中一种专门获取有效速度资料的观测系统。其激发点和接收点的位置围绕同一个反射点而展开，故称“展开排列”。在测区内选择反射界面多而平坦的典型地段布置测线，用 7—9 个排列组成重复观测系统，多次追踪中间排列下方的公共反射界面，得到长达 7—9 个排列的展开时距曲线。测定有效速度的精度与时距曲线的长度和质量有关，因此专门采用展开排列可提高速度资料的精度。



【声波】 acoustic wave　指频率在 20—20000 周/秒之间的弹性振动的传播。地震勘探中常遇到在空气中传播的来自震源的声波，速度稳定，约为 340 米/秒，相对于地震波频率高，延续时间短，它是一种干扰。为了减小传到空气中的声波能量，要用水灌满炮井。还可将检波器埋到表土之下以减小声波的影响。也可用间隔观测系统避开声波。此外，海水中的弹性波也称声波，速度大约是 1500 米/秒，它不属于干扰之列。

【异常波】 abnormal events　人工地震波在遇到断层或界面挠曲等地下特殊的地质体而产生的波、例如绕射波、回转波、断面反射波等都称为异常波。此外，也有把不同于一次反射的波都定义为异常波的。异常波与正常反射波在视速度或强度上有明显差别，掌握了它们的特点和规律后，就能更好地帮助解释复杂的地质现象。

【绕射波】 diffracfion　在物理学中，把波绕过障碍物而传播的现象称为“绕射”。绕射时，波的路径发生了改变或弯曲，它也符合惠更斯原理。在地震勘探工作中，把地震波在传播中遇到地层剧烈变化的地方，例如断层的断点、断棱，地层尖灭点，不均匀体、侵入体和地下礁的边缘等所引起的波称为“绕射波”。它可视为以这些点作为一个新的震源产生振动，并向周围以球面波形式传播。它是异常波中的一种，常以反射波的延续形态出现，频率和有效速度均低于正常反射波，波峰（或波谷）数目少，能量衰减较快；利用这些特点可加以鉴别。此外，也可用理论时距曲线来确定。

【多次反射】 multiple reflection　凡是波阻抗存在差异的界面上都能发生波的反射。在有多个波阻抗界面时，波在某个界面反射后可能在另一个界面或地面又进行一次以上的反射再返回地面，这种现象称为多次反射。显然，多次反射波也是一种干扰，如果把它们作为一次反射波解释，会得出错误的地质结论，（如夸大沉积厚度，把地层接触关系搞错，得出假构造等。）不整合面、基岩面、玄武岩面等强反射界面容易产生多次波。识别多次波的方法很多，最好利用钻井资料，区域地质资料或与其它物探成果对比。此外，应用速度谱也可作为识别的重要依据，因为多次反射的计算速度值随深度增大而减小或保持不变。目前常用共反射点叠加等办法消除多次波。应用数字电子计算机时，反褶积是处理虚反射的有效措施。



多次反射

【虚反射】　ghost　是多次反射中的一种。指由爆炸点向上传播，遇到低速带底面或地面后，又向下反射传播，最后又从下面的反射界面再反射至地面的现象。因此，虚反射常和一次反射相伴随（故又称伴随波），或者与一次反射的尾部混合在一起，或者形成单独的波。不论那一种情况，它都是干扰，可用垂直叠加消除。

【气泡脉冲】　bubble pulse　又称“重复冲击”，指海洋地震勘探中，震源在水中形成的气泡受周围水介质的压力作用而产生反复多次的膨胀和收缩的现象。它是一乙种干扰。在陆地地震探特别是在沼泽中爆炸时，也会产生重复冲击。重复冲击在地震记录上的出现，严重影响有效波的识别。使用炸药震源时采取增大炸药量或减小沉放深度，使一次气泡逸散于空中等方法可消除重复冲击。采用气枪震源时，常以组合激发来削弱气泡效应。

【重复冲击】　bubble pulse　即“气泡脉冲”。

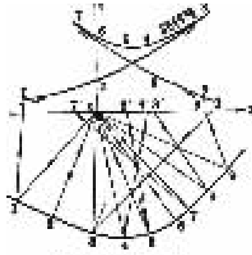
【鸣震】　ringing　是浅水地区地震勘探中，地震波在水层内短程多次反射互相叠加形成的一种干扰。在地震记录上表现为相当延续的正弦振动形态。它掩盖了深部反射波，利用反滤波器可以消除鸣震。

【交混回响】　reverberation　是地震波在水层中多次反射造成的。它不同于鸣震的是，在水层中的多次反射并没有叠加到一起形成正弦振荡；它也不同于多次波，而是在地震记录上以不同振幅在多处出现。在海洋地震勘探中，它是一种极其严重的干扰，在陆地地震勘探中偶尔也可以遇到交混回响。目前主要用相关方法发现它，然后用*反褶积在数字电子计算机中把它消除掉。“交混回响”一词是从建筑声学中引用来的。

【侧波】　lateral reflection　地震波直接从测线两旁的海底障碍物，（如巨大的礁石或沉船等）或陆地陡峻的分界面反射或绕射回来的波都叫做侧波。它具有双曲线形的时距曲线和很大的时间值，往往出现于记录尾部，并能持续几个排列。在海洋勘探中，其传播速度大致在 1500 米/秒左右，证明它是在水中的一种反射波或绕射波。陆地勘探时侧波常常产生于表层，例如黄土塬和沟的交界处。因此，侧波一般不能说明深部地质情况，而被地震勘探当成干扰，但它却有助于发现海底沉船或其它障碍物。

【底波】　bottom wave　是由于炸药包接近海底，或直接在海底爆炸而产生与海底界面有关的面波。它具有较低的频率和强烈的振幅，视速度很低。底波出现时，横过地震记录并淹没有效波同相轴，成为海洋地震勘探中的一种特殊干扰。底波大多在淤泥质海底出现。克服它的方法应使爆炸点位置和检波点都尽量离开海底，因为底波的强度随到海底界面的距离成反比。

【□转波】　reverse branch　在凹界面的曲率半径小于界面深度的地方或当速度梯度很大时形成的、其时距曲线呈叠掩交叉状的反射波，称为迴转波。时距曲线出现叠掩交叉现象的原因，是凹界面两侧及平界面的反射波都到达地面上的同一点，并且时距曲线上各点的次序和它们对应的各反射点的次序是相反的。迴转波的特点是视速度小，在迴转点处振幅增大，它总是与正常反射波相伴而生，并互相干涉。它与断层附近的陡倾角反射极易混淆，需要认真鉴别。



迴转波的形成图

【低速带调查】　weathering shot　为进行低速带校正而专门布置的观测排列，以获得低速带的厚度及速度资料。为了观测在低速带中传播的直达波，排列长度和检波点间距都要很小（靠近炮点处更小，达 1 米）。如果由于地表的激发条件或接收条件限制，得不到清楚的初至，或者低速带结构复杂时，可用炮井地震测井法。

【炮井地震测井】　hole—well shooting　在炮井内由深至浅逐次爆炸（炮点间距 2 至 3 米），在井口放置检波器接收透过波或直达波的方法。可测定低速带的波速和厚度。

【组合法】　array pattern　在一个排列上按一定形式布置相距一定距离的多个震源同时激发或每个地震道应用按一定形式布置相隔一定距离而连在一起的多个检波器接收的方法，都叫做“组合法”。前者称组合激发，后者称组合检波，有时两者综合应用。此法利用振动叠加原理，选择一定的组合距离。组合后，有效波由于视速度大而使能量得到加强，干扰波则因视速度一般较低，使能量削弱。此外，组合法对不规则干扰还有统计效应，即起平均压制作用。所以，组合法是常用的压制干扰的措施。在地震仪中的混波器也是根据这个原理，用电阻把各道的输出并联起来，使各道输出的信号按一定比例送给邻道，从而起到叠加压制干扰的作用。总之，组合法是提高信噪比的一种重要的常用方法。

【组合激发】　multiple shotholes　又称“多井爆炸”，是组合法的一种，指同时在两个或更多的井中爆炸。井之间“有一定的距离以压制表面波。详见“组合法”。

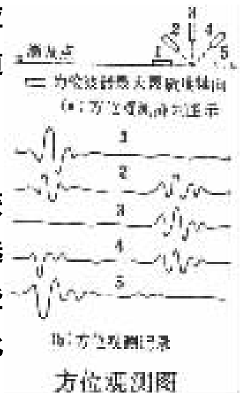
【组合检波】　multiple geophones　组合法的一种，指一道用的多个检波器。用来压制地滚波和其它大致沿地面传播的干扰波。可通过增加取样使安置因素、不规则能量随机化，从而改进信噪比。

【混波器】　mixer　见“组合法”。

【方向特性】 directivity　一般指检波器对不同方向的响应。方向特性分两类：一种是检波器对地表质点振动方向的响应关系，称为第一类方向特性。普通的垂直检波器或不同方位上倾斜放置地震检波器的装置就是第一类方向特性的应用，前者可以压制横波，后者可以同时接收纵波和横波，进行方位观测，以便研究干扰波的特点。另一种是检波器对波到达方向的响应关系，称为第二类方向特性。因为有效波与干扰波的传播方向或振动方向都可能不同，故可利用方向特性来削弱干扰，例如组合法实质上是利用第二类方向特性。

【调节方向接收】 regulated direction receiver　要充分利用第二类方向特性，最好把地震检波器放在有效波的到达方向上，但是，不能预先知道这个方向；因此，专门设计了一种仪器（或方法），并用感光胶片记录地震波，然后将胶片上的各地震道通过光缝相对于排列中心依次转动不同角度（即时间上的移动），每次转动或移动时都将各道振动回放叠加起来形成一道新的记录，称为调节方向接收。当某个波的到达方向与光缝排列的方向一致时，则在该方向的叠加记录上出现最强的振动，也就得到该波的同相轴。这种方法能够划分视速度差别较小的干扰波。

【方位观测法】 azimuth observation　利用检波器的第一类方向特性来确定波的类型和测定波的速度的观测方法。当观测地段选好后，将激发点置于测线的一端，由多个（3个以上）检波器组成的接收点置于另一端。接收直达波根据波的质点振动方向，例如按图上布置方式可观测到理想的地震记录如下：当纵波到达时，1、5道出现的振幅比2、4道的振幅强，且1、2道和4、5道两者极性相反，3道应无振动出现。当横波到达时，2、3、4道均出现强振幅，尤以3道为最强，且相位相同，1、5两道应无反映。因此可确定波的类型，从而可分别测定纵波和横波的速度。



方位观测图

【叠加法】 stacking　又称“多次覆盖”。在按一定观测系统获得的多张记录上，各选择一道记录相加而得到一道新的记录。因选择的方式不同而分为简单叠加、共深度点叠加、垂直叠加等。这些方法，是磁带记录出现后地震勘探方法的重大发展，提高了信噪比和勘探效率。

【多次覆盖】 multiple coverage　即“叠加法”。

【共深度点叠加】 common depth point stack　是叠加法的一种，又称水平叠加或逐点爆炸，是多次在不同激发点、不同接收点上记录来自地下同一反射点的反射波，经动、静校正后把对应于相同反射点的各道叠加在一起。这是利用校正后剩余时差的差异，消除多次反射的有力措施。因为一次反射，校正后的同相轴为直线，叠加后能量加强，而多次反射，校正后同相轴仍为曲线，叠加后能量被削弱。

【水平叠加】 horizontal stacking 即“共深度点叠加”。又称“水平混波”。

【逐点爆炸】 roll—along 在共 深度点叠加法中录制野外记录的一种 方法。详见“叠加法”。

【简单叠加】 simple stacking 叠加法的一种。在相同的排列上，以同一个激发位置重复激发、重复接收，得到多张记录，回放时把对应的地震道叠加在一起。此法对随机干扰起平均压制作用，而增强有效波能量，但生产效率低，应用不多。

【垂直叠加】 upholestacking，vertical stacking 叠加法的一种。指在相同的排列上，以同一激发点，在不同深度上多次激发，经动、静校正，把对应道叠加起来，利用静校正剩余时差的不同，可压制虚反射。

【偏移距】 offset 指在进行多次覆盖野外工作时，激发点到最靠近的地震道之间的距离。它是共深度点叠加的重要参数之一，正确地选择其大小可提高叠加的信噪比。

【切除】 mute 在叠加法中，根据具体情况人为地减弱记录上某个部分的振幅值的措施称为切除或削减。通常应用叠加法时，可将炮检距大的地震道的初至部分削减或切除，因为它们基本上不是有效波。为了在叠加中不受面波或其它强干扰波的影响，也可以切除它们。

【道内平衡】 dvnamic equalization 在一个记录道上对深浅不同的反射层之间进行振幅平衡处理，使各反射层在剖面图上能均匀地显示出来。属于叠加后的修饰处理。处理方法是：把一个记录道分成若干时窗，在每个时窗内计算地震波的平均振幅值，再将它分别去除同一时窗内的各子样值。

【道间均衡】 trace equalization 对地震记录道之间进行振幅平衡处理，目的在于使叠加时所有记录道有相等的灵敏度。处理方法是：把地震记录道分成若干组，每一组又分成若干时窗，求出每一组在每一时窗内的平均振幅 W_N；然后求出每一道在同一时窗内的平均振幅 W_t，把$\frac{W_N}{W_t}$作为系数去乘每一道在时窗内的每个子样值，直到各组各时窗都计算了为止。

【相干加强】 coherence emphasis 根据相似性来突出* 有效波、削弱干扰波的一种处理程序，是叠加后进行的。处理方法是：取以某道为中心的相邻若干道为一组，把除中心道以外的各道叠加，在相关时窗内计算中心道与叠加输出道的互相关系数，并用中心道的自相关系数去除它，得到加权系数，将这个加权系数乘中心道，得到相干加强后的一道记录。对其它所有各道作上述处理，就得到相干加强的剖面。

【褶积】 convolution 信号通过一个线性滤波器所产生的波形变化称为褶积。它也是运算微积中的概念：两个原函数相乘的积分等于其对应的两个象函数的乘积，这个积分就称为两个原函数的褶积。如果输入信号是 x（t），滤波器的脉冲响应是 h（τ），

输出信号是 y（t），则输出可用褶积的离散表达式表示为

$$y(t)=\int_{-\infty}^{\infty}x(t-\tau)h(\tau)d\tau=\sum_{k=-N}^{N}x(t-k\Delta)h(k\Delta)\Delta$$

（N 为整数，Δ 为取样间隔。）既然输入信号与滤波器的脉冲响应相褶积，结果就是经过滤波的信号。因此，各种由线性元件组成的滤波器都可以用褶积运算代替，称为*褶积滤波。在上述表达式中，输入信号是经过时间延迟后再与脉冲响应相乘的，这种在时间域内利用延迟来实现滤波的作用，也叫做延迟滤波。因为褶积可以用模拟或数字两种计算机实现，所以延迟滤波也可以在模拟计算机或数字计算机中完成。

【褶积滤波】　convolution filtering　见“褶积”。

【延迟滤波】　delayfiltering　见“褶积”。

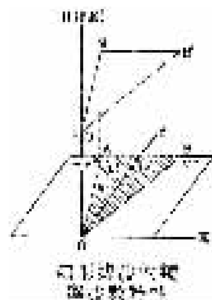
【褶积器】　convolver　指专门设计的一种在主机控制下进行大容量高速乘加运算的辅助计算机。因为*数字滤波或相关分析所需的褶积运算，实质上是大量的乘加运算，这些运算由褶积器承担，就能几倍以至几十倍地提高电子计算机对数字滤波的运算速度。

【反褶积】　deconvolution　消除激发信号在传播过程中所受到的滤波作用的处理方法称为反褶积。又称反滤波。在地震勘探中，通常用反滤波器来完成反褶积作用。反滤波器就是使其脉冲响应与信号褶积时，能消除某些前面加到信号上的滤波作用，例如地震波在地层内传播，可以将地层看成是具有某种性质的滤波器。因此，可以通过反褶积将这些滤波作用去掉，近似地恢复激发信号的形状，以提高分辨能力。反滤波器种类很多，其中主要有为消除交混回响、虚反射、多次反射以及其它干扰而设计的反滤波器。

【反滤波】　inverse filter　见“反褶积”。用于消除另一滤波器的作用。

【时变滤波】　time varying filtering　是指频率特性随记录时间而变的滤波。因为来自不同深度和不同厚度地层的反射波，其*频谱是不相同的，为了在一张记录上同时突出浅、中、深各层，就要采用时变滤波。

【速度滤波】　velocity filtering　是利用地震波传播速度的差别压制干扰的措施。



根据*干扰波与*有效波的视速度不同，可以设计一定波数特性的速度滤波器。利用傅

立叶变换式把波数特性转换成空间函数，就可用延迟滤波的方法实现速度滤波。速度滤波是在时间域和空间域内的滤波，组合法就是应用这个原理。实际上各个地震波的频率总是会有差别的，需要应用时间空间的速度滤波，它可以在低频部分压制波长较长的波，而在高频部分则压制波长较短的波。这时，在频率波数座标上，有效波通过的区域切割出扇形的面积，所以又叫扇形滤波。

【扇形滤波】 fan filtering 即“速度滤波”。又称“时间域—空间域滤波”。

【取样】 sampling 用数字计算机作数据处理时，要求信号是离散的数字形式，若信号为连续的模拟形式，则需由“模拟—数字”转换装置把它变为数字形式。以相等的时间间隔量取模拟信号在对应时间上的振幅值，并把它用数字顺序表示出来的过程称为取样。每次取样时测得的振幅值，叫做这个时刻的子样。

【取样定理】 sampling theorem 用数字电子计算机对连续的地震信号进行数字处理，或者用数字形式记录地震波，都需要以等时间间隔对数据进行采样，以便得到离散子样的时间序列。对于频谱宽度有限的地震信号，采样间隔必须等于或小于信号中最高频率分量的半周期，这叫做取样定理。

【假频】 alias 对连续的模拟信号采样时，若每周采样数目少于两个，则采样系统的输出信号发生频率畸变。如果把采样频率之半称为折叠频率（又称 Nyquist 频率）f_N，则对于频率为 f_N+Y 的输入信号，其输出频率表现为 f_N-Y，采样系统的作用就象它的频率特性曲线，在折叠频率处反折过去一样。例如，对于每 2 毫秒（500 周/秒）采样的系统，折叠频率（f_N）是 250 周/秒，假定 80 周/秒（$Y=f_N—80$ 周/秒）是在通频带内，那么，420 周/秒（f_N+Y）的频率成分也可通过，它在输出中表现为 80 周/秒，这种现象叫做假频。通过对折叠频率反折而得到的通频带叫做假频带，为了避免这种畸变，在采样之前，要用“去假频滤波器”把高于 f_N 的频率消除掉。

【折叠频率】 Nyquist frequency 又译尼奎斯特频率。见“假频”。

【相关】 correlation 指两个以上物理量之间具有的线性关系或相似关系。表示这种线性关系的程度或量度则为相关函数。相关函数有自相关与互相关两种。

【自相关函数】 autocorrelation function 自相关函数在地震勘探中表示同一个地震波在两个不同时刻上统计相似的量度。对于均匀离散的数字记录，未归一化的自相关函数可表示为 $R_{xx}(\tau)=\frac{1}{N+1}\sum_{k=0}^{N}x_k\cdot x_k+\tau$CS 代表一个波形，$\tau$ 延迟时间）。利用相关函数，可以根据地震信号的过去值预测其将来值，从而可区分多次反射。

【互相关函数】 crosscorrelationfunction 是两个地震波形之间的相似性的量度。未归一化的互相关函数可表示为 $R_{xy}(\tau)=\frac{1}{N+1}\sum_{k=0}^{N}xk\cdot y_k+\tau$（x 和 y 表示两个不同的记录道或波形，$\tau$ 表示延迟时间）。从一张地震记录上确定其同相轴与另一张记录上的

同相轴有相同的相位，就是互相关的应用，也称对比。

【相关分析】 correlation analysis 通过计算相关函数的结果，比较所研究的物理量之间的相似程度来区别事物的方法。如果以函数 x_k 表示地震记录道 x 在时间 k 的振幅，以 $y_{k+\tau}$ 表示地震记录道 y 在 $k+\tau$ 时的振幅，这两个道的相关函数 R_{xy}（τ）就是 $x_k \cdot y_{k+\tau}$ 的平均值，当函数有意义的时间段为（O，T）时（这段区间称为时窗或时间门），相关函数 $R_{xy}(\tau)=\frac{1}{N+1}\sum_{k=0}^{N} x_k \cdot y_k+\tau$。如果采样间隔为 Δt，则 $(N+1)\Delta t=T$。相关分析的过程就是将被分析的记录道互乘，并在给定的时间段内相加再取平均，对不同的 τ 便得到不同的 R_{xy}（τ）值，从而由相关函数构成相关记录。相关记录上 R（τ）的最大值出现于两个地震记录道最相似时，一般与同相轴的存在有关。而不规则的干扰波其平均值一般接近于零，它和有效波的相关函数也接近于零。故多道互相关分析可以消除不规则干扰并自动对比地震记录。计算相关函数时，把时间门分为许多等分，τ 也要取不同的值。因此，两道地震记录的相关记录要进行数万次乘法和加法运算才得到；若对一张多道地震记录作相关分析，就要进行百万次的运算，因此必须应用电子计算机。

【时窗】 gate，window 见“相关分析”。

【数字滤波】 digital filtering 用电子计算机整理地震勘探资料时，通过*褶积的数学物理过程，在*时间域内实现对地震信号的滤波作用，称为数字滤波。数字滤波器的作用就是使地震记录与滤波算子相褶积，滤波算子就是脉冲响应，而脉冲响应是单位脉冲通过滤波器的结果。因此，地震信号通过数字滤波器，其输出信号就是在某特定时间内所有不同延迟时间上脉冲响应信号之和。所以，数字滤波也是延迟滤波的数字化。数字滤波器具有比较理想的频率特性和相位特性，失真度低，分辨能力好。适当改变参数就可灵活地设计出所需的频率特性。

【数学滤波】 mathematical filtering 根据信号和干扰的特性，设计一种滤波器，使其实际输出的信号与希望输出的信号之间符合最佳准则。这种滤波器的作用称为数学滤波或最佳滤波，也是一种理想滤波。以最小平方误差为最佳准则的滤波，叫做维纳滤波。由于数学滤波器中，算子是根据地震记录道中信号与干扰的特性设计的，如果干扰的特性已知，则数学滤波器可消除相应的干扰。数学滤波是近年用电子计算机处理地震资料时的有力手段。

【最佳滤波】 optimum filtering 即“数学滤波”。

【维纳滤波】 Wiener filtering “数学滤波”的一种，指使用最小平方误差为最佳准则的滤波，为维纳首先使用，故名。

【匹配滤波】 matched filtering 是最佳滤波中的一种，最佳的条件是要选择合

适的滤波特性，使信噪比（专指信号振幅的平方与噪声平均功率之比）为最大值。这时，滤波器的振幅频率特性与输入信号的振幅谱相同。因此，作匹配滤波处理时要求输入信号是已知的，使用非炸药震源时可具备这种条件。

【输出能量滤波】 output energy filtering 是最佳滤波的一种，最佳的条件是要选择合适的滤波特性，使信号的输出能量（专指信号的自相关函数）为最大，干扰的输出能量为最小。与匹配滤波的差别只是求信噪比所用的参数不同，输出能量滤波需要的是输入信号的* 自相关函数而不必知道信号本身，是从地震记录中可以求取的，所以也可以应用于炸药震源。

【递归滤波】 recurslve filtering 是利用反馈滤波的原理在* 数字滤波中减少计算工作量、提高处理资料速度的一种方法。同时它也是设计数字滤波器的一种方法。例如，把地震记录 x_τ 通过滤波因子为 h_τ 的滤波器得出新的记录 y_τ，这个过程的数学表示为

$$Y_t = \sum_{\tau=-\infty}^{\infty} h_\tau - x_\tau - \tau$$

若 h_τ 取一百个数，x_τ 取两千个数，则处理一张记录就需要二十万次乘法和加法运算。为了减少运算量，可以在计算每一个 y_τ 时，都利用以前运算的结果 y_{t-1}、y_{t-2}、……y_{t-m}等，在数学上这就是建立一个 y_t，的递推公式：

$$y_t = a_0 x_t + a_1 x_t - 1 + \cdots\cdots + a_n x_t - n - (b_1 y_{t-1} + b_2 y_{t-2} + \cdots\cdots + bmyt - m)$$

用这个公式，处理一张记录只要进行 $n+m+1$ 次运算即可，大大节省了计算量。最后的公式所表示的滤波称为递归滤波。

【数列变换处理机】 array transform processor 是在主机控制下的专用辅助计算机，它能大大加快整机的运算速度，有一套乘加算法可保证在时间域内褶积和相关的高速运算，还有一套快速傅氏变换可供在频率域内使用。小型计算机配备了这个装置后，使每种运算能力分别提高十倍到五六十倍，效率接近大型计算机。

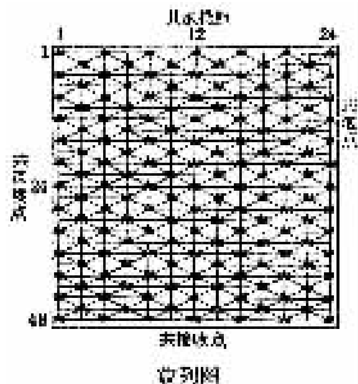
【快速傅氏变换】 fast Fourier transform 是一种计算时间序列的离散傅氏变换的有效方法。它在计算具有 N（N 必须是可约的数）个子样的时间序列的离散傅氏变换系数时，利用三角函数的周期性而把问题简化。例如当 $N=2^n$ 时，整个离散傅氏变换可以由 N 个子样本身的离散傅氏变换的简单组合而求得，这时，计算完全变为复数乘和复数加的运算（如果 N 不是 2 的乘方，而有另外的因子，也能导出类似的结果）。于是，计算 N 个离散傅氏变换系数大约需要 $2nN=2N\lg_2 N$ 次的算术运算，而普通计算方法则需要 N^2 次运算。在 N 很大的情况下，新计算方法节省的时间达数十至数百倍，因此被称为快速傅氏变换。它的另一优点是基本上减少了与计算有关的舍入误差。快速傅氏变换有两种基本形式，一种叫做时间域上的算法，也称 Cooley—Tnkey 法。另一种是频率域上的算法。因为傅氏变换和反变换可以互相表达，所以这两种算法是等价的。

【Z变换】　Z—transform　对于任何一个时间序列 μ（t）［t为整数］，都可以作出一个含有复变数Z的级数：

$$U(Z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}u(n)Z^{n}$$

此级数的系数u（n）就是时间序列中的数，则级数u（Z）叫做时间序列u（t）的Z变换。从复变函数理论可知，U（Z）即罗朗级数。由于褶积定理适用于Z变换，如果用Z变换代替时间序列，可将褶积运算变成乘法运算，而且Z变换的形式写起来比傅里叶变换简单，灵活性大。因此，Z变换可使计算简化，故在数字滤波中广泛应用。

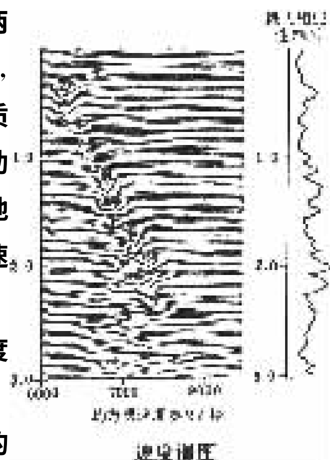
【浊列图】　wave train figured　是反射地震记录的特殊展示，也是伴随多次覆盖技术而产生的一种利用波形特点进行资料分析的方法。根据展示方式的不同，分为四种：①共深度点波列图；把不同炮点、不同炮检距得到的共深度点的反射波形，沿水平方向按各自炮检距排成一直线，就是共深度点波列图，根据它可作出其它波列图。②共炮点波列图：即把共深度点波列图上同一炮点所产生的波列按顺序排列在垂直方向上。这种图能用来分析炮点能量的变化和炮点静校正的特性，炮点静校正是平均波列的最大振幅时间与实测反射时间的差值。③共接收点波列图：它是把共深度点上同一接收点所记录的波列按顺序排列在垂直方向上。这种图与共炮点波列图类似，可用来了解接收点的静校正，两者配合就能进行总的静校正。从而可提高叠加的效果，得出更可靠的反射剖面。④共炮检距波列图：即把共深度点波列图中具有同炮检距的波形依次排在垂直方向上，它能用于分析波形的变化，判断岩性的变化等，并帮助选择最佳的炮检距。



波列图

【速度谱】　velocity spcctrum　与频谱的概念类似，把地震波的能量相对于波速的变化关系的曲线称为速度谱。在磁带地震勘探中，速度谱通常指多次覆盖技术中的叠加速度谱。根据共反射点时距曲线求得的速度叫做叠加速度，因为叠加是经动校正后进行的，动校正用的速度合适，则叠加后有效波的能量最强，这时的速度称为最佳叠加速度。反之，动校正的速度用的不合适，叠加后有效波能量就要削弱。叠加记录的振幅随

叠加速度而变化，这就是叠加速度谱，求取叠加速度谱有两种基本方法，即相关方法和叠加方法。速度谱的用处较多，可利用它来求取最佳叠加速度资料，检查多次叠加剖面的质量，发现多次波以便于消除它；研究速度的水平变化以帮助综合地质解释，提供层速度资料从而研究岩性变化、寻找地层圈闭等。另一种是视速度谱，即记录上地震波振幅随视速度的变化规律，利用它可设计速度滤波。


速度谱图

【叠加速度】　optimum stackingvelocity　见“速度谱”。

【合成地震记录】　synthetic seismogram　利用连续的超声波地震测井或电测井资料，分出各个反射层，通过计算得到各层的反射系数和振幅，将其相应的许多反射波相加，得出一道人工计算绘成的地震记录，称为合成地震记录。通过合成地震记录与野外地震记录的对比，能提供许多有参考价值的资料，例如分辨多次波，进行地震界面与地质层位的对比，查明地层尖灭，研究提高记录质量的技术措施等等。

【偏移校正】　migrate　在地表沿测线接收地震波时，波的射线是在界面法线平面内传播的。当界面法线平面不与地表垂直，且界面倾角较大时，则界面法线平面与铅垂面差别很大；时间剖面的记录位置与反射点的真实位置不符，记录点位置总是相对于反射点向界面下倾方向移动，这种现象使时间剖面上出现某些假象，因此，在解释过程中要进行相应的校正工作。把时间剖面移动到反射界面的本来位置的方法称为偏移校正，简称偏移。

【偏移】　migration　即“偏移校正”。也有人把时间剖面上记录点位置偏离反射点真正位置的现象叫做偏移。

【空间校正】　space correction　即“三维偏移校正”，一般是在等 t_0 图（t_0 等值线平面图，t_0 是自接收点至界面的法线反射时间）上直接进行，校正的结果就是反射界面真深度的构造图。

【地震构造图】　seismic structuralmap　由地震标准层等深度线绘成的平面图，和地质上的构造图完全类似。构造图是地震资料处理的最终成果，是以后提供钻探井位的依据，它要以许多条测线的地震剖面图为基本资料，并经过仔细的对比地震记录、深度闭合等措施检查无误后再动手作图。如有根据发现了断层，要在图中画出推断的断层线。当没有标准层时，根据假想层画出的称为构造简图。



【偏移叠加】 migration stack 利用多次覆盖资料直接得出经过偏移的反映反射点真正位置的叠加剖面的数字处理技术。方法有多种，基本上分为两类：(1) 绕射扫描法：根据惠更斯原理，每个反射点都可看作绕射源。而对应的反射与绕射波时距曲线必然相切，当炮检距为零时，时间剖面上绕射时距曲线的顶点就是反射点的位置。因此，按绕射曲线规律去寻找同绕射相切的反射波（扫描），并把它们放到炮检距为零的绕射曲线顶点处叠加，结果就是反射点的真正位置。(2) 波动方程偏移：空间波场遵循波动方程的规律分布，时间剖面相当于在地表观测到的波场，波动方程同样适用于每一记录道。把地面每一点记录到的波场向下半空间延拓，使反射波的波前面倒退回反射界面原来的出发点，就得到反射点的真正位置。

【绕射扫描】 diffraction scan 偏移叠加的一类，是对叠加剖面的数字处理技术。详见“偏移叠加”。

【波动方程偏移】 wave equation migration 偏移叠加的一种。详见“偏移叠加”。

【三维地震法】 three－dimensional seismic method 是一种面积 地震勘探方法。野外的观测系统有多种形式，如用 48 个激发点和 48 道检波器，构成互相垂直的观测系统，对每个反射面可得到二千多个均匀分布的深度点。为了记录和显示三维资料，制造了专门装置，其主要部件是“底片”和“纤维光屏”。经过静校正的 48 条剖面以变密度形式记录在底片上。如需要显示三维资料，可把底片置于细长形光源和纤维光学换能器之间，当底片由驱动马达带动而前后移动时，荧光屏上出现变化的反射波波前到达地面的图象，若反射面水平，则图象为圆心在中心的圆环形；若反射面倾斜，则圆环偏离中心；当圆环被破坏，则意味着可能存在断层，破坏的轨迹就是断层的方向。同时，从各组圆环的公共中心到各个时间波前的距离，可得出反射面的有效速度。而从圆心偏移值可得到反射面的平均倾角。本方法用于详细了解地下界面和不能使用线状剖面勘探的地区，但它不能压制多次波，不能改善信噪比。它有不同的变种，有一种称为宽线剖面，只需要与通常野外工作类似的观测系统，可用以判断侧面波和界面的空间变化。

【宽线剖面】 wide line profile 见“三维地震法”

【激光滤波】 laserscan 是一种光学处理资料的方法。在透镜两边，物体和影象之间具有傅立叶变换中原函数与象函数之间的关系，因此利用光学透镜可以进行地震记录剖面的相关和褶积处理，称为激光滤波。这种装置使地震记录剖面经受两次傅立叶变换，在变换中得到频率滤波或速度滤波的结果，成为对大量地震资料消除多次反射的一种措施。

【全息地震】 holoseismic 在地震勘探中，应用全息摄影原理记录并再现地震界面的方法和技术称为全息地震。全息摄影术是利用相干光束照射物体后的反射光束与参考光束的相互作用，把物体记录在底片上，然后用单色光照射底片而复现物体的技术。它记录的是物体的绕射因素，包括反射光束的振幅和相位全部信息。全息地震可以得出地下反射界面的影象，直接建立三维地质模型。实现全息地震的方法大致有三类：第一类是单频全息地震，直接模仿全息照相，用单频的地震波束代替单色光束。由于声波波长比光波波长大很多，这种方法的分辨率较差。第二类是用叠加成象的方法，用电子计算机对地震记录进行扫描，以再现激发点、记录道中心点或衍射点的图象。它不需要象多次叠加那样选取偏移点，而直接从再现图象中得出经过偏移校正的深度剖面，所以也叫做偏移叠加。第三类是傅立叶脉冲全息地震，用数学分析的方法解波动方程式，由地面记录到的波场求地下界面的反射系数，从而给出反射界面的影象。全息地震是一种仍处于试验阶段的新的反射波地震勘探方法，它对于提高勘探精度、研究复杂构造等方面有很大意义。

【真振幅恢复】 true amplitude recovery 指消除与反射系数无关的、影响地震反射波振幅的因素的措施。在地震记录上，反射波的振幅值除了由界面的反射系数决定外，还受到地震放大器的增益控制影响以及波在介质中传播时的发散和吸收作用而衰减，故不反映真正的振幅值。当需要动力学特点的参数特别是直接找油时，必须求出信号的真正振幅值。真振幅恢复包括两个步骤：第一是增益恢复，第二是补偿因衰减而耗损的振幅值。数字记录的增益恢复是将所记录的信号值乘以对应的增益值，而振幅补偿则是用与发散和吸收等有关的衰减系数去除振幅。

【亮点】 bright spot，hot spot 地震勘探资料经过真振幅恢复处理所得的记录剖面上出现的特别强的反射称为亮点。这种亮点的出现，可能是油气藏的反映。因为含气地层界面的反射系数特别大，理论证明，由砂页岩构成的背斜油气藏具有下列亮点记录的特征：记录的外形像透镜体，突出的强反射振幅；两个相邻的强反射相位相反，形成所谓的“偶极相位波形”；含气层的下界面为水平状或下弯状；油水边界处的反射振幅小。为了突出亮点记录的特征，可用不同的颜色显示反射波的不同强度。在一般用亮点技术处理过的实际油气藏剖面上，上述特征不一定全部具备，但前三个主要特征经常出现。亮点技术是地震勘探直接寻找油气的一种方法。

【无震源地震勘探】 sourceless seismic exploration 不用人工激发，而将环境微震能量作为震源的新型地震勘探方法。用检波器和地震仪对环境微震作长时间的记录，经过电子计算机的预处理和相关，得到相关记录，然后像普通地震记录一样作进一步的处理（叠加、滤波等）和显示。

【面波】 surface wave 是地震波中一种特殊类型的波，它只存在于界面附近，振幅随着离开界面深度的增加而按指数减弱，因此称为面波。它包括瑞雷波、拉夫波、水力波、斯通利尔波等。面波是地震勘探中的一种干扰，它的速度小（接近于横波），频率较低，可用组合法、滤波或间隔观测系统加以消除。又因它有显著的弥散现象，在天然地震中可利用它来计算表层的厚度。

【瑞雷波】 Rayleigh 又称 R 波，一种沿地表面传播的地震波，是地滚波的一种类型。它是直达波在地表面产生的反射波和反射横波合成的。质点作椭圆运动，并且是在包含传播方向的竖直平面内倒行，而其振幅则随深度的增加而指数地减小。瑞雷波的波散可以用来计算表面层的厚度。

【拉夫波】 Love wave（Q wave） 又称 Q 波，是一种表面波，通过切变波在表层内的多次内反射而传播。拉夫波的波散可以用来计算表层的厚度。

【地滚波】 ground roll 沿地表或接近地表面传播面波。常以有较低速度、较低频率，但有大的振幅为特征。可利用爆炸点以及检波器的组合，滤波和叠加来抑制地滚波瑞。雷波通常是其主要来源。

【水力波】 hydrodynamic wave（Hwave 又称 H 波。和瑞波相似的种地震面波。不同之处是它以相反的方向运动，即其顶部向前。

【压缩波】 compresional wave，Pwave，dilation wave longitudinal wave 又称 P 波，胀缩波，纵波。是其质点振动方向和波传播方向一致的弹性波。为地震勘探中通常所假设的一种地震波类型。

【切变波】 shear Wave. S wave，Ptransverse wave 又称 S 波，横波，是质点振动方向垂直于波传播方向的一种波动。

测 井

【测井】 logging. log 又称“钻井地球物理勘探”，是物理探矿的一种方法，是钻孔中使用的地球物理勘探方法的通称。根据所利用的岩石物理性质不同，可分为电测井、放射性测井、磁测井、声波测井、热测井和重力测井等。根据地质和地球物理条件，合理地选用综合测井方法。可以详细研究钻孔地质剖面、探测有用矿产、详细提供计算储量所必需的数据，如油层的有效厚度、孔隙度、含油气饱和度和渗透率等，以及研究钻孔技术情况等任务。此外，井中磁测、井中激发激化、井中无线电波透视和重力测井等方法还可以发现和研究钻孔附近的盲矿体。测井方法在石油、煤、金属与非金属矿产及水文地质、工程地质的钻孔中，都得到广泛的应用。特别在油气田和煤田勘探工

作中，已成为不可缺少的勘探方法之一。应用测井方法可以减少钻井取心工作量，提高勘探速度，降低勘探成本。在油田有时把测井称为矿场地球物理勘探，油矿地球物理或地球物理测井。

【钻井地球物理勘探】　borehole geophysics　简称“地球物理测井”即“测井”。

【测井系列】　logging series　根据一定的地质任务或工程任务，在某种地质条件和钻孔条件下，所采用的测井方法的组合，称为测井系列。但一般谈测井系列时，主要是指综合评价地层含油气情况的方法组合。例如，评价砂泥岩剖面裸眼井淡水泥浆条件下，地层的含油气情况所采用的测井方法组合，称为砂泥岩剖面裸眼井淡水泥浆测井系列，等等。

【电阻率法测井】　resistivity log　是根据岩层或矿体与围岩电阻率的差别研究钻孔地质剖面的方法。工作时，用电缆把电极系放入钻孔中并沿钻孔剖面移动，由仪器记录测井曲线。根据选用电极系的不同，电阻率法测井又分为普通电极系电阻率法测井、微电极系测井、侧向测井等。电阻率法测井是划分岩性、进行钻孔剖面对比和研究石油、天然气、煤、地下水以及金属矿等矿产的基本方法。

【视电阻率】　apparent resistivity　测井时，电极系周围总是存 在着泥浆、岩层、岩层的泥浆侵入带和上下围岩等电阻率不同的介质，因此用某一电极系测得的电阻率，不代表某一种介质的电阻率，而是电极系周围存在的各种介质的综合影响，故称为视电阻率。用符号 ρ_S 或 R_a 表示。电极系的尺寸不同，各介质的影响程度也就不同。只要适当地选用电极系的尺寸、排列，沿钻孔剖面测量的视电阻率能基本上反应岩层电阻率变化的规律。

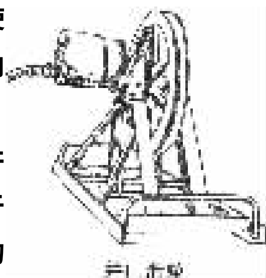
【电极系】　sonde，device　进行电法测井时通过电缆放入井中的一组电极称为电极系。一般由二个或二个以上的电极构成。其中包括供电电极和测量电极等。按电极之间的排列方式可分为梯度电极系（顶部梯度电极系，底部梯度电极系）、电位电极系；按电极系结构特点又分为微电极系、屏蔽电极系，超长距电极系、石灰岩电极系等。

【探测深度】　depth of investigation 又称“探测半径”。指对测量结果起决定作用的那部分介质的范围。研究不同测井方法的探测深度，是为了了解各部分介质对测量结果的影响，以利考虑消除干扰因素的措施。合理选择不同探测深度，可以求得更准确的岩层参数。

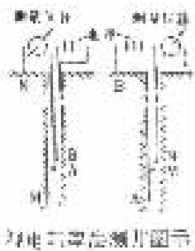
【电缆】　cable　是由一根或多根相互绝缘的导电芯线置于密闭保护套中而构成的讯号传送导线。不同用途的电缆其结构和性能不同。测井电缆的用途是：在井中下放或提升井下仪器或电极系，联接和导通井下仪器和地面测量记录仪器。测井电缆应具有一定的机械拉力、耐磨、耐温度变化、耐高压、柔软、绝缘性能良好、导电性好等特点。国产的测井专用电缆，有的用橡皮作为保护套，如 WJH－0.3 型，WJH－0.6 型电缆

等，有的用聚氯乙稀塑料或其他化学原料，如尼龙等作为绝缘保护套，如 WTJNV－0.2 型电缆等，也有的用钢丝作为保护套，如铠装电缆等。一般缆芯采用铜丝和钢丝混合在一起构成一芯。根据缆芯数量多少，可分为单芯电缆、三芯电缆或多芯电缆等。在金属矿、煤田、水文测井中常用的是三芯电缆，在石油测井中通常用六芯电缆或七芯电缆。

【井口滑轮】 sheave 指测井时放在井口上的转动轮。它的作用是把联结井下仪器的电缆顺利导入井中，并通过它的转动来带动同步马达，驱使测量仪器上的记录纸随井下仪器的移动而按比例相应转动，或向记录仪提供深度编码信号。



【视电阻率法测井】 apparent resistivity log 电阻率法测井通常测得的是视电阻率 ρ_S，故过去常称它视电阻率法测井。由于电阻率法测井的电极系种类越来越多，所以把使用普通电极系的电阻率测井专称为视电阻率法测蝣，工作时，电极系的 A、B 电极供电，M、N 电极测量电位差，最后根据计算结果绘出与岩层电阻率有关的 ρ_S 曲线。计算公式为 $\rho_S = K \cdot \frac{\Delta U_{MN}}{I}$。式中 K 为电极系系数，由电级系排列方式和距离决定。视电阻率测井主要用来分划钻井的岩性剖面和进行剖面对比。近年来电阻率法测井有了很大发展，视电阻率测井一词已经没有确切的界限，人们已不大用这—称呼了。



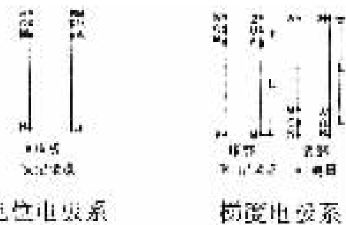
【普通电极系电阻率测井】 电阻率测井方法中最早的一种，所谓普通电极系是为了和后来发展的微电极系、聚焦电极系或侧向测井电极系相区别而采用的名称。普通电极系供电电流在空间的分布，只受周围介质电阻率分布的影响，而不像微电极和侧向测井电极系那样把电流限制在某一范围内。所以它受井或邻层的影响较大。目前普通电极系电阻率测井主要用于划分剖面的大层段或地层对比。电极系中 A、B 电极供电，M、N 电极测量电位差，视电阻率与供电电流 I、电位差 ΔU_{MN}之间的关系为

$$\rho_S = K \frac{\Delta U_{MN}}{I}$$

式中 K 为电极系系数，由电极排列方式和距离决定。

【电位电极系】 normal device 是视电阻率法测井常用的一种电极系。它是根据电场中电位分布特点研究岩层电阻率的。其特点是电极系的成对电极，如供电电极 A、B 或测量电极 M、N 之间的距离，远大于不成对电极，如 AM 之间的距离。这时，N 电极受 A 电极的影响或 M 电极受 B 电极的影响，与 M 电极受 A 电极的影响相比是非常的。MN 之间的电位差，基本上等于 M 电极的电位。电位电极系的记录点是 AM 两电

极的中点，电极距为 A 与 M 两电极之间的距离 $\overline{AM}$。

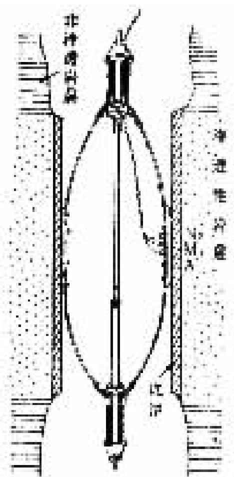


电位电极系　　梯度电极系

【梯度电极系】　lateral device　是视电阻率法测井常用的一种电极系。它是根据电场中电位梯度分布特征研究岩层电阻率的。其特点是：成对电极之间的距离远小于不成对电极之间时距离。成对电极之间的电位差基本上和它们之间的电位梯度成比例。梯度电极系的记录点是成对电极的中点。记录点到不成对电极的距离是电极距（L）。成对电极在下部时，对应高电阻地层的底界曲线出现极大值，故称为底部梯度电极系；反之，称为顶部梯度电极系。根据梯度电极系曲线极大值，可准确的定出岩层界面。

【超长电极距测井】　ultralong spaced electric log　是一种长电位电极系的电阻率法测井。其特点是各电极之间的距离很大。常用的超长电极距测井的短电极系 AM 约为 22—45 米，AN 约为 180 米；长电极系 AM 约 180—300 米，AN 约为 720—1200 米。长电极系点测，短电极系连续测。它能够探测距井眼 500—700 米远范围内的电阻异常体，如盐丘、含油砂岩体和基底断裂等。解释超长电极距测井结果时，首先要计算没有侧向异常体存在时的视电阻率值，然后与实测资料比较，分析是否有电阻异常体的存在并确定其位置。

【微电极测井】　microlog，microresistivity log　是一种电阻率法测井，其特点是电极距只有几厘米。它包括微电位电极系和微梯度电极系。为避免泥浆影响，用弹簧片将镶在绝缘板上的电极紧贴井壁。微梯度电极系比微电位电极系的探测深度小。在渗透性地层上，微梯度电极系受泥饼的影响较大。因泥饼的电阻率较低，测得的微电位曲线幅度高于微梯度曲线幅度，称为“正幅度差”。在非透地层上幅渗度差不明显。根据微电极测井曲线的“正幅度差”，可以划分出渗透性岩层。同时，微电极测井划分薄岩层效果很好，因此它是划分油气层有效厚度的重要方法。

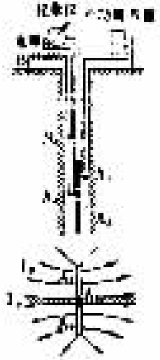


WD701 型微电极测井

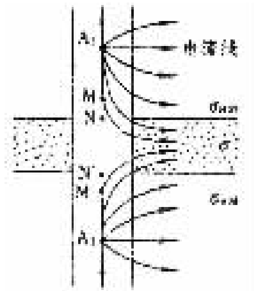
【侧向测井】　laterolog　是一种电阻率法测井。其特点是在供电电极的两侧加有同极性的屏蔽电极，使主电极的电流被控制在一个狭窄的范围内垂直进入地层，大大减少泥浆分流和上下围岩的影响。侧向测井是克服盐水泥浆影响和研究高阻薄地层的重要方法。按电极数目不同它又分为三电极侧向测井、七电极侧向测井和八电极侧向测井等。侧向测井实质上是研究主电极接地电阻变化，又称为屏蔽接地电阻法测井。电极排列和尺寸不同，其探测深度也不同，所以又有深、浅侧向测井之分。深浅侧向测井配合使用，可以研究渗透性地层的泥浆侵入带性质，有助于划分油水层。

【屏蔽接地电阻法测井】 见侧向测井。

【三侧向测井】 laterolog－3 侧向测井的一种。工作时，主电极电流 I_0 保持恒定，利用自动调节装置调节屏蔽电流 I_P，维持主电极（A_0）与屏蔽电极（A_1，A_2）之间始终为等电位。连续记录出电极系对 No 的电位 U，即得到一定比例的三电极侧向测井曲线。也可以保持电极系的电位为一恒定值，记录主电极的电流变化。这样记录的侧向测井曲线是和地层的电导率成比例变化的。三侧向测井是克服盐水泥浆影响和研究高阻薄地层的重要方法。

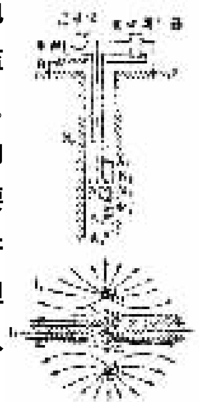


【六侧向测井】 laterolog－6 是在碳酸盐岩地层中试验研究的一种聚电极系电阻率法甜并，电极排列不同于七侧向测井的是没有主电极，不是记录主电极恒定电流 I_0 被挤入地层时的电压 V_N，而是记录在恒定电压 V_N 情况下，经过 MN 电极进入地层的电流 I_{MN} 的多少。电流 I_{MN} 大小可以通过记录 ΔV_{MN} 得到。当 NN′范围内岩层电阻率变化的，ΔV_{MN} 也变化。可以证明，ΔV_{MN} 的变化与岩层电导率 σ 的变化成正比。六侧向测井对于划分裂缝渗透层有较好的地质效果。



六侧向测井电极系图示

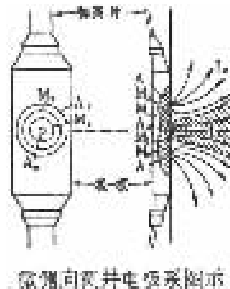
【七侧向测井】 laterolog－7 侧向测井的一种。工作时，主电极电流 I_0 保持恒定，利用自动调节装置调节屏蔽电流 I_P，使“监视”电极（MN）始终处于等电位，则主电极电流 I_0 垂直进入地层。连续记录任一“监视”电极对 N_0 电极的电位 V，即得到七电极侧向测井曲线。七侧向测井是克服盐水泥浆影响和研究高阻薄地层的重要方法。但分层能力比三侧向测井稍差。八侧向测井原理与七侧向测井相同，只是回路电极（B），就在屏蔽电极两侧，因而探测深度浅，但纵向分层能力强。同七侧向测井比较，测量结果受井眼和泥浆 侵入带影响较大。所以，它是研究侵 入带电阻率的重要方法。



【双侧向测井】 dual laterolog 由探测深度不同的两条侧向测井曲线组成的侧向测井。测量时，两条曲线使用一个电极系。测量深侧向时使用较长的屏蔽电极，测量浅测向时只用深侧向屏蔽电极的一部分作为屏蔽电极，而另一部分作为回路电极。在一些地区深、浅侧向组合可以有效地划分出油气层。

【微侧向测井】 microlaterolog 侧向测井的一种。在盐水泥浆钻孔中的泥饼较薄，普通微电极系与井壁的接触条件较差，泥浆影响加大，曲线不能很好地反映泥浆冲洗带（见［泥浆侵入带］）电阻率的变化。为此，设计了一种在微电极极板上加有与主电墩同极性的环形屏蔽电极的电极系。采用这种电极系的测井方法，称为微侧向测井。工作时，主电流 I_0 在屏蔽电流 I_P 的排挤下，成圆束状垂直进入地层。

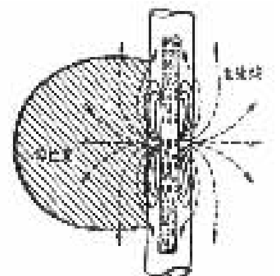
I_0 保持恒定，I_P 在自动调节装置调节下，始终维持 M_1M_2 等电位。连续测量 M_1 或 M_2 电极的电位 U，即得到反映岩层冲洗带电阻率变化的微侧向测井曲线。微侧向测井也有只采用一个屏蔽环形电极而不加监视电极的，其原理与三侧向测井相同。



微侧向测井电极系图示

【邻近侧向测井】 proximity log 侧向测井的一种。原理与微侧向测井相似，它是在只有一个屏蔽环形电极的微侧向测井电极系上，再加上一个屏蔽电极。电极系尺寸和探测深度比微侧向测井都大。它受泥饼厚度影响小，因此，在泥浆侵入较深和泥饼厚的情况下测得的冲洗带电阻率，比微侧向测井测得的准确。当泥浆侵入较浅时，邻近侧向测井受地层电阻率的影响大。分层能力较微侧向测井差。

【球形聚焦测井】 spherical focusedlog 电极系和它的电流线、等位面分布如图。在监视电极监视下，等位面在井径变化较大时仍大致保持为球形。在井径小于 10 英寸时，井眼影响可以不考虑，读数基本上反映侵入带电阻率。



微球型聚焦测井电极系图示

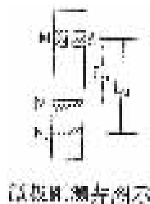
【微球形聚焦测井】 micro－spherical 使用装在极板上的球形聚焦电极系。在泥饼较厚条件下，仍能得到满意的冲洗带电阻率 R_{xo} 值，同时并不像邻近侧向测井那样要求有很大的侵入深度。因此，它的应用条件的范围较微侧向和邻近侧向都要宽。

【横向测井】 electric lateral curvelog 是研究垂直井壁方向不同深度电阻率变化的一种测井方法。它通常采用一组电极距不同的底部梯度电极系。由测量结果可以绘出电极距与视电阻率的关系曲线，近似地反映岩层电阻率沿井径方向的变化。把它同类似的理论曲线相比，在简单的情况下可以求得地层电阻率、泥浆侵入带电阻率和侵入带直径等。

【标准测井】 standard electric log 在一个地区所有的钻孔内以相同的测量技术条件测得的某些曲线，称为标准测井。可用来划分钻孔地质剖面和进行井与井间的地层对比。标准测井通常由 2.5 米底部梯度电极系，或 0.5 米电位电极系加 2.5 米底部梯度电极系测得的视电阻率曲线，同自然电位曲线和井径曲线组成。

【石灰岩电极系】 limestone sonde 为了从厚层灰岩中划分出薄的孔隙带（包括裂隙或溶洞）而设计的电极系，称为石灰电极系。它实际上是顶部梯度电极和底部梯度电极系的组合，具有梯电极系对近处反映灵敏的特点，又克服了梯度电极系曲线形状复杂和不对称的缺点。薄的孔隙带在石灰岩电极系曲线上呈现为对称的低阻异常。异常宽度为孔隙带的厚度加 2L。常用的电极距 L＝AO＝0.4 米、0.6 米和 0.81 米。MN＝0.1 米。在渗透性地层中，探测半径不超过一般泥浆侵入带深度，测得的视电阻率变化基本上反映泥浆侵入带电阻率变化。根据石灰岩电极系曲线，可以估计孔隙带的孔隙度。

【微极距测井】 它的电极系是普通电位电极系的变形。电极系装在一个绝缘棒上。供电电极（A）是一个半圆形的金属环，与半圆形的测量电极（M）在同一圆周上，另两个环形测量电极（N_1N_2）距 MA 为 L_1 和 L_2，供电电极（B）在地面。工作时，记录 M 与 N_t 和 M 与 N_2 的电位差。AMN_1 的探测范围较小，AMN_2 的探测范围较大。泥岩的电阻率较低并且井径扩大，用两个电极系测得的视电阻率差别不大或基本一致。在砂岩层上，由于冲洗带电阻率比泥浆电阻率大很多，则两电极系测得的视电阻率曲线将出现幅度差。另外，M 电极和 A 电极在同一个圆周上，等效电极距和电极系



系数都很小，对电阻率的变化反应敏感，可以清楚地划分薄层。微极距测井和微电极测井的结果在形式上有些相似，但是，微极距测井在高电阻非渗透性地层也出现幅度差，它无法划分出砂岩层中的钙质夹层，而造成确定有效厚度的误差。

【记录电流法测井】 monoelectrodelog 当供电线路内阻很小，供电电极在井内经过电阻率不同的岩层时，供电电流将随着电极的接地电阻变化而变化。接地电阻增大时，电流减小；反之增大。记录这个电流变化的方法称为记录电流法测井。它对电极附

近较低电阻率介质的变化反应灵敏。主要用来划分薄交互地层，如划分煤层的夹矸。它只能定性地分析岩层电阻率的变化。

【骨动接触法测井】 scrarcher electrode logging 原理与记录电流法相同，只是电极系采用沿井壁滑动的刷子电极。它用于金属矿钻孔。当电极与金属矿体接触时，电流突然增加。记录电流变化可以确定矿体界限。

【感应测井】 induction log 是利用交变电磁场研究岩层导电性的一种测井方法。当发射线圈 T 中通以交变电流时，在周围岩层中交变电磁场感应出与线圈同轴的涡流 I′。涡流引起的二次磁场在接收线圈 R 中引起二次感应电动势，其大小与涡流大小成正比，涡流的大小与岩层电导率成正比。于是记录接收线圈中二次感应电动势，可求得岩层的电导率。感应测井的优点是可以在不导电的油基泥浆或空气钻孔内测定岩层电阻率；感应电流方向平行水平岩层界面，围岩屏蔽影响小；选择适当的线圈系，可减小井内液体及上下围岩的影响。在多数情况下，可根据感应测井的视电导率曲线直接读出近似的岩层电阻率。


感应测井图示

【双感应测井】 dual induction log 是由探测深度不同的两条感应测井曲线构成的感应测井。探测深度较大的一条称为深感应测井，在一般情况下它应该主要反映地层的未侵入部分，另一条探测深度较浅的称为中感应测井。在用电法测井确定地层电阻率时，一般要遇到三个未知数，即侵入带电阻率、侵入带直径和地层电阻率。因此，为了准确求得地层电阻率，双感应测井通常还要配一条探测深度更浅的电阻率曲线（浅侧向、球形聚焦或短电位测井曲线）。双感应测井和浅三侧向组合时，称为双感应聚焦测井；和八侧向组合时称为双感应八侧向测井。当和球形聚焦结合时称双感应球形聚焦测井等。

【双感应聚焦测井】 dual inductionfocused log 是感应测井方法的一种，即双感应测井和浅三侧向测井两种测井方法的组合。

【双感应球形聚焦测井】 dual induction spherical focused log 是感应测井方法的一种，即双感应测井和球形聚焦测井两种方法的组合。

【双感应八侧向测井】 dual induction laterolog－8 是感应测井方法的一种，即双感应测井和八侧向测井两种方法的组合。

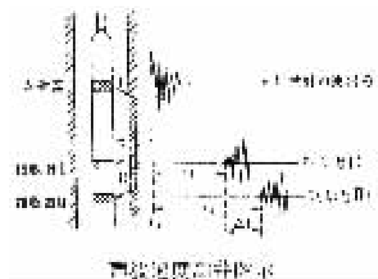
【感应电测井】 induction electricalsurvey，induction etectrolog 是深感应测井和短电位测井的一种组合。短电位测井是采用小电极距（AM）的电位电极系的一种电阻率法测井。它的主要特点是探测深度浅，常用来与其他探测深度较大的测井方法配合使用，以便较准确地求得地层电阻率。

【短电位测井】　见感应电测井。

【介电测井】　dielectric log　利用岩石介电常数（ε）的不同来区别岩层的测井方法。油和多数造岩矿物的介电常数不超过 2—10；水的介电常数 $\varepsilon_{水}=80$。因此，岩层的总介电常数在很大程度上取决于单位体积中水的含量。介电测井仪中的振荡线圈发射高频电磁波，在周围的岩石中感应出二次涡流。感应电流的传导分量与介质的导电性成正比；感应电流的位移分量与岩石的介电常数成正比。介电测井就是测量二次涡流的位移电流分量。岩石的介电性质只有在高频交变电场下才能清楚地表现出来，所以，介电测井采用高频。（频率选择在 10 兆—50 兆赫最为合适。）由于岩石的介电常数随岩石中含水量的增高而明显地增加，所以可利用介电测井方法区分含油和含水层。

【自然电位测井】　selfpotential，spontaneous potential log　是沿井身测量岩层或矿体在天然条件下产生的电场电位变化的一种测井方法。在一些电子导电矿体或岩层上（如金属硫化物矿体、无烟煤及碳质页岩），可观测到由氧化还原电动势产生的自然电场；在离子导电岩层上，可观测到主要由扩散吸附电动势产生的自然电场。泥岩和砂岩的扩散吸附性质有明显的差别。在石油及水文地质钻孔中，应用自然电位测井曲线可以划分出渗透性地层。

【声波速度测井】　sonic log，velocity log，acoustic log　是在钻孔中通过研究岩层中声波传播速度来确定岩层性质的一种测井方法。通常使用的声波速度测井仪包括一个声波发生器（T）和两个接收器（R_1、R_2）。记录的参数是声波到达两个接收器的时间差（Δt），即声波在两个接收器之间岩层中传播所需要的时间。实际上，它是一个时间测量系统。声波在岩层中传播的速度，由岩石的弹性、密度以及孔隙中流体的性质等决定。声波速度测井，可用来划分岩性、确定油气贮集层的孔隙度和划分气层。还可以提供地震勘探必需的速度资料。

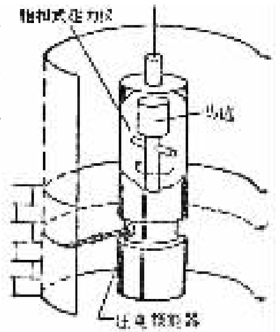


【声波幅度测井】　amplitude log　是在钻孔中通过测定声波传播过程中幅度的衰减来研究周围介质特点的方法。目前，声波幅度测井有两种；一种是在下套管的钻孔中研究水泥固井质量，这种声波幅度测井是水泥胶结测井的重要方法之一，常叫水泥胶结测井。当固井质量良好时，声波能量通过水泥环传到岩层中，声波幅度衰减大；反之，

声波幅度衰减小；另一种，是在裸眼井中研究岩层的贮集性和孔隙中液体的性质，其中有变密度测井，裂缝测井等方法。

【水泥胶结测井】 cement bond log 是检查套管井中水泥固井质量的测井方法。它包括有*声波幅度测井、温度测井和 γ—γ 测井等。温度测井和 γ—γ 测井，只能测出水泥上返的高度，无法确定水泥是否与套管已经粘结在一起。目前所说的水泥胶结测井，主要是指声波幅度测井。

【声波电视测井】 borehole acoustic televiewing 利用感光照像或普通电视设备研究钻孔时，需要用清水或气体替换钻井泥浆。利用声波电视测井，则可以在任何不含气的均匀液体，如水、泥浆、原油中进行测量。声波电视测井仪的简单工作原得如图所示。由换能器每秒发出 2000 次高频声（约 2 兆周）。换能器以恒速转动，当转到磁北方向的瞬间，地磁仪产生一指北讯号，以控制示波器的水平扫描。由于仪器一方面转动，一方面又提升，就把大部分井壁螺旋式地都探测到。声脉冲在井壁上产生的反射声波又回到仪器，被换能器转变成电讯号送到地面。反射脉冲的强弱，与井壁的物理性质有关。在地面，由指北脉冲、反射讯号和深度讯号组成完整的连续声波电视测井图，犹如钻孔沿磁北方向垂直劈开而展开的一个平面。声波电视测井可以详细研究岩层裂缝的性质和大小、岩性变化，以及检查套管破裂和确定钻孔平均井径等。确定裂隙方位对于研究局部构造和区域构造也有重要意义。



声波电视测井图示

【裂缝测井】 fracture log 是声波幅度测井方法的一种。它同时记录纵波和横波的幅度。在岩层中没有裂缝时，声波幅度很大；经过裂缝带时，幅度衰减 10—20 倍。纵波在垂直的和高角度的裂缝中衰减较大，而横波对水平的和低角度的裂缝比较敏感，并且在裂缝带横波推迟到达。由于碳酸盐和硬砂岩中裂缝发育，所以裂缝测井常用于这类地层。

【放射性测井】 radioactivity log 指在钻孔中利用岩石天然放射性、γ 射线与物质的相互作用，以及中子与物质的相互作用等一系列效应，来研究岩层性质和检查井内技术情况的一组测井方法。放射性测井包括有：自然 γ 测井；γ—γ 测井；中子测井（包括使用恒定中子源的中子—γ，测井、中子—中子测井，和使用脉冲中子源的中子—γ 测井和中子—中子测井）；对天然或人工射线作能谱分析的能谱测井、同位素测井、x 射线荧光测井等。放射性测井所利用的物理性质不受温度、压力、化学性质等影响，并且多数方法可以在下了套管的钻孔中进行测井，这对于下了套管的石油钻孔是非常重要的。

【自然伽马测井】 gamma－ray log **是沿井身测量岩层的天然γ射线强度的方法。岩石一般都含有不同数量的放射性元素，并且不断地放出射线。例如，在火成岩中，愈近酸性，放射性强度愈大；在沉积岩中含泥质愈多，其放射性愈强。利用这些规律，根据自然γ测井结果就有可能划分出钻孔的地质剖面、确定砂泥岩剖面中砂岩泥质含量和定性地判断岩层的渗透性。自然γ测井的一个直接用途是用来找出放射性矿产（铀、钍等），以及具有放射性的其它矿产，如钾盐。**

【伽马—伽马测井】 gamma－gamma log **又称“散射γ测井”或“密度测井”。用附有γ源的控制装置，在井中探测经岩层散射后的γ射线强度，从而根据岩层密度划分钻孔剖面的方法。γ射线穿过物质时，能量的减小或被吸收，与光电效应、康普顿－吴有训效应、电子对效应等三种效应有关。对于中等能量的γ射线，在岩石中能量的衰减主要是由康普顿－吴有训效应引起的。康普顿，吴有训效应吸收能量的多少和介质单位体积中的电子数目有关，因而也就和介质的密度有关。γ－γ测井是划分煤层、划分致密岩层中的裂隙带及破碎带，以及研究渗透性岩层的孔隙度的有效方法。**

【散射伽马测井】 scattered gamrna－ray log **即“伽马－伽马测井”。**

【密度测井】 density log **即“伽马－伽马测井。”**

【选择伽马－伽马测井】 selective **?** gamma－gamma IOg **低能量的γ射线在介质中传播时，能量的衰减主要由光电效应造成，并且随介质原子序数的增加，光电效应的作用愈显著。因此，在进行*γ－γ测井时，如果使用低能量的γ源和采用对低能量γ射线灵敏的接收装置，则其测量结果将主要决定于介质中大原子序数物质的含量。因此，可用来探测岩石中少量重金属矿物的含量。为了和一般γ－γ测井相区别，这种方法称为选择γ－γ测井。**

【伽马—中子测井】 gamma－neu－troll IOg **在钻孔中记录由γ源照射岩石所引起的光中子密度的方法，叫做γ—中子测井法。其井下仪器结构与γ－γ测井法相似，只是把接收器中的γ计数管改成中子计数管。目前，中子测井主要用来研究铍矿。参见放射性勘探甲—中子法。**

【中子—中子测井】 neutron－neutron log **通常是指使用恒定中子源的中子－中子测井。测井时，中子源随井下仪器放入钻孔中，由中子源放出的快中子经过一系列碰撞而减弱到热能状态，再经过一定距离的扩散，最后被吸收。因此，中子在空间的分布是和物质的减速性质及吸收性质有关。中子－中子测井就是通过测量源附近中子分布状态来研究岩层减速性质或吸收性质的方法。由于氢，对中子具有特别大的减速能力，所以岩石的减速性质主要由岩层中含氢量的多少决定。因而在不含结晶水的渗透性岩层中，岩层的减速性质主要和孔隙度有关。岩层的吸收性质主要由岩层中某些吸收能力特别强**

的元素所决定，例如氯、硼等。测定超热中子的空间分布时称为中子－超热中子测井。测量热中子的空间分布时称为中子—热中子测井。前者基本不受吸收性质的影响。中子—中子测井可以用来寻找具有特殊中子性质的矿产（如硼）和研究岩层的孔隙度，以及根据氯的含量区别油水层。

【中子－超热中子测井】 neutron－epithermal neutron log 中子－中子测井方法的一种，是指测定超热中子的空间分布的测井方法。详见“中子－中子测井”。

【中子—热中子测井】 neutron－ther－mai neutron log 中子－中子测井方法的一种。是测定热中子的空间分布的。详见“中子－中子测井”。

【井壁中子测井】 sidewall neutronlog 中子测井的一种方法，因为它通常探测的是超热中子，故又叫井壁超热中子测井。下井仪器采用贴井壁装置，把中子源和探测器贴在井壁上，使井眼尺寸与形状、泥浆类型、温度和泥浆矿化度等的影响大大减小。由仪器面板可以直接输出经过并眼校正的孔隙度值，使解释大为简化。它不能用于套管井，在裂隙或破碎地层中应用有时效果较差。

【补偿中子测井】 compensated neu－tron log 是克服井眼不规则变化影响的一种中子测井方法，它同时记录源距不同的两条中子曲线，用来在裸眼井或套管井中求孔隙度。孔隙度是根据长源距和短源距中子测井读数的比值求出的，这个计算过程由仪器自动完成。

【中子－伽马测井】 neutron－gamma log 中子－伽马测井的原理与中子－中子测井法相似。区别在于中子－γ 法不是测定中子的空间分布，而是测量热中子被组成岩石的原子核俘获后放出的二次 γ 射线。显然，二次 γ 射线的强度是受热中子的空间分布所控制。因此中子－γ 法测井也可以用来寻找某些中子特性特殊的矿产和研究岩层的孔隙度，以及根据氯的含量区别油水层。在含泥质岩层中，利用中子－γ 法研究孔隙度常常受到吸附水的干扰而得不到好的效果。因此在一些以砂泥岩为主的地区，主要利用中子－γ 法发现气层和与套管接箍曲线同时测量进行射孔定位。

【中子寿命测井】 neutron life time log 是通过测定脉冲中子源造成的热中子空间分布随时间的变化，来研究岩层吸收性质的方法。它可以直接测定热中子密度的变化，也可以测定原子核俘获热中子放出的二次 γ 射线强度的变化，间接地了解热中子密度变化。因为中子源是脉冲状态工作的，热中子密度在空间不能达到一个稳定的数值，而是按指数衰减的。通常选择的测量开始时间是在中子已经基本上都减速成热中子之后，所以测得的热中子密度和随时间的衰减，基本上是由岩层的吸收性质，即热中子的平均寿命 γ（指热中子从产生到被吸收时所经过的平均时间，即全部热中子衰减掉63.7％的时间）所决定，与其它参数关系不大，这是中子寿命测井的一个重要优点。而

在使用恒定中子源时，热中子的空间分布是受多种因素所影响。因油气层和含盐量高的水层的含氯量差别很大，而氯对热中子有特殊的俘获能力，所以中子寿命测井是划分油水层的重要方法。在地层水矿化度、岩层孔隙度和泥质含量已知的情况下，甚至以算出储集层的含油、水饱和度。测井时，通常不是在一点上测出整条中子密度衰减曲线，而是沿井身连续地测出在中子脉冲之后某两个或三个时间的热中子密度。然后算出俘获截面或中子寿命。

【能谱测井】 energy spectrum log spectral logging 在进行放射性测井时，利用单道或多道能谱仪记录某一能量范围或若干能量范围内射线强度的方法统称为能谱测井。因为不同元素在核反应过程中放出的射线能量是不同的，对某一种元素来说它放出的射线能量是一定的，所以能谱测井比一般放射性测井有更高的分辨能力。研究γ射线能谱的测井方法叫做γ能谱测井，其中有自然γ能谱测井；散射γ能谱测井；中子—γ能谱测井；快中子非弹性散射γ能谱测井，中子活化能谱测井等。研究中子能谱的测井方法，叫做中子能谱测井。

【碳氧比测井】 carbon/oxygen ralog 利用能谱测井仪测量由高能中子与岩石中碳和氧原子核发生非弹性散射而造成的伽□射线，以确定岩石中碳与氧的含量的测井方法。在测井中如得到高的含碳量，说明岩层中可能含碳氢化合物。由于在各类沉积岩骨架中氧的含量都基本相同，大约为50%，在孔隙内氧只含在水里而不含在油中。因此根据碳测井与氧测井组合的碳氧比测井，可以区分含油层和含水层。如果碳氧比测井配合硅测井和钙测井，则可以区别碳氧比的增高是由于岩性还是由于油气因素造成的，使结果更加可靠。

【碳测井】 carbon log 利用能谱测井仪测量由高能中子与岩石中碳原子校发生非弹性散射造成的伽马射线，以确定岩石中碳含量的测井方法，见碳氧比测井。

【氧测井】 oxygen log 利用能谱测井仪测量由高能中子与岩石中氧原子核发生非弹性散射而造成的伽马射线，来确定岩石中氧的含量的测井方法。详见碳氧比测井。

【活化测井】 activation log 利用放射源照射岩石，使某些稳定的元素变成放射性同位素，称为活化。通过研究活化产生的放射性同位素的放射性强度、能量及半衰期等，可以知道被活化元素的存在和数量，这种方法叫做活化法，或活化分析。在钻孔中进行活化分析，称为活化测井。根据所利用的射线源不同，有中子活化法和γ活比法。活化测井的应用范围很广，例如，利用中子活化测井，根据氯和钠可以确定油水界面，在金属矿钻孔中，可以用中子活化测井和γ活化测井分别研究铜、锰、钴、金和锆等。

【同位素测井】 radioisotope log 又称“放射性示踪测井”。在钻孔中，利用放射性同位素做为示踪原子，以达到划分渗透性地层、研究地下水运动特点和油层动态，检查钻孔技术情况和水力压裂效果等一整套方法，统称为放射性同位素测井。随着原子能工业的发展，在测井中可以使用的放射性同位素种类不断增多，应用范围也在不断扩大。正确选择所使用的同位素是同位素测井取得良好效果的重要前提。

【放射性示踪测井】 radioactive tracer log 即“同位素测井”。

【核磁测井】 nuclear magnetism log 原子核具有角动量和磁矩，它总是像陀螺一样旋转着，并且具有磁性。在外磁场的作用下，元素的原子核磁矩将按磁场的方向定向。当外磁场去掉后，原子核将围绕地磁场方向产生旋进，并逐渐回到平衡位置。物质的磁极化强度及附加外磁场去掉后极化消失的快慢，与组成物质的原子核性质和存在状态有关。由于氢原子核具有足够大的自旋磁矩，而其他原子核的磁矩则很微弱，因此，在钻孔中观察到的核磁效应主要和岩层含氢液体的存在有关。核磁测井就是通过观察极化磁场去掉后，氢原子核向平衡位，置恢复过程中，旋进产生的交变磁场，在接收线圈中引起的电动势变化来研究钻孔所穿过的岩层性质的方法。核磁测井测量两条曲线，一条是沿井身测量附加磁场去掉时的讯号幅度。它与自由状态的液体数量，即有效孔隙度成比例，所以也叫做自由液体指数曲线。另一条是在某一点上测量讯号随时间的衰减性质。它与岩石中液体成分和物理性质有关。根据这条曲线可以判断油、水。在岩石中含有磁性矿物时，讯号大大减弱。当含量超过 65 微克/克时，讯号将消失。也就是说，核磁测井在这类地层中不能使用。

【自由液体指数测井】 free fluidindex log 是测定岩石中自由液体百分含量的核磁测井方法。它反映地层有效孔隙度。

【热测井】 thermal log 又称“温度测井”。是根据钻孔内温度随深度变化的规律来研究地质构造、岩层性质、寻找有用矿产以及检查钻孔技术状况的测井方法。它包括研究地温梯度；利用天然气层被钻穿时气体膨胀的吸热效应寻找天然气层；利用热水层的温度异常寻找热水层；根据水泥胶结时的散热效应检查石油钻孔的固井质量以及确定漏水层位置等。测量井温的仪器称为井温仪。

【温度测井】 temperature log 即“热测井”。

【气测井】 mud logging 是通过分析泥浆中烃类和其它天然气的含量、组份，寻找和发现油气藏的一种测井方法。气测井主要包括脱气和对气体分析两项工作。天然状态下的油、气层和某些水层都含有天然气体，它们在数量上和组份上都有差别。如油层气体的重烃含量高于气层中的重烃含量，并且含有某些大分子的烃类蒸气。气体分析包括分析含量和组份两项内容。早期的气测井仪，是利用烷烃类气体的可燃性，用燃烧法

分析可燃气体含量。现在用的自动色谱气测井仪是利用色谱法将脱出的气体分离，然后送入氢焰离子化鉴定器或热导鉴定器分析烃类气体及非烃类气体的含量和组份。它的优点是灵敏度高、线性范围宽以及自动化程度高。因为气测井是在钻井过程中测定循环泥浆中是否含有烃类，所以也叫做泥浆测井。

【井液电阻测井】 指在井中测量泥浆电阻率的方法，它可以使用专门的井下流体电阻率仪在井中测量泥浆电阻率，也可以使用收拢的微电极系在井内测量泥浆电阻率。

【随钻测井】 well logging while drilling 指在钻进过程中，不断测出钻孔技术情况和所钻穿岩层的性质的方法。这种方法是将测井仪器随钻具下到井内，在钻进的同时不断把测得的讯号用矛线电或泥浆压力脉冲等方式发送到地面。

【生产测井】 production log 指在生产井或注水（气）井中进行的地球物理测井。它使用小直径的测井仪器通过油管下到井中。生产测井的主要任务包括测量流量、流体密度、压力、含水量、温度以及检查油管和套管的腐蚀情况等。

【重力测井】 gravity log 指在钻孔内进行的重力测量。根据理论计算：在井中重力垂直梯度$\frac{dg(\gamma)}{d\gamma}$由下式表示：$\frac{dg(\gamma)}{d\gamma}=-\frac{2g_0(\gamma)}{\gamma}+4\pi F\delta$ 式中$\frac{2g_0(\gamma)}{\gamma}$是地球正常重力场的垂直梯度，近似为一常数，约为 3.08×10^{-6} CGS 单位；F 是万有引力常数，在 CGS 单位制中为 6.67×10^{-8}；δ 是厚度为 dγ 的岩层的平均密度，因此，如能准确测定$\frac{dg(\gamma)}{d\gamma}$上，则按上式可以求出相应岩层的平均密度 δ。确定 δ 的精度由重力仪的测量精度和测量间距 dγ 所决定。例如，在相距 10 米的两点测量 g 值，当测量精度为 0. 01 毫伽时，则求得的岩层密度的精度可达 1%。间距加大时，平均密度的精度还可提高。根据重力测井资料可以发现钻井附近的密度异常体，同时对于解释地面重力异常和地震勘探结果也有一定意义。

【水文测井】 hydrogeological log—ging 在钻孔中研究地下水特点的各种物探方法统称为水文测井。它的任务包括：①划分含水层与隔水层，并确定其深度和厚度；②确定含水层的孔隙度和渗透率，并估计其涌水量；③研究地层水矿化度；④研究地下水的流动方向和速度，等等。根据任务不同，可以单独或综合应用电阻率法测井、自然电位测井、放射性测井和声波测井等。例如，利用电阻率法测井划分含水层与隔水层，利用自然电位测井研究地层水矿化度，利用充电法或同位素法研究地下水流速流向，通过测量井中盐化泥浆的电阻率变化确定涌水量（一般称扩散法）等。水文测井对于寻找农田用水和解决矿区水文地质问题都有一定意义。

【金属测井】 mining logging 是金属矿井中物探方法的简称。金属测井与地质钻探合理地配合，可以查明钻井剖面上的地层，确定其位置和厚度，寻找盲矿体，确定其空间位置和产状；在有利条件下，可对比多口井的钻井剖面，为研究、对比区域地质提供资料。

【井中三分量磁测】 tri－componentmagnetic survey in bore hole，bore－hole tri－component magnetometry 是根据岩石、矿石的磁性差异，在钻孔中寻找盲矿体的一种物探方法。它的特点是可以同时测得磁场的三个互相垂直分量：ΔZ、ΔX、ΔY。它既能测得磁场的大小，又能确定磁场的方向，比只测 ΔZ 分量的井中单分量磁测有更好的地质效果。井中磁测除了寻找盲矿体、确定矿体的空间位置外，还能划分磁性岩层的界面。

【磁化率测井】 magnetic suscepti－bility log 是在井中直接测量岩石、矿石磁化率的方法。磁化率测井仪的灵敏元件是一个带有铁芯的螺线管。在螺线管中通有400—1000 周/秒的低频交流电，周围岩石与铁芯构成闭合磁通回路。岩石磁化率的变化将引起交变磁通的变化，使得线圈自感量发生变化，从而改变了螺线管的感抗。测量仪器是一个电桥，螺线管构成电桥的一个臂，可以直接测出磁化率的大小。由于磁化率与铁矿石的含量有一定关系，所以磁化率测井有可能直接确定铁矿石品位。

【井中激发极化法】 induced pola－rization＃meihod in bore hole 是在钻孔中应用的激发极化法。它的原理和地面激发极化法相同。工作时，供电电极或测量电极放在井中，使用与地面激发极化法相同的仪器设备进行观测，所得记录反映与岩石、矿石极化率有关的一些参数。井中激发极化法的优点是：供电电极或测量电极接近矿体，加大了勘探深度和范围。根据供电电极和测量电极相对位置不同，井中激发极化法的工作方式可分为：地面—井中方式，井中—地面方式、井中—井中方式。另外，将供电电极和测量电极按一定方式排列组成电极系，放在一个钻孔中进行观测（即激发极化测井）也应属于这一类。

【地面－井中方式】 sarface－boreholevarlant 井中激发极化法工作方式之一。工作时将供电电极布置在地面上，测量电极放在钻孔中。沿钻孔移动测量电极进行观测。供电电极 A、B 可以相对钻孔，对称布置，也可以将 A 电极距钻孔某一距离布置、而 B 电极放在“无穷远”处。改变供电电极相对钻孔的方位，可以确定井旁盲矿体相对于钻孔的位置。

【井中－地面方式】 borehole－surface variant 井中激发极化法工作方式之一。工作时将供电电极 A 放在井中某一深度上，电极 B 放在地面“无穷远”处，测量电极在地面沿测线进行观测。

【井中－井中方式】 borehole－bore－hole variant 井中激发极化法工作方式之

一。工作时将供电电极 A 放在钻孔中的某一深度上，B 电极放在地面“无穷远”处，测量电极放在另一个钻孔中并沿钻孔进行观测。

【井中无线电波透视法】 是利用电学性质不同的岩石矿石对电磁波吸收能力不同的物理特性找矿的一种井中物探方法。电磁波在岩石或矿体中传播时，会逐渐地被吸收。岩石、矿石吸收电磁波能量的能力主要取决于它的介电常数（ε）、导磁率（μ）和电导率（σ）。在目前透视法所使用的频率范围内，电导率（σ）起主要作用。所以，在电磁波传播过程中，如遇到高电导率的岩矿体，能量会被大量吸收。在良导电体的另一侧观测时，电磁场将明显减弱，即出现所谓的“阴影”异常。无线电波透视法就是根据阴影的出现来解释、推断高电导率矿体的存在来找矿的。按照工作方式不同，分为井间透视、坑道透视和井地透视等方式。无论哪一种工作方式，都是采用高频发射机发射电磁波，在一定的距离上用高灵敏度的接收机测量电磁场能量。透视的距离与介质的电磁性质和无线电波频率有关。频率越高，良导体的吸收作用越强，穿透距离越短。通常采用的频率是 0.5—10 兆周/秒，有的高达 20 兆周/秒。在条件好的地区也有用 40—50 兆周/秒的高频。这种方法在条件合适地区透视距离可达数百米。井中无线电波透视法在寻找矽卡岩型铜矿、探测溶洞以及在煤田和工程地质中都取得了良好的效果。

【电极电位法测井】 electrode potential logging 是利用刷子电极沿钻孔测定电子导电矿层与井液接触时，所产生的电极电位来划分矿层、研究矿层结构的测井方法。刷子电极系是由沿井壁滑动的刷子电极和与其上下对称分布的比较电极组成。当刷子电极与非电子导体接触时，测得接近“零电位差”曲线。当刷子与电子导体接触时，刷子与导体等电位，会测得突然变化的电子导体与比较电极之间的电极电位差曲线。这种方法的特点是线路简单，不需要供电，曲线突变明显。

【井下电视】 borehole televiewer（BHTV） 通过用电视摄象机沿井孔扫描，在地面的电视荧光屏上监视井管变化情况的一种方法。在各开采水井中由于年深日久，井孔会发生破裂或由于滤水管长期沉积了钙质堵塞，影响水井的正常使用而致报废。利用井下电视可以及时、准确地发现破损或危害部位及其原因，以便及时采取措施。对于清水的基岩孔，也可以通过电视观察井壁的岩性、裂隙、解理等情况；也可以发现被钻探遗漏的薄层、夹层、以补充岩心的不足。井下电视与普通的工业监视电视是一样的，只是其摄象部分体积较小，能放于井中，有小巧的照明光源和足够的耐压与绝缘性能，以免井水压力与潮湿的影响。井下电视是感光的，只能在清水孔中应用，对于泥浆钻孔则要使用井下声波电视。

【声波测井】 acoustic log 是利用声波在介质中传播特点的各种测井方法的总称。目前在测井中运用的声波基本特点包括纵波速度、横波速度、振幅等。它们由岩石骨架和孔隙中流体的弹性、密度等物理参数所决定，而这些参数和岩石结构、孔隙的大

小、裂隙的方向、饱和流体的种类和岩石的机械强度等一系列地质因素密切相关。因此，有可能采用不同形式的声波测井方法，解决各种地质问题。以研究声波纵波特征为基础的声波速度测井和声波幅度测井，以及声波电视测井，目前已得到广泛应用。以研究声波横波速度和幅度为基础的一些方法，正处于研究和完善阶段。声波中所包含的其他有用信息还远没有充分利用。

【氯测井】 chlorine log 以测量地层中的氯原子俘获热中子而产生的伽马射线为基础的测井方法称为氯测井。因为氯是地层水中所溶解盐分的主要元素，所以利用氯测井可以帮助划分油水界面和油水层。地层水的矿化度愈高，即含氯量愈高，这个方法的效果愈好。

【地层倾角测井】 dip log 是利用地层倾角测井仪在井中测量地层倾角的大小和方位角的方法。根据测得的数据，可以计算出井内各点的地层产状。这些资料对于研究地质构造、沉积环境，以及找出油气聚集的最有利部位等是一项重要的参数。参见地层倾角测井仪。

【窗宽】 window length 又称“窗长”或“对比长度”，是指处理地层倾角资料时，为了从对比的曲线上求得地层界面与井眼相交四点（或三点）的高程差，从对比曲线上取出作相关对比用的曲线长度。根据任务不同，对比长度也不同，在研究大的构造时，对比长度取得长些，如3—10米。在研究油藏构造时，对比长度取得小些，一般在一米以下。

【窗长】 window length 即“窗宽”。

【步长】 step length 在处理地层倾角测井资料时，当对一个窗宽进行相关对比之后，要移到下一个窗宽，这个移动的距离就叫做步长。常用的步长为窗宽的50%，即相邻的两个窗宽有50%的重叠。

【探索间隔】 search length 在处理地层倾角测井资料时，一条曲线以一定的窗宽与另一条曲线对比时，所能移动的最大间隔，就叫做探索间隔。它可以根据本地区预计的最大地层倾角和井径确定出。

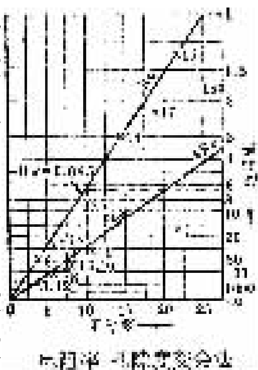
【双矿物法】 dual mineral method 是根据声波、密度和中子三种测井来确定岩性与孔隙度的一种解释方法。在饱含液体不含泥质的地层中，首先假定岩石骨架是由石英、白云石、方解石，硬石膏等四种矿物中任意两种的混合物所组成。然后利用中子和密度测井求出孔隙度ϕ_{ND}和视骨架密度$(\rho_{ma})_{app}$，利用$(\rho_{ma})_{app}$求出岩石骨架的声波时差Δt_{ma}，根据声波测井的时差Δt和Δt_{ma}求出声波测井孔隙度ϕ_S。将ϕ_S与ϕ_{ND}对比，如果相等，说明岩石骨架岩性选择正确，可进一步根据$(\rho_{ma})_{app}$值推断出骨架中的矿物比例。如果ϕ_S与ϕ_{ND}不等，则认为骨架岩性选择不正确，或存在次生孔隙度。这时，应把矿物的各种组合方式都试做一下，以求得正确的组合。对于饱含液体不含泥质的地层，

用这种方法可获得定量的结果。如果地层含泥质，则事先应对测井读数进行校正。尽管这种方法是以双矿物混合物为依据，但对石英、方解石、白云石和硬石膏等四种矿物的任意组合，仍然能够求得较准确的孔隙度值，特别是有次生孔隙存在时，也能取得较好的结果。

【三孔隙度组合法】 tri—porosity method 是根据声波、密度和中子三种测井来确定岩性及孔隙度的一种解释方法。如假设岩石的有效骨架参数（密度、声波时差和中子孔隙度）是组成岩石的各种矿物的相应参数的线性组合，则根据三种测井结果和物质平衡方程（指各矿物的体积与孔隙度之和为一个单位），可以求得孔隙度和三种矿物的相对体积。对于不同的井段，矿物组合方式很多，因而必须反复试算，以求出最合适的解答。

【重叠法】 overlay 是目前广泛采用的一种测井曲线解释技术。它是把两条或多条相同刻度的不同测井曲线（如声波孔隙度曲线和电阻率导出的孔隙度曲线）进行重叠，这时曲线会出现幅度偏差。根据这一现象可以直观地发现含油气层位和油气的可动性。这种方法称为重叠法。

【交会图法】 crossplot 是一种测井资料的解释技术。它把两种测井数据在于面图上交会，根据交会点的座标定出所求参数的数值或范围。这是确定岩性、孔隙度和含油气饱和度时，广泛采用的一种方法。例如，电阻率测井求得的电阻率与孔隙度测井测得的孔隙度的交会图，可以求出含油饱和度；中子测井孔隙度与密度测井隙度的交会图可以判断岩性，等等。



【扩散法】 diffusion method 是利用盐化井液矿化度的改变，所引起电阻率的变化来确定井下地层含水情况的方法。井液盐化后，由于地下水从含水层不断渗出，使井液淡化，其电阻率变大，不同时间以并液电阻计或电导仪测定井液的电阻率或电导率，即可确定含水层的位置，了解含水层间的补给关系以及估计含水层出水量的大小。

【提捞法】 原理同扩散法。只是通过抽水，加速地下水的渗出，加快井液的淡化。每隔一段时间以井液电阻计电导仪测量高矿化水液面的移动情况和变淡速度，从而确定含水层的位置，判别抽水时的有效带及井中各层地下水的补给关系。

【注入法】 injection method 是通过向井内注入与井液有不同电阻率的液体，并观察两种液体界面移动情况，从而了解含水层位置的方法。当井液盐化后，句井内注淡水。已盐化的高矿化液柱，便向含水层渗透与移动，每隔一段时间用井液电阻计或电导仪测量高矿化液面的移动情况，了解盐化水的变淡速度。由于含水层下的盐化井液不移动，从而很容易确定含水层下界面的位置，对于出水量大的含水层，注入法可以取得明

显的效果，不但能准确地判定裂隙水和溶洞水含水层，条件有利时，还能估计水量的大小。

【趋肤效应校正】 skin effect corr－ection 又称传播效应校正，是感应测井中为消除趋肤效应而进行的一种校正。感应测井发射线圈在岩层中感应出的涡流强度和岩层的导电性有关。当岩层的电导率很高时，由于涡流之间的相互影响，使得感应测井仪记录的电导率讯号大大减弱。这个现象称为趋肤效应。几何因子理论是在忽略趋肤效应影响的条件下建立起来的。为此，根据几何因子理论解释感应测井曲线时，要进行趋肤效应校正。

【几何因子】 geometric factor 是表征空间各部分介质对测量结果相对影响大小的一个参数。在分析感应测井线圈系和侧向测井电极系特性时，为了说明空间不同部位介质对测量结果影响的相对大小，引入了“几何因子”这个概念。感应测井仪在某一点测得的视电导率，可以近似地看作是空间各部分介质的几何因子与相应部分的电导率乘积之和。侧向测井仪测得的视电阻率，可以看作是主电流片所穿过的各部分介质的几何因子与相应部分的电阻率乘积之和。另外，在感应测井中，随着对空间介质的分割方式不同，又有纵向几何因子和径向几何因子之分，分别说明仪器轴线方向和垂直于仪器轴线方向介质的影响特点。

【扩散吸附电动势】 diffusion－mem－brane e. m. f. 是产生自然电位的原因之一。当钻孔内的泥浆矿化度与地层水的矿化度不同时，溶液中的离子将由高矿化度溶液向低矿化度溶液扩散产生两种电动势：在纯砂岩地层中由于离子扩散速度不同，在地层与井间形成扩散电动势；在泥岩层中由于泥质颗粒对负离子选择性吸附作用，在地层与井间形成吸附电动势。当纯砂岩与泥岩相接触时，由于这两个电动势的作用将引起自然电流并在井内造成电位降，所以自然电位是相对变化的，它是扩散电动势和吸附电动势综合影响的结果，故称为扩散吸附电动势，当砂岩层中含有泥质和泥岩中含有相当数量的砂质时，也会由扩散吸附电动势形成自然电位。

【静自然电位】 static SP 对应于纯砂岩层的自然电位曲线，当其偏移幅度等于总电动势时的自然电位叫静自然电位。一般情况下，自然电位曲线的变化幅度只代表自然电流在井内造成的电位降，它是总电位降的一部分。但是，当地层厚度比较大时岩层中的电位降将很小，使得井中的电位降接近于总电动势，如同用绝缘板将自然电流切断时在泥浆中观测到的电位差。对于均匀含泥质地层求得的静自然电位则称为假静自然电位。

【假静自然电位】 pseudostatic S. P. 见“静自然电位”。

【自然电位减小系数】 S. P. reduc－iton facior 假静自然电位与静自然电位之比值，称为自然电位减小系数，它可反映地层含泥质情况。

【伽马源】 gamma—ray source 进行γ—γ测井、γ—中子测井和γ活化法测井时使用的γ射线源，简称γ源。它由人工或天然放射性同位素制成。目前，γ—测井经常使用的有钴（CO^{60}）源，铯（Cs^{137}）源，也有使用锌（Zn^{65}）源的。在作选择γ—γ测井时，使用低能量的γ射线源，如汞源（Hg^{203}）和铈源（Ce^{141}）等，γ—中子法使用锑（Sb^{124}）等作为射线源。

【电子密度指数】 electron densityindex 密度测井中反映地层的电子密度公式中的乘积项 $\delta\left(\frac{2\overline{Z}}{\overline{A}}\right)$叫做电子密度指数。电子密度

$$\Pi_1 = N_0\ \frac{\overline{Z}}{\overline{A}}\delta。$$

（N_0 为阿佛加德罗常数；δ为物质密度，Z为等效原子量。）$\left(\frac{\overline{Z}}{\overline{A}}\right)$。$\delta\left(\frac{2\overline{Z}}{\overline{A}}\right)$为电子量。）$\frac{\overline{Z}}{\overline{A}}$一般在$\frac{1}{2}$左右变化，通常把上式改写为：

$\Pi_1 = \frac{N_0}{2}\delta\left(\frac{2\overline{Z}}{\overline{A}}\right)$。$\delta\left(\frac{2\overline{Z}}{\overline{A}}\right)$为电子密度指数。电子密度指数接近于物质的体积密度。

【测井中子源】 neutron Soirce 进行中子测井时使用的中子源有两种：一种是由产生。射线的物质与铍混合而制成，它利用的核反应是${}_4Be^9$（α·n)${}_6C^{12}$一种是由中子管制成的人工中子源。中子管是一个小型离子加速器，使氘（D^2）离子加速到一定能量去轰击氚（H^3）靶，利用 H^3（d·n）He^4 反应而产出高能中子，因为人工中子源的工作状态可以控制，产生的中子能量大和能谱简单，所以对于安全生产、提高效率和为创造新的方法提供了条件。

【挖掘效应】 excavation effect 是解释中子测井曲线时的一种改正。对于含气地层，气体部分所造成的含氢指数的降低，与气体部分被岩石骨架代替是不一样的。因为岩石骨架本身具有对中子的减速、吸收等作用。计算表明，二者之间是有差异的，这个差异 称为“挖掘”效应。对于含气地层如 不考虑“挖掘”效应，则求得的孔隙 度值将偏低，求得的冲洗带和度将 偏高。

【微观有效载面】 microscopic effective rcoss section 为了定量地描述中子与原子核之间的反应，引入了核反应有效截面的概念。对于单个核的“有效截面”称为微观有效截面，表达式为：$\sigma = \frac{C}{N \cdot I}$（I为1平方厘米面积上入射的中子数；N为垂直于中子流方向上每平方厘米中的原子数；C是每平方厘米上在同一时间发生的核反应数。）可以看出，σ是每一靶核上每入射一个中子所发生核反应的平均数。σ的因次是平方厘米，所以σ也可以看作是每一个核发生某种核反应的“有效截面”。

【宏观有效截面】 macroscopic of fective cross section 为了定量地描述中子与原

子核之间的反应，引入了核反应有效截面的概念。对于每立方厘米中核的总截面（$\sum$）称为宏观有效截面。其表示式为$\sum = N\sigma$。（N 为每立方厘米中的原子核数，σ 是微观有效截面。）如果物质是由多种元素组成的，则它的宏观有效截面可以写成：$\sum = N_1\sigma_1 + N_2\sigma_2 + N_3\sigma_3 + \cdots\cdots + N_i\sigma i$。（$N_i$ 表示每立方厘米中第 i 种元素的原子核数目；σ_t 是某种核反应过程中第 i 种元素的微观截面。）

【自动跟踪射孔】 automatic tracingperforating 利用自动跟踪射孔仪寻找目的层并进行射孔的方法。在射引，时如果射孔器所下的深度仅仅依靠电缆长度来计算，则由于电缆丈量的误差，常常不能保证足够的精度。因此，通常是以目的层附近的一个套管接箍（标准接箍）到目的层的距离来控制射孔器的下放深度。接箍位置由磁定位器测得。目的层的位置则由与接箍曲线同时测量的放射性测井曲线（γ 或中子—γ 测井曲线）同电阻率曲线相对比来确定。在射孔时，把磁定位器与射孔器一同放入钻井孔中。利用自动跟踪射孔仪通过磁定位器首先找到标准接箍，同时，射孔仪器的深度机械系统开始工作，在射孔器对准目的层时，仪器能够自动将射孔弹引火起爆。

【射孔】 perforating 在石油井中，将目的层部位的套管用射孔器射穿，使流体能从地层流进井眼的一套工作。

【井壁取心】 side wall coring 指用井壁取心器，在未下套管的井壁上取出岩样的工作。它是验证和补充地球物理测井资料的重要手段。井壁取心器有射入式和切割式等类型。

【泥浆侵入带】 invaded zone 钻井时，井内泥浆柱的静压力通常大于地层压力。泥浆被压入渗透层叫做泥浆侵入。地层被泥浆侵入的部分通称泥浆侵入带。泥浆侵入带由冲洗带、过渡带、环带几个部分组成。由于地层的过滤作用，进入渗透层的只是泥浆滤液，而泥浆中的固体颗粒则沉淀于井壁形成泥饼。在靠近井眼的地层中，地层水全部被泥浆滤液所取代的部分叫冲洗带。离井眼越远被泥浆滤液取代的地层水越少，地层水和泥浆滤液同时存在的部分叫过渡带。不受泥浆滤液影响的地方叫未侵入部分或原状地层。在高渗透性含油或含气地层内，由于相对渗透率的差别，油气流动性比水大，因此，同孔隙中水相比，油气被泥浆滤液推进得较快。这样，在过渡带与未侵入带之间就形成一个含水饱和度较高的地方，称为环带。如果泥浆滤液电阻率大于地层水电阻率时，环带的电阻率就低于冲洗带电阻率和地层电阻率。在双感应—聚焦测井曲线上显示环带存在时，是油层的标志；但环带不是任何情况下都存在，一般随时间逐渐消失，因此分析泥浆侵入带的性质对研究油气储集层特性有重要意义。

【泥饼】 mud cake 当泥浆侵入地层时，进入地层的只是泥浆滤液，泥浆中的固体颗粒则沉淀于井壁形成泥饼。泥饼的电阻率一般比泥浆电阻率高 1.5—2 倍，但是，比侵入带岩石的电阻率要低许多。因此，泥饼的存在，特别是泥饼电阻率很低时，泥饼

对电流的分流作用使渗透性岩层视电阻率值降低，致使利用普通微电极系不能准确求得侵入带电阻率。当泥饼较厚时，对微侧向测井结果也有同样影响。然而利用泥饼的存在与否可以从微电极系测井曲线上判断岩层的渗透性，进而确定贮集层的有效厚度。泥饼的存在，对于密度测井也有影响，在设计仪器和解释曲线时，都必须加以考虑。

【冲洗带】 flushed zone 泥浆侵入带的一个组成部分。这一部分靠近井孔，在钻进过程中，地层中的水全部被泥浆滤液所取代。详见“泥浆侵入带”。

【环带】 annulus 泥浆侵入带的组成部分，位于过渡带与未侵入带之间，是泥浆侵入过程中所形成的一个含水饱和度较高的低电阻率带。详见“泥浆侵入带”。

【地层因数】 formation factor 又称“孔隙参数”、“相对电阻”。组成岩石的矿物颗粒，除导电的泥质颗粒外，一般是不导电的。因此含泥质很少的含水沉积岩的电阻率基本上决定于孔隙中所含盐水的电阻率和孔隙度（ϕ）。这类岩石的电阻率（ρ_0）同所饱含的盐水电阻率（ρ_w）成正比，即 $\rho_0=F\rho W$，式中 F 称为地层因数。对给定的岩样，地层因数 F 基本保持不变。地层因数（F）与孔隙度 ϕ 和胶结程度有关，经验关系式为：$F=\frac{a}{\phi^m}$，式中 a、m 是 和孔隙结构及胶结程度有关的系数。根据电测井资料，利用 F 和孔隙度的 关系式可计算出孔隙度，或已知扎隙 度，利用它求出地层因数，以便进一 步求出含水饱和度等重要参数。因为 油或气是不导电的，因此，含油气地 层的电阻率不仅是 F 和 ρw 的函数，还是含水饱和度的函数。若仍按上述 关系式计算孔隙度，结果只能是数值 偏低的视孔隙度。

【相对电阻】 formation factor 即“地层因数”

【孔隙参数】 formation factor 即“地层因数”

【电阻增大率】 resistivity ind ex 又称“电阻率指数”。岩石孔隙中含有油气时的电阻率比岩石孔隙中全部含水时的电阻率增大，其增大的倍数叫做电阻增大率。它与岩石含油或含水饱和度有关。实验结果证明含油饱和度 S_0（或含水饱和度 S_W）与电阻增大率 Q 的关系式为 Q 的关系式为

$$Q=\frac{1}{(1-S_0)^n}=\frac{1}{S_\omega^n}\text{或}$$

$$S_W=\sqrt[n]{\frac{1}{Q}}=\sqrt{\frac{F\rho\omega}{\rho_t}}$$

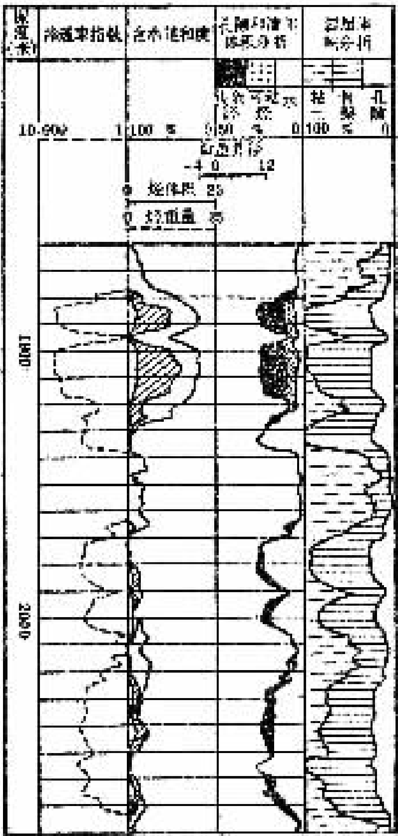
式中，指数 n 和岩石结构有关，对不含有次生孔隙的岩石可取作 2；F 为孔隙参数；ρ_t 为含油地层电阻率；ρ_ω 为地层水电阻率。利用上述公式，根据测井资料求得的电阻增大率就可以求出含油饱和度。

【电阻率指数】 resistivity index 即“电阻增大率”。

【次生孔隙度指数】 secondaly porosity index 在碳酸盐岩层中，除粒间孔隙或晶粒间孔隙所构成的原生孔隙外，还有由孔洞、裂隙、白云岩化所构成的次生孔隙。次生孔隙度在总孔隙度中所占的百分比，叫做次生孔隙度指数。根据中子、密度测井资料求得的孔隙度是岩石的总孔隙度。由于声波可以沿着孔洞周围的岩石骨架传播，一般认为根据声波测井求得的孔隙度是原生孔隙度。综合利用中子、密度、声波测井资料可以计算出次生孔隙度指数。

【含氢指数】 hydrogen index 是表示岩石中含氢量多少的参数，它和单位体积中的含氢量成正比。规定淡水的含氢指数为 1。盐水和油气的含氢指数可以根据盐溶液的浓度和烃的组分，密度来估计。由于大源距的中子—中子测井和中子—γ 测井曲线主要反映岩层中的含氢量，所以也就主要取决于地层的含氢指数。

【计算机处理测井曲线】 compute－rizcd log BbIa 原始测井资料经计算机处理后得到的岩性、饱和性质等参数，以测井曲线形式记录，称为计算机处理测井曲线。包括有快速直观显示和最终成果显示两种。



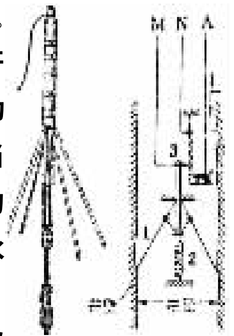
计算机处理测井资料图示

【四性】 测井解释中所指的四性是地层的岩性、贮集性（孔隙性、渗透性等）、含油性和物理性。各种测井方法在井中直接研究的是岩石的物理性质，如导电性、放射性、弹性等。因此，为了对测井结果作出正确的地质解释，必须研究岩石四性之间的关系。

【井眼补偿声波测井仪】 borehole compensated soic tool 是用两个发射器和两个接收器组成的特殊类型的声波速度测井仪。普通的声速测井仪只有一个发射器和两个接收器。它的测量结果受井径变化和仪器相对于井轴倾斜的影响。当仪器的间距与源距固定时，它对于发射器在接收器之上和发射器在接收器之下的测量结果的影响正好相反。井眼补偿声波测井仪是把这两种情况结合起来消除井径变化和仪器倾斜影响的仪器。

【多线式测井仪】 multi－channellogging truck 通常指国产的 JD58－1 型多线式测井仪，是石油测井的地面综合记录设备。它是采用照相记录的直读式仪器，配合六芯铠装电缆，有五道供同时记录。仪器和电缆绞车分装在两台汽车上。配合各种电极系、下井仪器和相应的控制面板，可以进行各种电阻率法测井、感应测井、声波测井、放射性测井和测量井径、井温等。

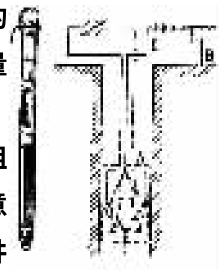
【井径仪】 caliper 是测量钻孔直径的仪器。它由两部分组成。一部分是反映井径变化的机械结构。另一部分是把机械位移变成电讯号的转换装置。常见的电阻式井径仪的四个臂（1），在弹簧（2）的作用下末端张开紧贴井壁。随着井径的变化，臂的末端也随着张开或合拢，同时带动电位器（3）的滑臂移动。于是井径的变化就变成了电阻的变化。当通过电缆由 A 芯供电时，MN 两点间电位差的变化就反映了井径的变化。井径资料对于综合判断岩性、解释其它测井曲线和计算固井水泥量都是非常重要的。



井径仪

【井斜仪】 inclinometer 是测量钻孔倾斜角度和倾斜方位的仪器。按照测量方式的不同，主要有机电转换式、照像式和陀螺式三种。常用的机电式井斜仪由倾角测量系统和方位测量系统两部分构成。倾角测量系统是以偏心重物为活动臂的弧形电位器。当仪器随井孔一同倾斜时，活动臂可在电位器上截取与倾角成正比的电阻值，测量其电位差便得知倾角的大小。方位测量系统是由一开口的环形电阻和一个磁针组成。环形电阻器开口方向永远指向倾斜方向、所以，磁针在环形电阻器上截取的电阻值与倾斜磁方位角成正比。这种仪器在钻孔内一般只能点测，只能用于非磁性地层的钻井中。在磁性地层的钻井中测量井斜要使用不受磁场影响的*陀螺式井斜仪。

【井温仪】 bottom hole thermome－ter 是利用金属材料的电阻随温度变化的特性来测量井温的仪器。井温仪一般按桥式线路构成，以温度系数小的金属，如锰铜，作为电桥的固定臂（1，4），以温度系数大的金属，如铜，作为电桥的灵敏臂（2，3）。适当地选择供电电流 I，在仪器移动过程中通过测量 MN 两点之间电位差 ΔU 的变化，便可以得到一定比例的井温曲线。


井温仪

【井内流体电阻计】 resistlvimeter 是沿井身测量井内泥浆电阻率的仪器。实际上它是一个尺寸很小的电极系，只是在结构上要注意使井壁的影响尽量减小。在原理和测量方法上同一般视电阻率法测井相同。泥浆电阻率对电测井结果有很大影响，因此解释电测井资料时需要泥浆电阻率数据。在解决某些水文地质问题，如确定涌水层或漏水层时，也常常需要测定井内流体电阻率。

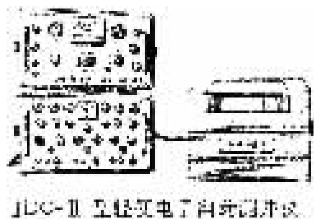
【地层倾角测井仪】　dipmeter　是在钻孔内测定岩层的走向，倾向和倾角的仪器，所以也叫岩层产状仪。它包括两部分；一部分是测量岩层相对于钻孔的倾斜角及方位；另一部分是测量钻孔本身的倾斜和方位以及井径。利用其综合资料可求出岩层的产状。测定岩层相对于钻孔轴线倾斜的仪器。由位于同一平面（此面与井轴垂直）相互成120°角的三组（见图1、2、2）和互成90°角的四组电极组成。根据岩层的具体情况不同，可以记录微侧向测井曲线或其它测井曲线。根据测出的三条或四条曲线分别定出的界面深度，以及井径数据，便可以得到岩层相对于钻孔的倾角。电极方位、钻孔倾角及井径的测量原理，同一般井斜仪、井径仪相似。



地层倾角测井仪图示

【岩层产状仪】　dipmeter 即“地层倾角测井仪”。

【轻便电子自动测井仪】　portable electro－automatic tool　是采用*补偿法原理和推笔式电子自动平衡记录的全自动测井仪器。国产的JDC型轻便电子自动测井仪可以单独使用，也可以配合其他仪器记录多种测井曲线。如电测井、自然电位测井、激发极化测井、放射性测井、井温、井径、泥浆电阻率测井等。JDC－2型是在JDC－1型仪器基础上改制的。JDC－1型仪器有五个记录道，JDC－2型仪器改为三个记录道，供电部分采用可控硅元件，提高了输出电压和电流，扩大了仪器使用范围。



JDC-Ⅱ型轻便电子自动测井仪

【三分量井中磁力仪】　tri－compoaent borehole magnetometer　是利用二次谐波原理，采用补偿法工作的点测仪器。它所测量的是地磁场水平分量（XY）和垂直分量（Z）的绝对值，它们配合井斜方位资料进行分析解释，可用以寻找强磁性矿体。三分量井中磁力仪由地面和井下两大部分组成。地面部分主要是控制和测量装置的操作台；井下部分的磁灵敏元件系统是仪器的心脏部分，它由三个互相垂直的磁灵敏元件组成。磁灵敏元件由坡莫合金和绕在上面的线圈构成，用交变电流做激发电源，当存在外磁场时即产生二次谐波，二次谐波的大小及其相位，都和外磁场有关。在倾角大于5°的钻

孔中，借助于偏心和垂向重锤的作用构成垂向系统，即 z 元件永远保持垂直向下 x、y 元件保持水平，而且 y 元件指向井斜方向。在垂直孔中，由于偏心重锤不起作用，y 元件方向不定，无法确定水平磁场的方向，只能确定其模值。

【陀螺测斜仪】 gyro—inclinometer 是利用陀螺定向的一种井斜仪。主要特点是不受磁场影响，可在强磁异常区的钻孔中以及有套管的钻孔中确定井孔的倾斜角度（顶角）和井斜方位角。顶角测量系统的结构及工作原理与电磁式井斜仪基本相同，也是用悬垂原理，利用偏心重物测量钻孔的顶角。方位角测量是利用一个高速旋转的三自由度陀螺马达的良好定轴性来定向的。三个自由度陀螺的三个互相垂直的转动轴交于一点，这一点恰好是陀螺的重心，在井口用罗盘测定陀螺的原始方位后启动，高速转动三个自由度陀螺的三个轴中的一个定向轴，受到“干扰力矩”作用时，并不转动。其中的一套修正系统进一步保证了这一轴的定向性。

【补偿地层密度测井仪】 compensa—ted formation density logger 是为了克服井眼不规则和泥饼影响而设计的密度测井仪。并下仪器包括源距不同的两个探测器。根据长源距和短源距的测量结果经过面板计算，可以直接得到消除泥饼和并壁不规则影响的地层密度值。

【射入式取心器】 siole—wall coting gun 是井壁取心的一种装置。它主要由药膛、联接器、隔柱、钩环等部件组成。作业时，将取心器下到预深度后，将岩心筒用火药射入地层，在提升取心器时，由连接在岩心筒和取心器之间的钢丝将岩心筒从地层中拉出以取得岩样。

【切割式取心器】 side—wall cutting sampler 是井壁取心的一种装置。作业时将取心器下到预定深度后，利用取心器内的机械动力，在井壁刻取岩样。

【地层测试器】 formation tester 又称地层流体取样器，是通过电缆下放到井中的测试设备。在测试过程中，可以在地面连续记录到试验地层的各种压力数据，同时取出流体样品。通过对样品的分析可以得到流体类型、性质和油气比等数据。另外，根据压力、流速和液体粘度等数据可以估计地层渗透率和其它特性。

【地层流体取样器】 formation fluid sampler 即“地层测试器”。

【磁定位器】 magnetic casing collar locator 是测量钻孔内套管接箍位置的仪器，所以也叫套管接箍定位器。由装在铜质外壳内的永久磁铁和线圈组成。当仪器在并中移动经过套管接箍时，由于按箍处套管加厚，改变了磁铁周围磁场的分布，使穿过线圈的磁通量变化而产生感应电动势。记录感应电流的大小，将得到一条套管接箍曲线。根据套管接箍曲线，配合放射性测井曲线可以准确确定井中射孔位置。

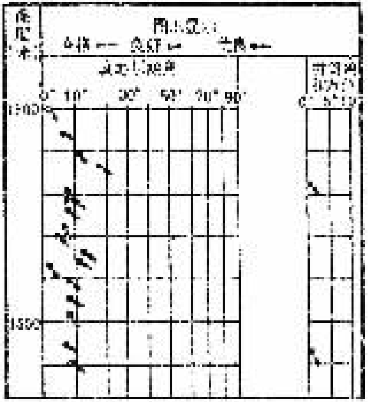
【套管按箍定位器】 casing collar locator 即“磁定位器”。

【感应测井褶积器】　induction log convolver　是安装在测井仪面板中的一种部件。它用于深感应测井，因为，双感应测井的径向响应不同，纵向分层能力也不同。褶积器为提高深感应分层能力而对深感应测井曲线进行反褶积运算，使之和中感应测井的纵向特性相一致。

【变密度测井图】　variable density log　声波幅度测井的一种记录方式。它记录的是较长一段声波波形的变化。是将井下仪器接收到的声波信号中各波峰幅度的变化，变换为亮度的变化后记录在胶片上。胶片上的明亮部分，对应于波形的负幅度，黑暗部分对应于正幅度，幅度愈大，胶片上明暗反差也愈大，能够反映套管中声波幅度的变化情况和地层中的声波信号。变密度测井图多应用于检查固井质量。根据套管信号和地层信号的特征，可以判断套管与水泥环以及水泥环与地层的胶结情况。变密度测井图也可用于确定岩石弹性系数，进而研究地层的机械强度。

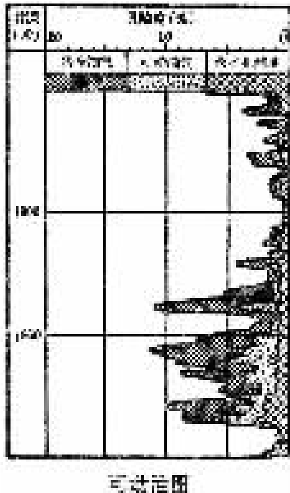
【短棒图】　stick plot　地层倾角测井成果图之一。是井眼在垂直平面上的投影图，图中以一条直线代表井眼，以短线表示倾角的分量。

【蝌蚪图】　tadpole plot　又称“箭头图”。是地层倾角测井成果图件之一。纵轴为深度，横轴为地层倾斜角度。倾斜方向从每个表示倾角的点上引出一个线段来表示，线段按上北下南的惯例标出。分析蝌蚪图的形状可以了解地层的构造变化和沉积环境等地质特征。


地层倾角测井蝌蚪图

【箭头图】　arrow plot　即“蝌蚪图”

【可动油图】　movable oil plot　是根据测井资料编制的，可直观显示生产层的测井图件。它由声波测井求得的孔隙度曲线（最左边的曲线A）、深探测电阻率测井求得的视孔隙度曲线（右边的线B）和浅探测电阻率测井求得的视孔隙度曲线（中间一条线C）的三条孔隙度曲线构成。曲线A反映了岩层内的总孔隙体积，曲线B反映了岩层内未被泥浆侵入部分孔隙空间中地层水的体积。曲线A与B之差反映了地层中总的油气体积。曲线C反映冲洗带中取代了地层中可动油气及地层水的泥浆滤液的体积。曲线A与C之差代表地层中残余油气的体积。曲线C与B之差则反映了地层中可动油气的体积。


可动油图

【西格马单位】 sigma unit 是在中子寿命测井中采用的量度中子宏观俘获截面的单位（等于 10^{-3} 厘米$^{-1}$）。

放射性物探

【放射性物探】 radioactive geophy－sical prospectlng 又称“放射性测量”，是放射性地球物理勘探的简称。它是根据放射性射线的物理性质，利用专门的仪器，如辐射仪、射气仪等，通过测量放射性元素的射线强度或射气浓度来寻找放射性矿床的一种主要物探方法。同时，也是寻找与放射性元素共生的稀有元素、稀土元素以及多金属元素矿床的辅助手段。它的方法有：地面 y 测量、航空 γ，测量、辐射取样、γ 测井、射气测量、径迹测量和物理分析等。放射性物探的主要优点是直接找矿，比较灵敏，缺点是探测深度小。近年来，采用同其他物探方法综合找矿，寻找对成矿有利的构造，可探测到深达百米以上的矿床。

【放射性测量】 radioactive surveys，radiometry 即“放射性物探”。

【核物探】 nuclear geophysical prospecting 是核子地球物理勘探的简称。它是指自然界的非放射性元素受到核辐射的激发，可以构成人工放射性元素，通过测定它们的不同辐射线的强度、能量、半衰期等来确定元素性质及其含量的一种方法。它的应用范围有：地面测量、室内分析、原生露头定量测量、测井、海洋勘探、月球和星际矿物分析等。

【原子】 atom 它是保持物质化学性质的最小单位。原子由原子核和核外电子构成，原子核由中子和质子组成（质子和中子又是由更基本的粒子组成）。在正常状态下原子核外面有数目与质子数相等的电子在不断运动。原子的半径为 10^{-8} 厘米，原子核半径为 10^{-13} 厘米，它只占原子空间的极小部份，但是由于电子质量只有中子（或质子）的 1/1840，所以其质量几乎全部集中在原子核上。由于各种原子的质子、中子、电子数目不同，所以它们也就有不同的物理、化学性质。最轻的原子是氢，它只有 1 个电子和 1 个质子；重的原子如铀，它有 92 个电子、92 个质子。目前已经知道的原子（包括天然和人工的）共有 105 种（参见元素周期表）。

【原子核】 atomic nucleus 原子的核心部分称为原子核，简称“核”。原子核的半径约为 10^{-13} 厘米。原子核由带正电的质子和不带电的中子构成。原子核有稳定的，也有不稳定的，目前已经知道的有 2000 种左右，其中约有 300 种是稳定的。不稳定的原子核包括放射性核和自发裂变核两种。放射性核有天然存在的，也有人工制造的。放射性原子核蜕变时，放出 α 射线、β 射线；γ 射线；人工制造的放射性原子核衰变时，还

可能释放中子，裂变原子核裂变中变成较轻的原子核时，也可能伴随着释放中子。

【中子】 neutron 是一种不带电荷的粒子。它和质子组成原子核，和质子一起统称为核子。一般，中子占原子核内核子数的一半左右。由于中子不带电，所以它能较容易打进原子核里去，引起各种核反应。如：中子打进铀^{235}里就引起铀^{235}裂变。可以通过某些核反应获得中子。单独存在的中子是不稳定的，它会自动蜕变为一个质子、一个电子和一个中微子。它的半衰期（T）等于13分钟。中子由产生中子的各种装置产生。根据中子所带不同动能可以分为：慢中子（E＜lkev）、中速中子（1＜kev＜E＜0.5Mev）；快中子（0.5Mev＜E＜10Mev）和能量大于10Mev及50Mev的很快中 子及非常快中子等类型。目前对于慢中子研究较为透彻，常把慢中子又成几类，即冷中子（能量E＜0.002 ev）；热中子（0.002ev＜E＜levl其；速度为2.19×10^{5}厘米/秒）和共振中于（1ev＜E＜1kev），它和重原子核作用有许多敏锐的吸收共振。

【质子】 protonl 基本粒子的一种。是氢原子的核，带正电，稳定。质量和中子很接近，它是组成 其它任何原子核的基础。常用符号P表示。

【反质子】 antiproton 是反粒子的一种，其质量、自旋、磁矩与平均寿命和质子相同。如果带电，则所带电量与对应粒子相等，但符号相反、磁矩与自旋的取向关系也相反，故称反质子。

【电子】 electron 电子是最早发现的基本粒子。其质量为氢原子的1/1840，带负电，电量为1.602×10^{-19}库伦，是电量的最小单元，质量为9.108×10^{-28}克，常用符号e表示。它是原子结构的一个组成部分。

【原子核磁矩】 nuclear maguetiemoment 是表征原子核磁性大小的物理量。构成原子核的质子和中子都有一定的磁矩；带电的质子在核内运动也会产生磁矩。这两方面的总效应使原子核本身具有一定的磁矩。

【天然放射性】 natural radioacti－vity 自然界某些元素的原子核可以“自发”蜕变成另一种元素的原子核，同时放出射线。这种现象叫做天然放射性。

【天然放射性元素】 natural adio－active element 指自然界中存在的具有放射性的元素，它主要 属于三个系，即铀系、锕铀系和钍系。此外，钾、铷、钐等也具有天然放射性。各种岩石由于天然放射性元素含 量不同，放射性强度也不一样。一般，对火成岩来说，由酸性到基性，超基 性，放射性强度依次降低；对沉积岩 来说，含泥质、碳质的岩石放射性强 度较高，碳酸盐类的岩石放射性强度 较低。

【原子核蜕变】 nuclear disinteg－ration 某些元素 的原子核处于不稳定状态，放出α、β、γ射线后质量和电量发生变化，致使原子核性质改变。这种从一种元素的原子核变为另一种元素的原子核的过程，叫做原子核蜕变。具有这种性质的元素，叫放射性元素。在原子核蜕变过程中，放出α射线的α蜕变；放出β射线的叫β蜕变。伴随α、

β 蜕变有时放出 γ 射线。

【放射性元素】　raaioactive ele－ment　是具有放射能的元素。即由核电荷相同的放射性同位素所组成的元素。有天然放射性元素和人工放射性元素。前者有铀、钍、锕等，后者有钷、钚、镅、钔等。狭义的放射性元素仅指天然放射性元素。

【α 蜕变】　α－disintegration　是一种原子核蜕变。α 蜕变时，从原子核放出 α 粒子（实际上就是氦原子核$_{2}H_{c}^{4}$，它由 2 个中子和 2 个质子组成，带 2 个正电荷，它的质量为 4．0026 原子质量单位）。蜕变后其原子质量数降低 4 个单位，原子序数降低 2 个单位。如镭经 α 蜕变后变成氡：$_{88}Ra^{2}26 \longrightarrow +_{88}Ra\ 222 + _{2}\alpha^{4}$。α 蜕变生成物在元素周期表上向前移动 2 个位置。

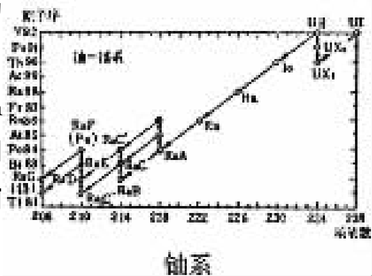
【β 蜕变】　β－disintegration 是一种原子核蜕变。放射性元素 β 蜕变时，放出 β 口粒子（实际上就是电子，它的静止质量等于电子质量，带一个负电荷）。由于归粒子的质量比原子核的质量小的多，所以 β 蜕变前后的元素质量数不变。β 蜕变后原子序数增加 1 个单位。如铯经蜕变生成钡：$^{-55}CS^{137} \rightarrow {}^{56}Ba^{137} + _{1}\beta^{\beta}$。43^{蜕}变生成物在元素周期表上向后移动 1 个位置。

【γ 跃迁】　gamma transition　是原子核在放射性衰变中放射 γ 射线的现象。γ 跃迁不改变原子量、原子序数。γ 射线是伴随 β、α 射线放出的，它是一种电磁波。

【放射系】　radioactive series 由起始元素蜕变生成的子元素仍有放射性，子元素又蜕变生成第二代子元素，一直蜕变到非放射性元素的同位素为止。这样组成的系列叫做放射系。天然放射性元素共有三个放射系：铀（$_{92}U^{238}$ 系、锕铀（92^{235} 系和钍（$_{90}Th^{232}$）系。它们的特点是：起始元素都是长寿元素；都有一个惰性的气态元素（氡的同位素），最后的稳定元素是铅的同位素。如：

	起始元素	气态元素	稳定元素
铀　系	$_{92}U^{238}$	$_{86}Rn^{222}$	$_{8}2pb^{206}$
钍　系	$_{90}Th^{232}$	$_{86}Th^{220}$	$_{82}pb^{208}$
锕铀系	$_{92}U^{235}$	$_{86}An^{219}$	$_{82}pb^{207}$

【铀系】　uranium series　又称“铀镭系”。指从同位素铀（$_{92}U^{238}$）蜕变到稳定同位素铅（$_{82}Pb^{206}$）的一系列天然放射性同位素。铀系的质量数是 4 的整数倍加 2（即 4n＋2）。



铀系

【锕铀系】　actinium series（acti－nium－uranium series）　又称“锕系”。指从同位素铀（$_{92}U^{235}$）蜕变到稳定同位素铅（$_{82}Pb^{207}$）的一系列天然放射性同位素。锕铀系的质量数是 4 的整数倍加 3（即 4n＋3）。

【钍系】 thorium series 指从同位素钍（$_{90}Th^{232}$）蜕变到稳定同位素铅（$_{82}pb^{208}$）的一系列天然放射性同位素。钍系的质量数是 4 的整数倍（即 4n）。

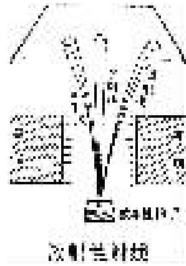
【同位素】 isotope 是原子序数相同而原子质量不同的元素，他们在周期表上占有同一位置。同位素的*原子核中有相同的质子数，不同的中子数，核外电子数相同。如天然铀中就含有三种同位素：$_{92}U^{238}$、$_{92}U^{235}$、$_{92}U^{234}$。它们的质子数都是 92，而它们的中子数分别为 146、143、142。同位素有放射性同位素和稳定同位素之分。有些同位素的原子核是不稳定的。会自发衰变、放出粒子或光子、并转变成其他元素的原子核的叫做放射性同位素。存在于自然界中的放射性同位素叫敝天然放射性同位素；人工方法制造出的放射性同位素叫人工放射性同位素。与放射性同位素相反，有些同位素不具有放射性，其原子核是稳定的，称为稳定同位素。如 $_{82}pb^{203}$ $_{82}b$ 203等。

【人工放射性】 artificial radioac－tivity 用中子或其他射线或 α 粒子、质子等粒子流照射某些元素，使这些元素转变为放射性同位素（人工放射性元素）并放出某种射线或粒子，叫做人工放射性。

【人工放射性元素】 artificial radioactive element 用人工方法产生的放射性同位素，叫做人工放射性同位素或人工放射性元素（参见人工放射性）。人工放射性物质在地质工作中的应用日渐增多，如：用 PU^{238}（钚）、Am^{241}（镅）等做成轻便放射性同位素 x 射线荧光仪（见放射性同位素 x 射线荧光法）；用 Sb^{124}（锑）作激发源测矿石中铍的含量；用 Co^{60}（钴）作密度测井，以及用 Po^{210}（钛）、Am^{241}（镅）、Sb^{121}（锑）等制作中子源在地质工作中应用更为广泛。

【镎系】 neptunium series 是人工放射性系，从起始元素镎（$_{93}Np^{237}$）蜕变到稳定同位素铋（$_{83}Bi^{209}$）的一系列放射性元素。镎系的质量数为 4n＋1。

【放射性射线】 radioactive rays 原子核蜕变过程中放出的物质，如氦核、电子、电磁波等叫做放射性射线。它包括有 α 射线、β 射线和 γ 射线等。它们的能量和强度取决于蜕变原子核的种类和数量。在地质工作中，通过测量某种射线的能量、强度等来确定岩石或矿石中放射性元素或放射性同位素的成分和品位。如 γ 测量法，就是通过测量 γ 射线来寻找铀、钍等放射性矿藏的。



【α 射线】 α—ray 是一种放射性射线。实际上是一束高速运动的氦核。氦核的质量数是 4，带两个正电荷。α 射线特征是、电离能力强、穿透能力弱。一张普通的纸就可以完全挡住它。

【β 射线】 β—ray 是一种放射性射线。实际上是高速运动的电子流。β 射线的特征是电离能力较弱而穿透能力较强。在岩石中一般可以强穿透几毫米。

【γ 射线】 γ—ray 是波长极短（10^{-8} 厘米以下）的电磁波。静止质量为零。与 α、β 射线比较，γ 射线的特征是电离能力最弱，穿透能力最强，在岩石中一般可以穿透几十厘米。

【X 射线】 X—ray 又称“伦琴射线”。它是一种超短波电磁波（波长约为 10^{-10}～10^{-5} 厘米）在 γ 射线和紫外线之间。它的特点是：能使照相乳胶感光、荧光物质发光、气体电离、穿透纸张和金属薄片。波长较短的 x 射线，能量较高，穿透能力较大，称为硬 X 射线；波长较长的 X 射线，能量较低，穿透能力较小，称为软 X 射线。

【伦琴射线】 Roentgen ray 即“X 射线”。

【γ 射线吸收】 absorption of γ—ray 是指射入物体的 γ 射线强度随入射深度而减弱的现象。γ 射线被物体吸收基本上遵循指数定律：$I=I_0e^{-mx}$。（式中 I_0 为入射前 γ 射线强度；μ 为物体对 γ 射线的吸收系数；x 为 γ 射线射入物体的深度；I 为入射线 x 深度处 γ 射线强度）。物体对 γ 射线的吸收，不仅与吸收 γ 射线物质的成分有关，也与 γ 射线本身的能量有关。射线能量越高，穿透能力越大。

【γ 射线吸收系数】 absorption coefficient of γ—ray 是表示射线在物质中穿过单位距离时被吸收的百分数。吸收系数越大，单位距离上 γ 射线被吸收的越多。吸收系数常用符号 μ 表示。γ 射线吸收系数的大小与被测吸收物质的密度有关，因此常用质量吸

收系数 μ_m 来表示射线被物质吸收的情况。$\mu_m=\frac{\mu}{\rho}$。（其中，ρ 为吸收 γ 射线物质的密度，μ_m 的单位是厘米^2/克。）一般岩石（轻物质），对一定能量的 γ 射线的质量吸收系数是近似相等的。γ 射线通过物质时引起射线强度的减弱和能量的变化是很复杂的。在天然放射性勘探中主要涉及到的有三种：即光电效应、康普顿－吴有训效应和电子对效应。因此，γ 射线的（总）吸收系数 μ 应为三者之和，即：$\mu=\tau+\sigma+x$。式中，τ 是光电吸收系数；σ 是康普顿－（吴有训吸收系数；x 是电子对吸收系数）。

【质量吸收系数】　mass absorptioncoefficlent　**见“γ 射线吸收系数”。**

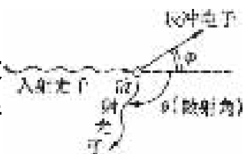
【光电效应】　photoelectric effect　**又称“光电吸收”，是光子（如 γ 射线、X 射线）与物质作用时产生的三种主要效应之一。物质（主要是金属）在光的照射下发射出电子的现象称为光电效应。1905 年爱因斯坦提出‘光也可以看成是由一群光子组成的，光子照射到原子上，将能量传给原子中的电子’。光电效应可解释为：当光子能量超过电子离开其原子所需要的能量时，电子就从被照射物质的原子中释放出来；入射光子的能量全部交给了被释放出来的电子，因而取名“光电子”。光子能量愈大，电子速度愈大，光子愈多，被释放电子数也愈多。从而发现了光不仅具有波动性，而且具有粒子性。**

【光电吸收】　photoelectric absor ption　**即“光电效应”。**

【光子】　photon　**或称“光 量子”，是基本粒子的一种。稳定、不 带电，是光（电磁辐射）的能量量子。1905 年爱因斯坦在解释光电效应时，首次提出了它的存在，从而揭示了光的波、粒两重性。在微观世界里原子内部能量不能连续变化，而作跳跃式变化。与之相应，原子放出来的光也不连续，而是一份份地放出来的，于是便把每一份光叫光量子，简称光子。光子的速度约为每秒 30 万公里，静止质量等于零。**

【光电子】　photoelectron　**见“光电效应”。**

【康普顿－吴有训效应】　Compton－wuyuxen effect　**是光子与物质作用时产生的三种主要效应之一。当中等能量的光子通过物质时与原子壳层的电子产生碰撞，光子把一部份能量交给电子把电子打出。碰撞后的光子改变原来的运动方向，减少了能量。打出的电子叫反冲电子，改变方向的光子叫散射射线（散射光子）。这种现象叫康普顿－吴有训效应。反冲电子和散射光子的能量与发射的方向有关。对于天然放射性元素的 υ 射线，在一般岩石中康普顿－吴有训效应是一种主要吸收效应。由于质量吸收系数 $\left(\frac{\sigma}{\rho}\right)$ 接近一个常数，故可以通过射线的吸收来确定岩石的密度 ρ。**



康普顿-吴有训效应

【反冲电子】　recoil electron　**见“康普顿－吴有训效应”。**

【散射光子】 scattering photon 见“康普顿－吴有训效应”。

【电子对效应】 electron－pair effect 是光子与物质作用时产生的三种主要效应之一。在入射光子能量相当大的时候，光子在原子核场的作用下变成一对正负电子。这种作用称为电子对效应。一对电子的静止质量相当于1．02百万电子伏（MeV）的能量，只有γ射线的能量大于1.02百万电子伏时，才能产生电子对效应。对于高能量的γ射线，这种效应造成的吸收才较显著。

【蜕变基本规律】 fandamental low of disintegration 又称“蜕变律”。是指放射性元素蜕变的规律性。它是1902年卢瑟福和索季所确定的，即放射性元素的数量随时间以指数规律衰减。某放射性元素现存的原子核数（N）和原有的原子核总数（N_0）之间的关系，是与时间成指数衰减，即 $N=N_0e^{-\lambda t}$（N是现存的原子数；N_0 是原有原子总数；t是由 N_0 蜕变为N所用的时间；λ是蜕变常数）。一切放射性元素蜕变时，都遵循这一规律，一般不受温度、压力及其它物理、化学状态等外界条件的影响。

【蜕变律】 disintegration law 即“蜕变基本规律”。

【蜕变常数】 disintegration constant 是表示放射性元素蜕变速度的物理参数λ即表示每个原子在单位时间内蜕变的几率。用符号λ表示。对不同的放射性元素，蜕变常数λ值是不同的。蜕变常数在数值上等于单位时间内蜕变的原子数与现存的原子数之比。蜕变常数越大，原子蜕变的越快。λ的单位是时间的倒数：1/秒、1/分、1/时、1/日、1/年等。

【半衰期】 half－life 是指放射性元素原子 核数蜕变一半所需要的时间。常用符号T表示。它表示放射性同位素寿命的一个物理参数。由蜕变基本规律：$N=N_0\cdot e^{-\lambda t}$ 知，当蜕变时间 $t=T$ 时，现存的原子数N是原有的原子数 N_0 的一半$\left(即\ N=\frac{1}{2}N_0\right)$，则蜕变公式变化为$\frac{1}{2}N_0=N_0e^{-\lambda t}$。即$\frac{1}{2}=e^{-\lambda t}$，两边取对数则为 $T=\frac{\ln 2}{\lambda}$。上式说明，不论某放射性元素或放射性同位素的数量有多少，它衰变到一半所需要的时间是一个常数。在数值上它等于蜕变常数倒数的ln 2倍。（1n 2＝0．693）。如镭的半衰期为1960年，氡的半衰期为3．82天。

【放射平衡】 radioactive equilibrium 是指放射系中长寿母元素（半衰期很长的放射性元素，如 $_{92}U^{238}$、$_{90}Th^{232}$ 等）衰变，形成一系列子元素的过程中所出现的一种平衡现象。这时母元素单位时间内的蜕变量（λ_1N_1 与子元素在此时间内的蜕变量（$\lambda_2N_2\lambda_3N_3\cdots\cdots\lambda_nN_n$）相等。表达式为：$\lambda_1N_1=\lambda_2N_2=\lambda_3N_3\cdots\cdots=\lambda_nN_n$。（$\lambda_1$ 为母元素的蜕变常数，N_1 为母元素的原子核数，λ_2 为第一代子元素的蜕变常数，N_2 为第一代子元素的原子核数；依此类推）。它说明母元素在在单位时间内蜕变为子元素的量，等于子元素在同样时间内蜕变为下一代子元素的量，因而子元素的绝对量不再增加。一般，

经过第一代子元素的5—10倍半衰期就可以认为达到放射平衡。

【母元素】 parent element　在放射系中，若甲元素蜕变为乙元素时，则称甲元素为母元素，称乙元素为子元素。当乙元素又可蜕变为丙元素、丙元素又蜕变为丁元素时，那么乙元素、丙元素相对其生成元素都可称为母元素，而与其对应的丙元素、丁元素则都可称为子元素。亦即凡具有放射性、能蜕变生成新元素的元素皆称母元素，而蜕变生成的元素皆称子元素。可见，放射系中的母元素或子元素是一种相对概念。

【子元素】 daughter element　是由具有放射性的元素蜕变生成的新元素。在放射系蜕变中，它是一种中间产物。详见母元素”。

【平衡系数】 equilibrium coefficient　通常是指铀、镭之间平衡状态的一个参数，以符号C表示。通常把铀系元素分成两组。镭以前各元素称为铀组，镭以后的元素称为镭组。铀组内部经常处于平衡。镭组内如果氡（Rn）不跑掉时，也经常是平衡的。所以铀系的平衡状态可由铀镭之间的平衡状态来表示。平衡时：$N_u \cdot \lambda_u = N_{Ra} \cdot \lambda_{Ra}$。由此可得到它们之间的数量比为：$\frac{\text{镭的量（克数）}}{\text{铀的量（克数）}} = \frac{m_{Ra}}{m_U} 3.4\times10^{-7}$。为了工作方便，一般取

$$C=\frac{m_{Ra}}{m_U}\cdot\frac{1}{3.4\times10^{-7}}$$

称其为平衡系数。很明显，平衡系数C有三种情况：当C=1时，表示铀镭处于平衡状态；C>1时，表示平衡趋向于镭，称为富镭，C<1时，表示平衡趋向于铀，称为富铀。由于铀—镭系放出的γ射线98％是镭组元素放出的，所以野外找矿和进行样品测量时，探测的γ射线反映的是镭。因此只有了解平衡系数，才能计算铀的含量。

【射气系数】 emanation coefficie－nt　三个天然放射性元素系列中都各有一个气态产物（Rn^{222}、Rn^{220}、Rn^{219}），这些气态产物，叫射气。射气系数是描述某一时间间隔内，从矿物或岩石中放出的射气量与同一时间里所形成的射气量之比，常用符号α表示，其数值在0—1之间变化。射气系数大，说明跑出来的气体多。对经常遇到的铀系来说，射气系数表示镭（Ra^{226}）和氡（Rn^{222}）的平衡状态。当射气系数α=0时，说明有射气跑出来，镭与氡是平衡的。

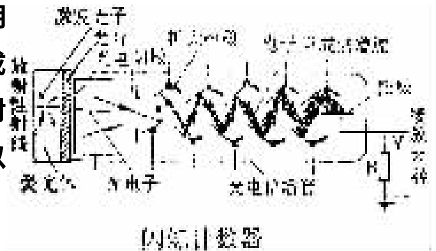
【射气作用】 emanationt　见“射气系数”。

【核辐射探测器】 nuclear radioaction detector　又称“探测元件”。是探测辐射射线用的。目前使用的有电离室、计数管和闪烁计数器、原子核乳胶固体径迹探测器和半导体探测器等。这类探测元件可以测知射线辐射的存在和它们的性质。其原理主要是利用射线与物质相互作用时所产生的多种效应。如应用其电离能力成的电离室、计数管、半导体探测器；利用其荧光作用做成的闪烁计数器；利用电离和激发所引起的化学反映做成的原子核乳胶α径迹探测器等。对带电粒子可直接应用上述性质，对不带电的

粒子（如γ射线），则应用其与物质作用的三种效应（光电效应、康普顿－吴有训效应、电子对效应）所产生的二次电子来达到上述目的。

【探测元件】 detection element 即“核辐射探测器”。

【闪烁计数器】 scintillation counter 是利用某些晶体，如 NaI（T1）［铊激活］、ZnS（Ag）和荧光体“蒽”等，在射线照射下会发光（闪烁）的特性制成的一种放射性探测元件。它是由闪烁体（也叫荧光体）和光电倍增管构成。它的工作原理是：射线打在荧光体上产生光子，这些光子又打到光电倍增管的光阴极上产生光电子。光电子的电子流在倍增管中放大并被阳极接收，形成一个电脉冲，再由仪器的其它设备加以放大记录。最常用的晶体有铊激活的碘化钠，特点是透明度高，能做成大晶体，发光强度与γ射线的能量成正比，常用来测量γ射线。硫化锌常用来测量α射线。闪烁计数器的优点是：效率高、记录快、可以测定射线的能量。



【计数管】 counter 是一种核辐射探测元件。由于它的输出脉冲大，所需电子线路简单，比较广为利用。其构造是在一玻璃管内装一金属圆筒作为阴极，在轴线上有一细钨丝作阳极，管内充以惰性气体（如氩）和少量有机气体或卤素气体（如乙醚和溴等），并在两极间加上所需的电压。当带电粒子射入管内时，引起管内气体电离，电离产生的电子向阳极移动，急速聚集、骤然增殖形成大量的光子和光电子。这时便在外电路中出现一个脉冲电压，其大小与两极间电压有关。因此，记录脉冲发生的次数，便可获知射入管内的粒子数目。根据计数管的特性不同又可分为正比计数管和盖格计数管（Geiger counter）。



【盖格计数管】 Geiger counter 是计数管的一种。基本原理与构造同计数管。在一定电压情况下，形成的脉冲幅度大小与射线性质无关。因而它不能区分射线性质，更不能识别射线所带的能量。所以在闪烁计数器出现之前应用较广，目前已基本被闪烁计数器所取代。

【正比计数管】 proportional counter 是计数管的一种。其基本原理同计数管。在正比计数管内产生的脉冲电压与入射射线的能量近似成正比，并与粒子性质有关。因此，正比计数管常用来记录单个粒子，测量粒子数和能量，鉴别粒子性质，也可以用来测量粒子流的强度，特殊构造的正比计数管可用来探测中子，还用来测量低能（小于

100ker）的 γ 射线和 x 射线。

【电离室】　ionization chamber　是一种核辐射探测元件。一般为圆柱形，电 χ 离室中间有一个柱状电极，它与外壳构成一个电容器。在电离室的两极加上电压，可以收集放射性射线形成的电离电流。根据电离电流的大小可以确定放射性强度。按照被测射线种类不同，电离室可分为 α—电离室、β—电离室和 γ—电离室。



【α—电离室】　α—ionization chamber　电离室的一种。由于以射线射程短，穿透能力小，要求 α 电离室的大小要是以收集全部。射线产生的电离电荷。一般电离室高度为厘米左右，测量时样品要放在电离室。

【β—电离室】　β—ionization chamber　电离室的一种。由于 β 射线射程较长，为了充分利用 β 射线的电离作用，电离室应增大以延长 β 射线的电离路程。为了消除 α 射线的影响，在样品和电离室之间隔一张薄纸来吸收 α 射线。

【γ—电离室】　γ—ionization cham—ber　电离室的一种。应用较少，主要在剂量测量中使用。它所收集的电离电流，主要是 γ 射线通过电离室壁时产生的二次电子造成的。因此制造电离室时，要考虑其大小、材料、壁的厚度、室内的气体种类和压力等。

【半导体探测器】　transistor detector　是近来应用较多的一种探测元件。它的工作原理和气体电离室相似，都是利用射线通过介质时的电离效应所产生的电离电荷，在外加电场作用下被收集成电讯号，以测量射线的强度和能量。不同于气体电离室的是，其介质是固体的。半导体探测器可探测 α、β、γ 及中子等射线。它的主要特点是体积小，重量轻、耐震、工作电压低、能量分辨力高（可达 10^{-3} 数量级）。因此可以准确地测定辐射粒子的能量，研究谱线的精细结构。对地质工作来讲它的主要缺点是设备复杂，需要低温工作状态。如探测 γ 射线的 Gl（Li）漂移型半导体探测器，必须在低温下使用和保存，要液态氮等。

【辐射仪】　radiometer　是测量核辐射射线强度的仪器。由探测元件、电子线路、结果显示等部分构成。它是根据蜕变过程中放射性元素放出的 α、β、γ 射线穿透其他物质时产生的电离、荧光等效应的强弱与射线的强弱有关，而射线的强弱又与铀含量有关，所以铀含量可以通过电离、荧光效应的强弱反映出来的原理研制的。早期用于找矿勘探的野外辐射仪多用盖格计数管作探测元件，现已为更灵敏的闪烁计数器所代替。常用的野外辐射仪有 FD—71 型闪烁辐射仪和 FD—72 型铀钍轻便普查仪、FD—31 型野

外γ能谱仪等；航空γ测量使用的仪器有FD—123型和FD—130型航空能谱航测仪等。

【FD—71型闪烁辐射仪】 FD—71 sointillation radiometer 是一种轻便、灵敏、手枪式铀矿普查仪。仪器由探测器、放大器、记录器和电源几部分组成、入射射线进入探测器被转变成为与射线强度成正比的电脉冲，再经放大和整形送到记录部分的率表电路，取得积分电流，由率表读出积分电流的大小，即反映出放射性强弱。仪器外貌如图示。



【FD—72型闪烁辐射仪】 FD—72 sointillation radiometer 是一种最简单的能谱测量仪器，用于地面伽马测量，可以定性地区分铀、钍。外貌与FD—71相似，内部电路略有不同。



【射气仪】emanometer 是一种测量土壤空气中的射气（如氡、钍射气）浓度的仪器。主要用来寻找铀钍矿床。早期的射气仪多是静电型的。如FD—103型射气仪等。它由静电计、电离室、唧筒、取气器等部件构成。土壤空气由取气器抽到电离室，通过静电计观测电离电流的大小来确定射气的浓度。此外，野外还采用比较轻便的FD—118型闪烁射气仪。工作时，先把气体引入闪烁室，氡、钍射气蜕变产生的蜕粒子打在闪烁室壁的硫化锌晶体上引起发光，再由光电倍增管转换成电脉冲，通过观测脉冲的数率大小来确定射气浓度。

【静电型射气仪】 electrostatic emanometer 是早期的一种测量土壤空气中射气浓度的仪器。详见“射气仪”。

【闪烁射气仪】 sointillation emanationmeter 是一种比较轻便的测量土壤空气中射气浓度的仪器。见“射气仪”。

【定标器】 scaler 是用来直接记录脉冲数目的仪器。当用各种计数管、闪烁计数器等探测元件探测放射性射线时，都是将入射的射线转换成电脉冲讯号，定标器直接记录下来的脉冲讯号能比较精确地显示射线强度。实际工作中，一种是采用定时记数

法，另一种是定数记时法。通常使用的是前者。一般的定标器是由讯号放大、整形、定标电路以及读数显示等部分组成。定标电路有二进制和十进制两种。

【甄别器】 discriminator 是选择脉冲的电子线路。它只允许幅度高于（或低于）某一数值（叫做甄别阈）的脉冲通过，在脉冲分析器内用以选择具有一定幅度的脉冲；在定标器内用来消除噪声和干扰。

【伽马能谱仪】 gamma（ray）spect－rometer 是测定放射性物质γ射线能量分布的电子仪器。能谱仪主要由探测器，幅度分析器、记录器三部分组成。工作时，探测器将不同能量的射线变成相应幅度的电脉冲并加以放大。放大的脉冲送到幅度分析器分离出不同幅度的脉冲，然后由记录器分别记录。由于它不仅可测γ强度而且可以测量γ能谱，因而可在天然状态下测量U、Ra、Th、K等含量。一般实验室用的伽马能谱仪有GP－1型和FH－421型等；野外用来测定土壤中微量铀钍含量的FD－31型野外伽马能谱仪等。

【FD－31型野外伽马能谱仪】 是测量土壤中微量放射性物质含量的仪器。可在天然产状下直接确定岩石中Ra、Th的含量，它的探测器和一般闪烁计数器一样，只是在放大级以后，让脉冲讯号经过甄别器选择后，再送到定标器上将有用讯号记录下来。仪器有两个微分道，其甄别阈值分别为U：1.4—1.95mev，Th：1.95—2.90mev。仪器的灵敏度：Ra：2×10^{-6}—5×10^{-6}克平衡Ra/克岩石，Th：5×开$10^{-6}-10\times10^{-6}$克Th/克岩石。仪器的测量范围，等效于2×10^{-6}—5×10^{-4}克平衡Ra/克岩石。

【伽马测量】 gamma survey 又称伽马探矿法。是用辐射仪测量γ射线来探测放射性矿床的一种最基本的物探方法。放射性蜕变过程中放出的α、β、γ射线穿透其它物质时产生的电离、荧光等效应的强弱与射线的强弱有关，而射线的强弱又与铀含量有关。所以铀含量的多少通过电离、荧光效应的强弱反映出来。辐射仪就是根据这一原理来测量不同射线作用所产生的不同大小的电离电流强度，或不同频率的荧光闪烁次数来确定野外各种岩石的放射性强度，然后再从放射性强度异常中间去找铀的富集地带。伽马测量是一种快速、简便、效果显著的直接找矿方法。它的缺点是探测深度小，受矿石的平衡状态影响大。由于β（或β+γ）射线在富铀地段比γ射线反映更明显，因此，在野外有时还配合进行β或β+γ测量。目前，有些轻便的能谱仪已在野外应用，进行铀钍半定量测量。

【伽马探矿法】 gamma－ray surve－ying 即“伽马测量”。

【地面伽马测量】 ground survey 又叫“步行伽马测量”。它是工作人员随身携速带轻便的辐射仪进行步行点测，或连续听测的一种工作方法；是在普查铀矿床中一种主要方法，而且比较适合于群众找矿工作。方法的特点机动灵活，不受各种地形条件的限制，可以布置网格状测网进行面积普查，也可以沿路线做路线测量。在室内计算γ强

度后将测量结果绘制成 γ 等值线图、γ 平面剖面图、并对异常进行登记，最后呈交综合地质物探图。

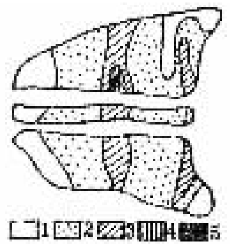
【汽车伽马测量】 car—borne gamma survey 在越野性能良好的汽车上，放置辐射仪进行野外测量的方法，叫汽车伽马测量。这种方法的特点是速度快，比较经济。但受地形条件的限制，只能在草原，森林草原、沙漠和起伏平缓的山地使用。

【航空放射性测量】 aeroradioactive survey 是把放射性探测仪器装在飞机上进行放射性测量的方法。一般，航空放射性测量与航空磁测、航空电法同时进行。航空放射性测量不仅可以寻找铀、钍、钾等放射性矿床，还可寻找与放射性元素共生的其它非放射性矿床，如稀有元素、稀土元素矿床，还可以为地质填图提供资料。航空放射性测量的优点是：速度快、成本低，可以在地面不易通行的沼泽，森林地区工作。但是，在山峦陡峻、高差很大的山区效果较差。随着直升飞机和航空能谱仪在地质工作中的广泛应用，将会显著地提高放射性测量的地质效果。

【顺便检查】 following examination 在区域地质调查中，对工作地区或矿区进行顺便的放射性测量称为顺便检查（或称顺便普查）。由于放射性元素往往与稀有元素、稀土元素、煤、铁、磷、金等矿床共生，对这类矿床进行顺便检查往往可以发现放射性矿床。顺便检查多采用 γ 辐射仪。对钻孔进行检查时，可用轻便型测井仪进行工作，或用辐射仪检查岩心的放射等。是一种比较经济、方便的工作方法。

【辐射取样】 radiometric sampling 是在探槽、坑道中的含矿地段，用辐射仪按一定点距精确测量放射性强度，来确定矿体厚度和含量的方法。虽然此法并不取下样品，但由于它与刻槽取样的作用相似，所以常称为辐射取样。它克服了刻槽取样的成本高、效率低、不能及时指导生产等缺点。为了消除周围放射性物质的影响，辐射取样往往采用各种专用铅屏或定向辐射仪。目前，在平衡偏向铀的矿区采用 β—γ 取样，在铀、钍混合矿区采用 γ 能谱取样，已取得较好的效果。

【伽马编录】 gamma—documentary 是在山地揭露工程中，进行详细的 γ 测量。其目的是查明工程内铀矿化的分布范围、形态以及铀的大致富集程度，以指导山地工程的掘进。伽马编录和地质编录同时进行。其成果用透明纸绘成 γ 等值线，附于地质素描图上。根据工程种类可分为探槽编录、浅井编录和坑道编录等，分别视其异常地段的情况，采用一定比例尺的测网进行编录。

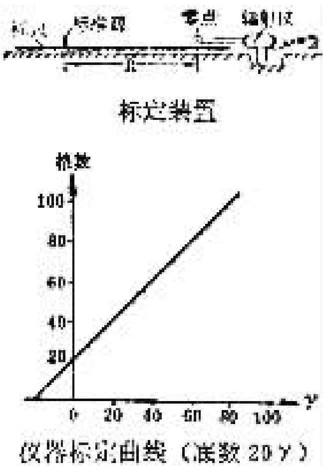


伽马等值线图

1. 小于20γ；2. 20～50γ；3. 50～100γ；4. 100～200γ；5. 大于200γ



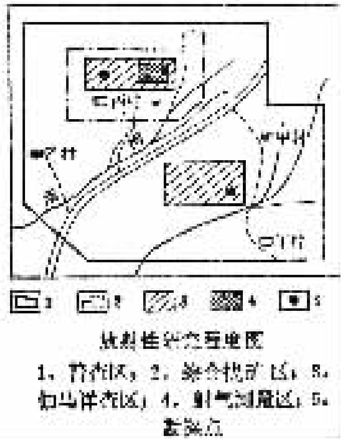
【标定】　callbration　利用辐射仪测量射线时，是把射线的能量转变成电能，推动表头指针偏转来反应射线强度的。究竟多大电流强度，表头偏转多少格，代表多少射线强度？这就要用标准源对仪器进行标定，即定出格值。标定是依据仪器在某一点所承受的射线强度（I）与放射源的射线强度（A）成正比，而与此点到源之间的距离（R）平方成反比的关系来进行的。关系式可以写成 $I=\frac{A}{R^2}$（A 是所使用标准源的常数，详见标准源）。标定时仪器和标准源的安置情况如图示。按事先计算出的不同强度（I）对应的距离（R），逐次改变源的位置，并记录与其对应的仪器读数。（即当 I＝900γ 时，计算 R＝30cm，则将标准源放到离探测器 30cm 处时，仪器承受的强度便是 900γ，这时仪器读数，便是由 900γ 所引起的）。绘制仪器读数（格）与 γ 射线强度（γ）之间的关系曲线，叫标定曲线。曲线的纵标表示格数（或脉冲/分），横标表示 γ 值。在标定曲线上便可计算出每一格相当多少 γ 强度，即格值。标定曲线上应注明所标仪器的型号、标定日期等。



标定装置

仪器标定曲线（底数 20γ）

【研究程度图】　investigation degree map　是根据所做物探上作的详细程度编制的一种图件。在某一工作区编制区域研究程度图的目的，是要从图上立刻看出这个地区研究的详细程度，查看远景地区。因此，在研究程度图上应绘制有 γ 测量路线、异常位置、伽马详测区、取样点等。比例尺要和工作比例尺一致。



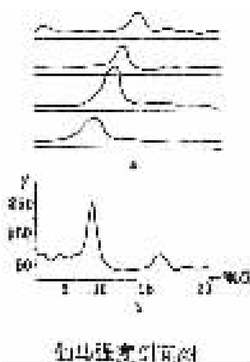
放射性研究程度图
1. 普查区；2. 综合找矿区；3. 伽马详查区；4. 射气测量区；5. 取样点

【伽马等值线图】 gamma－contour map 是表示 γ 测量详测成果的一种图件。等值线的间隔视岩石 γ 强度变化情况而定。在编制等值线图时，应参考区域地质的特点，以减少人为的主观成分。图为某区局部异常的等值线图。



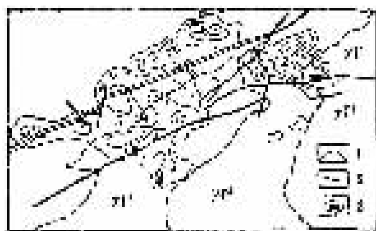
伽马等值线图

【伽马强度剖面图】 gamma activity profile 在伽马测量中，用来反映区域中 γ 强度分布的一种成果图。图中横座标表示剖面，纵座标表示各点的 γ 强度值。用圆滑曲线将各点强度值连接起来，即成为剖面图（图 b）。若将测区各剖面按剖间距，画到同一图上，即成为平面剖面图（图 a）。



伽马强度剖面图

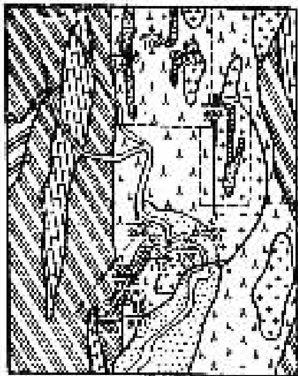
【相对伽马场图】 relative gamma field map 根据地面伽马测量所得数据，按岩性分别求出其正常伽马强度值，再根据各种岩石正常伽马强度值及其均方差划分伽马场的等级，然后把等级相同的强度点连接起来绘制成图，称相对伽马场图。相对伽马场在野外根据实测结果绘图计算一般可分为四级，即正常场、偏高场、高场和异常场。由于这种图是根据比较严密的数理统计编制的，因此，能较全面的反映出各种强度不同岩性的伽马场特点，能较清楚的反映伽马晕圈与矿化、构造体系的关系，特别是在小范围内更加明显。但是大面积上伽马场变化特征及找矿的规律等问题，有待于实践中进一步总结。

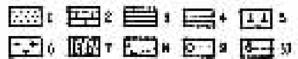


相对伽马场图
1. 地质界线；2. 断层；3. 相对伽马场界限

【综合地质物探图】 composite map of geology and geophysics 又称“地质、物探综合成果图”。是反映区域地质特征，附有代表性的异常点、揭露点的编号和强度的一种图件。图上标注异常点（或异常带）的类型（热液、沉积、淋滤等）、性质（铀、钍、

铀钍混合)、分布情况以及工作程度和远景区段等。图的比例尺一般为 1：100，000 或 1：50，000。它是一个综合性的最终成果图。





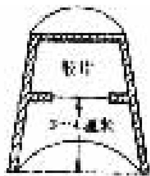
综合地质物探图
1. 第四纪沉积物；2. 石灰岩；3. 炭泥质页岩；4. 页岩；5. 闪长岩；6. 花岗岩；7. 石英脉；8. 远景区；9. 异常编号；10. 揭露点

【伽马能谱测量】 gamma－5peciromerry 是利用伽马能谱仪（如 FD－31、FD－123 以及 FD－121）测定地壳内放射性矿物放射出的 γ 射线，从而测定放射性矿物含量的一种方法。近年来，在地质普查和地质填图工作中，已应用此法测定天然产状岩石中的铀、钍、钾含量。它可在空中、地面和井下进行测量。

【射气测量】 emanation survey 又称氡气测量。是用射气仪测量土壤空气中射气浓度的一种物探方法。天然的三个放射系中都有一个气态元素，叫做射气。这些射气通过扩散或流通作用，分散在矿石周围的岩石孔洞及裂隙的土壤空气中。在扩散和对流过程中不断蜕变，这样便形成一个以矿体为中心的、浓度向外逐渐降低的射气场。对氡（Rn）来讲，这个范围可达 5—6 米，甚至十几米。利用射气仪可以测量土壤空气中射气浓度的变化，从而找到放射性矿体。射气测量主要在被覆盖的有远景的地区进行，一般不用于普查。

【氡气测量】 radon survey 即“射气测量”。

【α 径迹测量】 a－track etch survcv 又称径迹找矿法。是通过测量覆土层中的 α 径迹来寻找深部铀矿的新技术。其原理是应用 α 粒子穿过物质时可在物质中留下痕迹，其痕迹的数量与放射性矿物含量有关，痕迹反映的能量与矿的性质有关。具体做法是用硝酸纤维薄膜，或醋酸纤维薄膜等径迹探测器来记录 α 粒子的行迹。经化学蚀刻和镜下观察或扫描记录，计算探测器上由于 α 粒子轰击而产生的径迹的密度，进而判断深部铀矿是否存在。野外工作时将专用薄膜（如胶片）固定于杯子内，倒置于测点下 30—50 厘米深处，经 20—30 天照射后取出，再进行化学蚀刻、计算径迹密度。径迹测量的试验、研究和应用正在开展，在理论基础研究、探测装置结构和技术操作等方面虽不很成熟，但从试验情况看，找矿效果是良好的。



径迹探测装置示意图

【径迹探测器】 track detecter 用于 α 径迹测量的探测装置，是由胶片（如醋酸纤维或硝酸纤维）和塑料（或其它材料制成）杯两部分组成的。胶片长 3.5 厘米，宽 1.5 厘米，平放于杯内，距杯口约 3—4 厘米处。胶片是接受 α 粒子辐射用的，以记录 α 粒子径迹；杯子的作用是保护胶片、防止氡气散失、防水并保证测量条件。

【伽马吸收法】 method of γ－ray absorption 据伽马射线被吸收的情况，确定被穿透物质密度和组分的方法。γ射线穿过物质时，被吸收的基本规律是：

$$I=I_0 e^{-\frac{\mu}{\rho}\cdot d\cdot \rho}$$

（I是穿透厚度为d时测得的射线强度；I_0为入射射线强度；$\frac{\mu}{\rho}$为质量吸收系数对一般岩石接近于常数，负号表示被吸收）。能量大于0.5（MeV）的γ射线与物质作用时，主要产生康普顿－吴有训效应，测密度主要根据这个效应。这种方法可在室内或野外测定岩石、土壤、砂砾的密度。工作时可用钴源，镭源或新钍源、其中钴源为最好，它放出的γ射线平均能量为1．25MeV。

【伽马－伽马法】 method of gammagamma 测量物质对放射源射线的散射射线来确定物质密度的一种方法。γ密度计就是根据这些原理制成的。软γ射线（低能量的γ射线）与物质作用时，光电效应起主要作用。其吸收系数主要决定于原子序数。重元素的吸收作用特别强，可以根据情况确定重元素的含量。工作时，可用硒（Se^{75}）源，它的γ射线能量为0．235Mev。γ－γ测井、选择γ－γ测井都是根据这个原理。

【放射性同位素χ射线荧光法】 radio isotope x－ray fluorescence 是以放射性同位素作为激发源，用来照射待测样品，使受激元素产生二次特征χ射线（即荧光），使用χ射线荧光仪测量并记录样品中待测元素的荧光射线强度，从而确定样品的成分和有用元素含量的方法。方法的特点是：仪器轻便，操作简单，速度快，可在现场获得元素的品位结果。可以用来直接测量固体（包括粉末矿样）或液体样品中待测元素的含量。还可以在原生露头上直接测量有用元素的含量并划分矿与非矿的界限，用以代替或部分代替刻槽取样。也可以用来测量钻孔岩心中的有用元素。近年来，还有人用于海底测量。除此之外，在钻孔中直接测量有用元素的含量是它的一个新发展。这个方法的主要缺点是灵敏度不高，一般在千分之一到万分之一范围。它的主要放射源及其激发元素的范围见上表：

放射性同位素	强度（mc）	半衰期（年）	能量（KeW）	测量元素	
				K域	L域
^{55}Fe	10	2．7	6．0	^{16}(S)—^{23}(V)	^{42}(Wo)—^{60}(Nd)
^{233}Pu	30	86．0	13—27	^{23}(V)—^{34}(Sc)	^{56}(Ba)—^{78}(Pt)
^{109}Cd	3	1．3	22．6	^{27}(Co)—^{64}(Gd)	^{64}(Gd)—^{93}(Np)
^{241}Am	30	458．0	60	^{37}(Rb)—^{64}(Gd)	大于^{84}(po)

【χ射线荧光仪】 x－ray fluorimeter 是放射性同位素x射线荧光法所使用的仪器。它是根据放射性同位素放出的x射线作为放射源，激发岩矿样品中的元素，使之产生大量特征。射线的原理，所做成的仪器。根据特征。射线的能量来区分不同的元素，根据特征x射线的强度来确定元素的含量。仪器分为室内分析、野外携带及测井用的三种类型。各种类型的仪器均由探测器和操作台两部份组成。由于目前使用的探测器（正比计数器及闪烁计数器）能量分辨率不高，不能区分邻近元素的特征x射线。为此，常采用平衡滤片（即利用不同物质对不同元素的特征，射线具有选择性吸收的特性，所制成的一种物质薄片），置于探测器和待测元素的样品之间，以使之形成能量“通带”，造成只允许待测元素的特征x射线通过的条件，进而提高区分邻近元素的特征x射线的能力。

【伽马－中子法】 method of gamma－neutron 测量γ射线照射放射性试样或岩矿表面所引起的光中子密度的方法，叫伽马－中子法。又称光中子法。一般γ—中子反应都要求有较高能量的。射线。如用 Sb^{124} 的γ射线照射 Be^{9}，则转变为 Be^{8} 同时放出中子（即 $Be^{9}+\gamma \rightarrow Be^{8}+m$ 反应），通过测定中子强度来确定铍的含量。利用荷电质点加速产生较高能量的γ射线作为γ源，将使这种分析方法的应用范围大为扩大，有可能测定试样中氧、碳、锂及锌、锆、钾、铈、钨、铂、汞、铅、铋等元素或同位素的含量。

【光中子法】 method of photonneutron 即“伽马－中子法”。

【中子活化法】 method of neutron activation 利用中子照射某些元素，通过核反应，使这些元素转变为放射性同位素的过程，称为活化。研究活比生成的同位素的放射性特点，如半衰期、射线的种类和能量等，来确定试样中某些元素含量的方法，称为中子活化法，（简称活化法）。活化时，可以用快中子照射，也可以用慢中子、热中子照射，所以又分为快中子活化法和慢中子活化法。作为活化法的小型中子源有：镭铍源、钋铍源、锑铍源、Cf^{252}（锎）中子发生器及核反应堆等。用核反应堆产生的强大中子流（$5\cdot 10^{13}$ 中子/厘米^{2}·秒）及多道能谱仪，可以分析样品中某些极其微量的元素。这是其它方法达不到的。小型中子管配合能谱仪，可以在井中测量某些元素的含量，这为金属矿钻探开展部分代替取心提供了可能条件。中子活化法的分析灵敏度高，对于周期表中绝大部分元素的分析灵敏度都在 10^{-6}—10^{-11} 之间、少数元素可以更高些。

【活化】 activation 利用中子照射某些元素，通过核反应，使这些元素转变为放射性同位素的过程，称为活化。详见中子活化法。

【活化法】 activation method 即“中子活化法”。

【快中子】 fast neutron，high speedneutron 又称“高速中子”。指能量 0.5MeV＜E＜10MeV（兆电子伏特）的中子。详见“中子”

【中速中子】　intermediate neutron 又称“中能中子”。指能量 1KeV＜E＜0.5MeV 的中子，详见“中子”。

【慢中子】　slow neutron，low－speedneutron　又称“低速中子”，指能量 E＜1KeV（千电子伏特）的中子。详见“中子”。

【热中子】　thermal neutron　是慢中子的一个分类，指能量 0.002eV＜E＜lev 的慢中子。详见“中子”。

【冷中子】　cold neutron　又称“热下中子”。指能量大于 0.002 电子伏特，小于 1 电子伏特，而速度为 2.19×10^{5} 厘米/秒的中子。

【中子管】　neutrontube　是作为中子源用的小型加速器，有充气的和真空的两种类型。中子管产生的中子可以是连续的，也可以是脉冲的。它的加速能量为 70—300KeV。主要用来研究次临界反应堆的性能、进行中子活化分析、探测油井等。其优点是：尺寸小、便于携带，结构简单、操作维护方便；缺点是寿命短，约 200 小时左右。

【中子－伽马法】　raethod of neu－trongamma　用中子源照射某些元素，其原子核俘获中子后放出 γ 射线，通过测定 γ 射线的强度、能谱、半衰期等辐射特性，来确定这个元素在岩石或矿石中含量的方法，称为中子—伽马法。如 $_{23}V^{51}$ 经中子照射后转变为放射性同位素 $_{23}V^{52}$ 即 V^{51}（n，γ）V^{52} 反应，放出能量为 1.45Mev 的 γ 射线，半衰期等于 3.8 分，通过测定 γ 射线辐射特性可以确定钒的含量。不同元素的放射性同位素放出的 γ 射线都有它的特征能谱，所以，中子一伽马法有可能得到广泛的应用。但是，所用的装置比较复杂，并要求有高分辨能力的多道 γ 能谱仪。

【中子吸收法】　method of neutron absorption　中子穿过物质时，会被部分地吸收。根据吸收的数量来确定标本中某些元素含量的方法，叫做中子吸收法。在地质工作中常利用中子吸收法测定试样中的硼含量。因为它的热中子俘获截面很大（755 靶），比主要造岩元素大几个数量级。中子吸收法的优点是灵敏度高，可测出 0.01％的硼含量；其次，还可以用它来确定稀土元素及锂、钾、汞等含量。

【中子慢化】　slowing down of neutron　又称“中子减速”。是指快中子在与原子核不断碰撞的过程中，逐渐把能量传递给原子核，使自己的能量和速度逐渐降低的现象。由于慢中子和热中子与某些元素的原子核作用引起核反映的几率较大，因此，在核地球物理方法及中子防护中都需要对中子进行慢化。中子慢化经常用的材料是水、石蜡、石墨等。

【中子减速】　neutron deceleration　即“中子慢化”。

【有效截面】　effective cross section　粒子与原子核碰撞时，或被原子核俘获，或被原子核散射。我们设想在原子核周围取一小块面积作为靶，如有粒子击中靶发生核力

作用时，称这个靶的面积为总截面或有效截面。截面单位是靶恩（barn）。

【俘获截面】 capture cross section 是有效截面的一种，即粒子击中靶面被原子核俘获的几率。

【活化截面】 activation cross section 有效截面的一种，即粒子击中靶后被原子核俘获并产生放射性同位素的截面。

【散射截面】 scattering cross sectiont 是有效截面的一种，即粒子击中原子核后，被其散射的几率。

【靶恩】 barn 是表示入射粒子与靶原子核发生核力作用时各种截面的单位。1靶恩＝$10^{-24}cm^2$，在原子核物理中有时嫌太大，常用它的诱导单位毫靶恩。1靶恩＝10^3毫靶恩。

【原子核乳胶】 nuclear emulsion 是一种用来探测射线的照相底片。一个带电粒子射入乳胶后能使底片感光，故所经过的路径形成一条黑线，叫做径迹。根据径迹的长短、弯曲情况和疏密程度，可以研究带电粒子，鉴定其性质，在一定条件下可决定其能量，研究宇宙射线和测量辐射剂量等。原子核乳胶和普通照相底片的基本成分是一样的。但是，原子核乳胶的厚度大，对光不灵敏，其中溴化银的颗粒细、密度大。

【径迹】 track 指辐射粒子通过它在物质中的直接或间接的电离作用而在物质中留下的痕迹。它可以通过原子核乳胶、云雾室α径迹探测器等观察到。

【标准源】 radiodctive etalon 作为度量标准用的已知含量或强度的放射性物质称为标准源。工作时，测量样品中放射性物质的含量或校准仪器时，都要用标准源进行比较。标准源按放出的射线种类分为α源、β源和γ源。按放射性物质的物理状态分为固体标准源、液体标准源和粉末标准源。固体标准源，如镭源、钴源，主要用来校准辐射仪。液体镭源主要用来校准射气仪。粉末源主要在实验室测量样品中放射性物质含量时，进行强度对比用。

【α源】 α—radioactive etalon 指放射α射线的标准源。详见“标准源”。

【β源】 β—radioactive etalon 指放射β射线的标准源。详见“标准源”。

【γ源】 Y—radioactive etalon 指放射射γ线的标准源。详见“标准源”。

【固体镭源】 solid radium etalon 是固体标准源的一种。即将镭盐封闭在小玻璃管中，外面包有相当于0.6毫米厚的铂金属外壳。它在测点上所产生的γ射线强度可用下式计算：$I=\frac{A}{R^2}$式中A是标准源常数，单位为：g·r·m，常用的五号镭源，A＝84γ，六号镭源A＝840γ。

【中子源】 neutrone talon 指能够产生中子的装置。它是利用各种能够产生中子的核反应获得中子的。描述中子源的重要参量：一是中子源的强度；二是发射中子的能

量。最常用的中子源是镭铍源或钋铍源。它是利用镭或钋产生的α射线与铍产生核反应而放出中子的。这种中子源比较简单，但中子产额较小（一般在 10^5—100 中子/秒数量级）。利用加速器可以获得较大的中子产额（达 10^{12} 中子/秒数量级）。在这类装置中常用的核反应是：


D^2（氘）＋T^3（氚）→He^4＋n（中子）


D^2（氘）＋D^2（氘）→He^3＋n（中子）


T^3（氚）＋D^2（氘）→He^4＋n（中子）

也就是加速氘（或氚）离子打在氚（或氘）靶上，使其产生中子。中子管也能产生较强的中子流。作为中子源，核反应堆可以产生更强大的中子流（10^{13}—10^{14} 中子/厘米^2·秒数量级），对于一些元素的活化分析是很有用的。近年生产的锎（Cf^{252}）中子源是地质工作中比较理想的小型中子源。

【居里】　curie　是放射性强度的单位。放射性物质在单位时间内原子核发生蜕变的次数称为放射性强度。凡每秒钟发生 3.7×10^{10} 次蜕变称为一居里（一克镭每秒发生蜕变的次数与一居里很接近）。由于居里单位太大，在应用中常取毫居里和微居里（1毫居里＝10^{-3}居里；1微居里＝10^{-6}居里）。因为放射性物质单位时间内原子核发生蜕变的次数与原子的总数成正比，所以，已知某物质的放射性强度是α居里，可利用 $x=7.7\times10^{-9}\cdot\alpha\cdot T$ 式来计算这个物质的质量（x 为质量，单位为克。A 为原子量；T 为半衰期，单位为天）。

【放射性强度】　intensity of radia－tion　指放射性物质在单位时间内，原子；核发生蜕变的次数。常用毫居里（10^{-3}居里）或微居里（10^{-6}居里）表示。详见“居里”。

【爱曼】　eman　是液体和气体放射性物质的浓度单位。常以单位体积的居里数表示，1爱曼＝10^{-10}居里/升（相当于每升射气中每秒有 3.7 次蜕变）。

【重量浓度单位】　weight concetration unit　是固体放射性物质的浓度单位。表示一克岩石或矿石中所含放射性物质的克数，用克铀/克岩石或百分号表示，如 0.3％铀，即表示一克岩石中含 0.003 克铀。

【伦琴】　roentgen　是放射性射线的辐射量单位或剂量单位。指在摄氏零度和760毫米水银柱气压的标准状态下，一立方厘米的干燥空气中由射线产生一个静电单位电量的辐射量叫做一伦琴。它的大小直接地决定于它在空气中能量的损失。有时，伦琴也被定义为一立方厘米空气中，产生 2.083×10^9 对离子的辐射量。伦琴是1937年国际放射性学会规定的γ射线、伦琴射线的国际单位。

【伽马（γ）】　gamma　是剂量率单位。剂量率是表示单位时间内单位体积吸收的能量大小。剂量率的单位是伦琴/小时。由于这个单位太大，常用伽马（γ）来表示。1伽马＝10^{-6}伦琴/小时＝10^{-3}毫伦琴/小时＝1微伦琴/小时。在地质工作中，采用γ（伽

马）这个剂量率单位表示辐射强度，这是由于在一定的射线能谱范围内，它们之间呈正比关系。剂量率不是辐射强度。辐射强度是单位时间内通过一平方厘米面积的量子能量流，用符号 I 表示。

【剂量率】 strength of lose 表示单位时间内单位体积吸收的能量大小，以伦琴/小时表示之。详见“伽马”。

【电子伏特】 electron－volt 是物理学中量度微观粒子能量的单位。它的含义是一个电子通过电势差为 1 伏特的电场时所获得或减少的能量大小。1 电子伏特等于 1.602×10^{-2}尔格。用符号“eV”表示。在核物理学中常用它的一百万倍作为单位，叫做兆电子伏特，用符号 MeV 表示；也有时用千电子伏特作为单位，用符号 KeV 表示。即 leV＝10^{3}KeV＝10^{-6}MeV。

红外探测

【红外探测】 infrared detecfing 是通过波动式的红外仪器，接收地表辐射的红外能，探测地球资源的方法。各种物质由于其成分、结构以及所处的地质条件不同，其自身的温度与辐射特性也不同，反映出不同的红外图象。对红外图象进行分析，可以判别物体的成分、结构、性质以及所处的状态，从而区分物体。在飞机或宇宙飞行器上应用红外照象与红外扫描成象的方法，分别在白天和夜间接收地表的红外能，进行地球资源探测，当前已受到各国很大的重视，特别是在大面积水文地质普查中，可用于水文地质填图。寻找地下热源、水源、划分雪线、冰川的分布范围，监视其溶化情况，准确预报水情与洪峰，了解河流及海岸线的侵蚀、沉积及变迁，为合理采取治理措施提供依据。此外，正研究用于调查大地构造变动，寻找与热作用有关的矿床以及用于监视火山活动，森林着火，监视水和空气的污染、植物生态变化情况等，并广泛用于军事侦察。

【红外线】 infrared ray 是波长在 0.75 微米到 300 微米（μm）的一段光谱。它是整个电磁波谱的一部分，具有可见光和无线电微波两者的某些特征：能借助于透镜和反射镜进行光学聚焦和定向，借助于分光棱镜进行散射、分光；还能透过可见光不能透过的某些物质。按波长不同又分：近红外（0. 75—1.5μ）、中红外（1.5—5.6μ）、远红外（8—14μ）和超远红外（＞15μ）。温度高于绝对零度的任何物体，由于其原子和分子的振动及旋转都辐射红外能，其辐射能量的大小由下式决定，$W=\varepsilon\sigma T^{4}$。式中：W 为单位面积内的辐射功率，单位是 W·$cm^{-2}$；$\varepsilon$ 为物体的辐射率，σ 为斯蒂芬－波尔兹曼常数 $\sigma=5.6697\pm0.0029\times10^{-12}$，单位是 W·$cm^{2°}K^{-4}$；T 为绝对温度（°K）。同温度下的不同物体或处在不同温度下的同一物体（如冷水与热水）将辐射不同的能量。

【近红外】 near infrared 在红外光谱中，波长在 0.7—1.5μm 的一段光谱称为近

红外波段。由于这一段主要是反射红外光组成，又称为反射红外。近红外适于进行红外摄影，红外扫描可用红外辐射计探测。

【中红外】 medium infrared 波长在 1.5—5.6μm 的一段红外光谱称为中红外波段。在这一波段中以辐射红外为主，并有部分反射红外。中红外可用扫描器和辐射计接收。

【远红外】 far infrared 波长在 8—14μm 的一段红外光谱称为远红外。这一波段的红外线，主要由物体的辐射产生，又称为辐射红外。或发射红外通常还将大于 15μm 的一段称为超远红外。远红外辐射可用扫描器和辐射计接收。

【热红外】 therma infrared 波长在 3—5μm，8—14μm 的一段红外光谱，以物体产生热效应的热辐射作用为主，称为热红外。

【照相红外】 photography infrared 波长在 0.75—1.1μm 的红外光谱，由反射红外组成，适于用红外胶片感光，称为照相红外。

【红外摄影】 infrared photography 也称“红外照相”，用附有红色滤光片的可见光摄影机，将被探测物体的反射红外能直接感光在红外胶片上。红外胶卷在白天摄影主要是利用物体对太阳辐射的反射部分，所以只能与物体的反射特性有关，不能测量物体的温度和辐射率，如果在夜间进行红外摄影，必须用红外光源照射目标，这就是有源红外照相，是航空摄影方法之一。在地质填图、寻找水源、区分植物类型和生长阶段以及病树分布等方面都有独特效果。红外摄影一般与可见光摄影同时使用。

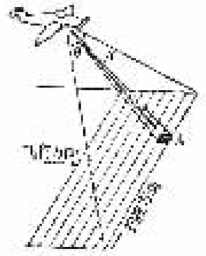
【多波段照相】 multiband photography 将可见光到近红外一段的电磁波谱，分成若干波段用相应的多镜头照相机照象，称为多波段照相。

【红外扫描】 infrared scanning 是用逐点逐行扫描接收目标的辐射与反射红外能的方法。它区别于红外摄影，目前主要用于接收中远红外能。红外摄影只能对 0.7—1.1 微米的近红外波段进行感光，不能接收大于 1.1 微米的红外光谱。红外扫描可以接收从 0.7 微米至 14 微米的红外波段。

【红外扫描成象】 infrared soailner imagery 系通过特殊的光学系统，对视场内的目标连续进行扫描，并将接收到的红外能转换成热红外图像的方法。即在飞行器上以一瞬时视场依次对地面连续扫描，地物中每一瞬时视场面积的红外光辐射，经光学聚焦到致冷器中的探测元件上，从对红外敏感的探测器输出的电信号经过电子系统进行放大、校正等一系列处理后，再通过电光转换，并与地物扫描同步地扫描成一幅热红外图像的整个过程。目前，组成二维图象的方法大都用一机械扫描镜垂直于仪器移动的方向扫描而成。由于机械扫描系统结构复杂、笨重，仪器噪声大，因此已开始用红外探测器阵列来代替机械扫描。红外扫描图象就是被探测物体的热红外图。

【红外扫描器】 infrared scanner 又称“红外扫描成象仪”，是直接接收地物自

身红外辐射或反射的被动式仪器，白天黑夜均可工作，尤其适合于夜间和黎明前。按不同要求，可选用不同的工作波段。目前常用的是 3．5—5 微米和 3—14 微米两个大气窗口。相应的元件是锑化铟、锗掺汞和蹄镉汞。整套仪器是由地物光学扫描、红外探测器及致冷机、电子系统、电光转换、胶片或磁带记录系统等组成。在地球资源遥测中，红外扫描成像仪都按装在飞机或卫星上对地面进行扫描，当飞机向前飞行时，扫描镜垂直飞行方向旋转而扫出一条窄带，胶片上的图象与地面目标一一对应（见图）。用红外扫描成象仪所得到的图象，就是被探测物体的热红外图。它与物体的温度、辐射率等性质有关，可用于军事侦察，等方面。


红外扫描原理图
地球资源探测和医学

【红外辐射计】 infrared radiometer 是一种可逐点或连续测得地物的绝对辐射量的仪器。它是由一透镜以固定的视场角接收视场范围内目标及背景的辐射能，并把它聚焦在相应的探测器上，探测器输出的信息经过电子处理后，用数码管显示或以曲线形式记录在纸带上或磁带上。在目标辐射率变化不大的条件下，可用黑体源作为校准源来测出目标的辐射温度。作为航空红外扫描成象的地面检查仪器。这种仪器还广泛应用于工业上的各种非接触式测温以及遥测海水温度等。

【红外扫描辐射计】 infrared scanning radiometer 一种折射式的红外扫描成象仪，它直接对地物光学系统的焦面扫描，并附有黑体源，能测出物体的绝对辐射强度和辐射温度的仪器。它较红外辐射计优越的是能得到物体绝对辐射能的二维图象，主要应用于气象卫星和地球资源勘探上。在卫星上可用于测量从大气方向来的发射、透射或散射的电磁波的强度，并以时间、空间和波长作为这些测量的变数，然后用各种方式把这些测量结果解释成大气的成分、浓度以及它们的物理状态，如温度、气压、速度等。

【多光谱扫描】 multispectral scan－ning 对从紫外到红外一段的电磁波谱分成若干光谱段进行扫描成象，称为多光谱扫描。

【多谱扫描成象】 multispectralscanning imagery 与红外扫描成象相同，其区别仅在在于将接收到每一瞬时视场面积的地物光谱辐射，首先通过一分光系统，按需要分成若干个波段，再分别聚焦在对不同波长敏感的探测器上，每一探测器输出的信号，同红外扫描成象一样，经过一系列的放大处理后分别转换成各个波段的单独图象。多谱扫描成象是可见光与红外光相结合的新技术，一次扫描可以接收到从紫外光到红外光的多光谱资料。

【多谱扫描器】 multispectral scan－ner（MSS)；是用作多谱扫描成象的装置。其波段可根据需要选定。目前的多谱扫描器如大地卫星 1、2 的 MSS 是 4 波段的，大地卫星 3 的 MSS 是 5 波段的，还有“个波段和 24 个波段的都有。其相应的探测器是：

0.34—0.5μm（光敏元件），0.53—1.1μm（硅单晶）；1.18—2.0μm（锗单晶）；2.1—4.75μm（锑化铟），8.0—14μm（锗掺汞、碲镉汞）。多谱扫描器比单一波段的红外扫描器可以获得更多的信息，并较全面地反映地表辐射特性。各段信息通常记录在高密度磁带上，也可以由电子计算机进一步处理；如几个波段的叠加，进行假彩色合成，图象比值等，以提高信息的分辨率，使图象解释更为单一。它已日益成为地球资源探测的重要手段。在地质填图、寻找水源、地热调查、监视环境污染和土地利用等方面，起着越来越大的作用。但其成本较高，技术要求复杂，适于白天工作，夜间不能充分发挥作用，这是其不足之处。

【传感器】 sensors 是用以扩展人体器官固有感觉的高灵敏度遥感器件。它是通过光电变换的方法，探测和显示自然地形、地物与人为目标所辐射与反射（散射）的弱信息装置。

【热象】 thermal image 通过光电及电光转换方法测量目标的热辐射特性所显示出来的图象。

【红敏元件】 infrared acuite element 又称红外探测器。能高效率地接收红外辐射能的元件。对应于不同的红外波段有不同的红敏元件，通常：0.7—1.1μm 是用硅光二极管；1.1—2μm 用锗单晶；3—5μm 是锑化铟；8—14μm 是碲镉汞或锗掺汞。按探测器工作原理不同，分为红外热探测器和红外光电探测器。

【红外探测器】 infrared detector 即“红敏元件”。

【探测率】 detectivitv 是衡量红外探测器对微小的红外辐射探测能力的一个参数，以 D^* 表示，其单位为厘米·赫$^{1/2}$·瓦$^{-1}$。红外探测器的 D^* 越大，其温度灵敏度越高。

【响应率】 respondivity 指红敏元件接收辐射能后输出电信号的能力，以符号 R 表示。单位是伏/瓦，响应率越大，红外探测器灵敏度越高。

【红外热探测器】 infrared thermal detector 在红外线的辐射下，物体温度会有所升高，与温度有关的某些物理性质也会相应地变化，利用这种热作用原理制成的器件，称为红外热探测器。它对各波长的红外线都有相同的灵敏度。辐射热电偶、热电堆、气动探测器，测辐射热器、热敏电阻等均属此类，它们的特点是时间响应常数大，灵敏度低，一般用于测量温度缓慢变化的物体。

【红外光电探测器】 infrared photoelectric detector 在红外线的直接作用下，半导体材料的电学性质会发生显著变化。利用这种半导体光电效应而制成的探测器就是红外光电探测器。它具有响应快，灵敏度高以及灵敏度随红外波长不同而显著改变的特点。衡量探测器优劣的主要参数有探测率 D^* 和响应率 R^*。

【遥感遥测技术】 remoto sensing and telemetry 是根据电磁波的理论，应用现

代化技术，不必接触被测物体就可收集远距离目标的信息，并进行处理确定其物理参数的理论与方法、统称遥感遥测技术。它分为遥感遥测两类，所包括的方法习惯上通常有摄影测量、电视测量、多光谱扫描、红外扫描、侧视雷达测量、激光测量、微波辐射测量、全息摄影测量等。常规的航空物探方法不属遥感遥测技术。

【遥感】 remote sensing 遥感遥测技术的一种，是指被动地接收远距离目标辐射的信息方法。

【遥测】 telemetry 遥感遥测技术的一种，是指主动地向远距离目标发射信号，同时接收目标的反射或散射信息的方法。

【航天遥感】 space remote sensing 泛指从卫星轨道上对地球的遥感。目前用于地球资源勘探的航天遥感有：多波段扫描（MSS）、反束光导摄象（RBV）、热红外扫描（IR）以及侧视雷达（SLR）等。

【航空遥感】 air remote sensing 在飞机（飞艇或汽球）飞行高度上对地球的遥感。按飞行高度不同，又分为：低空遥感（在5000M以下）、中空遥感（高度在5000—10，000M）和高空遥感（高度为10，000—20，000M）。所用的遥感方法有：全色照相、多波段照相、热红外扫描、侧视雷达、红外热辐射测量、微波辐射等。

【反射率】 reflectivity 表示物体光学特性的参数之一。是指物体表面反射的辐射能与辐射到此物体上的全部辐射能之比，用符号ρ表示。它与物质表面性质有关，表面越光滑反射率越高。金属的反射率高于其它物质。

【辐射率】 radiance 指物体自身辐射的能量与同一温度下绝对黑体所辐射的能量比，用守号ε表示。辐射率仅仅与物体表面的性质（成分、结构）有关。在定给温度条件下，任何物体的辐射率在数值上等于此物体的吸收率。$\varepsilon=1-\rho$。辐射率有时称为辐射系数。当辐射能投射到物体表面时，就发生反射、吸收和透过。物体吸收了辐射能后温度升高，并随之又辐射出一部分能量。

【辐射系数】 radiant coefficient 辐射率有时称为“辐射系数”。

【辐射对数递减率】 logarithmic amping ratio of radiation 即“吸收系数”。

【透过率】 transmissivity 表示物体光学特性的参数之一。是指物体透过的辐射能与辐射到该物体上的全部辐射能之比τ用符号τ表示。大部分物体对红外光谱是不透明的，$\tau=0$，只有硅、锗、氟化镁等晶体能透过红外辐射。透过率大于百分之七十的晶体就被看成对红外是透明的，可以做红外探测器的滤光片。

【吸收率】 specific absorption 物体吸收的辐射能与辐射到这一物体上的全部辐射能之比，用符号a表示。

【吸收系数】 absorption coeffi－cient 传递到物体内部的辐射能，随着传递深度的增加而减少的能量数值称为吸收系数，用符号k表示。“k”表征物质对通过此物质

表面而进入其内部的辐射能的吸收能力。又称辐射对数递减率，单位为 $A^{\circ -1}$。

【热辐射】 thermal radiance 高于绝对零度的物体其表面连续发出的辐射能。

【热容量】 heat capacity 由目标发出的热量与这一目标相应的温度升高值之比，即目标温度每升高一度所发出的热量。

【热惯量】 thermal inertia 热惯量就是物质对热的惰性。是衡量每个物质热特性的指标之一。热惯量大的物质，受周围热的扰动影响较少；热惯量小的物质，易受周围热扰动的影响，其温度变化较大。它常以符号 P 表示，为导热率（K）与热容量（C）的复合函数。$P=\sqrt{KC}$。其单位为 $CM^{-2}CC^{-1}S^{1/2}$。

【大气效应】 atmospheric effect 光谱辐射通过大气时，因产生反射、散射、吸收和透射改变了入射光谱的强度和成分的作用，也叫大气干扰。如水气、水滴、二氧化碳、臭氧、氮气、沼气和灰尘都能使入射光谱产生强烈的散射和吸收。如二氧化碳在波长为 2.7μm，4.3μm，14. 5μm，水在 1.1μm、1. 38μm、1. 87μm、2.7μm、6μm 和臭氧在 9.5μm 处都有吸收带。不同高度、地区和时间，大气效应不尽相同，对遥感工作有直接的影响。

【大气窗口】 atmospheric window 不为大气所吸收或吸收很少的电磁波波段。大气对红外波段的传递影响很大，大气成分中的氮和氧，是无极性的，不存在分子吸收。但水蒸气，二氧化碳和臭氧却大量选择吸收红外光谱。据实验，大气有六个窗口可以透过红外辐射，分别在近红外波段二个 0.7—1.1/μm，1.1—1.9μm，中红外三个 1.9—2.7μm；2.7—4.3μm；4.3—5.9μm；远红外一个 7.9—14μm。大气中的温度，湿度和大气溶胶（尘埃、碳粒子、烟、水珠、盐粒子，细菌等悬浮粒子体）是影响红外线透射的主要因素。如在 2.7μm、4.3μm 和 14.5μm 波长上有二氧化碳的吸收带；在 1.1μm、1.38μm、1. 87μm、2.7μm 和 6μm 上有水的吸收带，在 9.5μm 处有臭氧的吸收带。因此在高空测量地面红外辐射能时，必须了解当时大气对红外线的吸收情况。

【点光源】 point light source 任何光源的尺寸小于扫描器的瞬时视场面积时，这个光源视为点光源。

【背向散射】 back scatter 雷达波束照射到较粗糙的目标时，不完全发生镜面反射，其一部分能量沿入射方向散射。侧视雷达就是接收这种散射信号。目标的粗糙度是波长（λ）和入射角（α）的函数。同一表面，雷达波束的入射角与波长不同，其表现出的光滑程度也不同。一般认为：目标的起伏 $h_m<\frac{\lambda}{B}$言 cosα 是光滑的；$h_m \geqslant 2\lambda\cos$ 是粗糙的。

【绝对黑体】 absolute blackbody 指在任何温度下，将辐射到其表面上任何波长的辐射能全部吸收的物体。也叫普朗克辐射体，其吸收率与波长、温度无关。它的特征是吸收率 $\alpha=1$ 面反射率（ρ）和透过率（τ）都等于零，即 $\rho=\tau=0$；辐射率等于吸收率，即 $\varepsilon=\alpha=1$。近于绝对黑体的物质，其颜色不一定是黑的，如白色霜冻的吸收率就高达 0.985，是所有物质中最接近绝对黑体的。在 −9.6℃ 条件下，透明的冰的吸收率也到 0. 965，与黑漆相近。黑体单位面积辐射的总功率可由普朗克公式得出。

$$W_{黑体}=\int_0^\infty \gamma\lambda，TdT=\sigma T^4$$

式中，σ 为斯蒂芬－波尔兹曼常数，$\sigma=(5.6697\pm0.0029)\times10^{-12}$. W. cm^{-2} K^{-4}。温度与黑体辐射能量分布曲线的极大值所对应的波长关系为：

$\lambda_m=\frac{2897}{T}$，单位是微米（μm）。绝对黑体源被广泛应用于红外仪器的绝对校准源，以便测定物体的辐射温度及红外吸收光谱特性等。

【普朗克辐射体】 Planck’s radiantbody 即“绝对黑体”。

【灰体】 gray body 指辐射率只与温度有关而与波长无关的物体。在同一温度下，辐射率（ε）等于吸收率（α）是个小于1的常数，即 $\varepsilon=\alpha=$ 常数<1。灰体的辐射谱是连续的，其辐射强度曲线与同温度下绝对黑体的辐射曲线相似。在地球上，绝对黑体和近于绝对黑体的物质是较少的，日常见到的大量物质，如喷气式飞机的尾翼、空气动力学上的热表面、无发动机的空间飞行器、人、地球和空间背景都属于灰体。在许多工程计算中用灰体来计算已满足精度要求。所以在地球资源探测中，灰体是经常接触的不可缺少的概念。

【选择体】 selective body 指辐射踏不连续、辐射率 ε 是波长的函数的物体。当在窄的频谱间隙内，选择体可看作灰体。所以在各种工程计算中仍可按灰体来计算。

【消色物体】 achromatic body 对入射的白光没有分解能力的物体。它对各种光谱呈无选择的吸收。当吸收很少，反射很多时呈白色，吸收很多、反射很少时呈黑色，中间过渡是淡灰、浅灰、中灰、深灰等灰色，按吸收程度一般可分10个灰度等级。见表：

灰 阶	吸收率%	色
1	0—10	白
2	10—20	灰白
3	20—30	淡灰
4	30—40	浅灰
5	40—50	灰
6	50—60	暗灰
7	60—70	深灰
8	70—80	淡黑
9	80—90	浅黑
10	90—100	黑

【彩色物体】 colorbody 指对入射的白光有分解能力的物体。它对各种不同的波长具有不同的吸收率，于是可以看到物体反射的彩色光。不同物体对不同的光波具有固定的吸收、反射、透射的光学特性，而没有固定的颜色。物体的颜色是随着光源色光的成分而变化的，在不同天气条件下，拍摄空中彩色象片，由于光源色光成分不同，同一种岩石的颜色是不同的。

【主动系统】 active system 又称有源系统。是基于向目标发射能量，并接收其反射（散射）回波，测量目标的吸收和反射（散射）谱的仪器设备。如侧视雷达，激光

器系统等。

【有源系统】 active system 又称“主动式系统”。

【被动系统】 passive system 又称“无源系统”。是单纯接收目标本身发射的能量以了解目标性质的遥感仪器系统。如热红外扫描系统，微波辐射系统等。有时把接收目标反射太阳能的它动系统，如航空照相及多波段照相，也归入被动系统。

【无源系统】 passlve system 又称“被动式系统”。

【有源红外仪】 activeinfrared meter 专门以一红外光源照射目标后接收其反射红外光谱的仪器。又称主动式的红外仪。

【无源红外仪】 passive infraredmeter 不需要专门红外源照射，接收由于太阳照射的反射红外光谱和目标自身发射的红外光谱的仪器。又称被动式红外仪。如红外摄影机，红外扫描器等。

【毫弧度】 milliradian 弧长与张角之比称为弧度。1弧度等于57.29758°。千分之一弧度是毫弧度，是角或相位测量的单位。在红外与多谱扫描中是衡量瞬时视场大小的单位。

【孔径】 aperture 照相中指光圈，红外扫描成象指有效通光面积。

【相对孔径】 relative aperture 照相机和红外扫描成象仪的焦距与有效通光孔径之比。例如：f：1.5，也叫作f数。焦距一定时，孔径越大，通过的光线就越多。在可见光照相时，曝光速度就较快，在红外扫描时，温度灵敏度就越高。

【扫描角】 scanning angle 又称“视场”。

指扫描镜扫过地物的最大角度。也就是从扫描镜对一条扫描线两端之间的夹角。用符号θ表示。$\theta=2\mathrm{arctg}\frac{L}{2H}$。式中，L为扫描线长度；H为扫描镜相对地面的高度。扫描角越大，地面扫描的宽度也越大，瞬时视场面积也迅速增大，仪器的分辨率就降低。参见“瞬时视场面积”条的附图。

【视场】 field of view “扫描角”。

【瞬时视场】 instantaneous field of view 表示红外或多光谱扫描仪器的空间分辨率的参数。是指扫描镜处于某一瞬间时，能进入扫描仪探测器内的红外辐射能的立体角。用符号β表示。它由光学系统的一些参 数决定。$\beta=\frac{\delta}{f^{\circ}}$式中，f是光学系统的总焦距，δ是红外探测器上的成象线径。β越大，空间分辨率越低，但因为红外仪器接收的辐射能与β^2成正比，所以温度分辨率就越高。为提高红外成象仪的温度灵敏度，又不致损失仪器的空间分辨率，应根据工作需要和技术条件，对β作最佳的选择。

【瞬时视场面积】 instantancous field area of view 指瞬时视场在目标上所对应的面积，用符号A表示。$A=\frac{\pi}{4}\cdot\beta^2\cdot H^2$。式中，H是仪器同目标间的距离。如在飞机上时为飞机对地面的高度；β是瞬时视场。红外热象图上的一个光点亮度相应于一个瞬时视场面积内的辐射强度。瞬时视场面积随扫描距离的改变而变化。在飞机上向地面扫描时，在同一条扫描线上，从飞机垂直向下的瞬时视场面积（A）同两侧的瞬 时视场面



积（A′）是不同的，其关系是：$A'=A\sec^3\theta$ 说明沿扫描线对地物的分辨能力随扫描角的增大而减小。

【噪声等效温度差】 temperature difference equivalent noise 探测目标上两个相邻单元（象元）之间的温差所给出的信号等于系统的噪声，此温差叫噪声等效温度差。它是衡量仪器灵敏度的指标，用 NEΔT 表示，噪声等效温度差越小，仪器灵敏度越高。它与下列参数有关：

$$\Delta T=\frac{(AD\cdot\Delta f)^{1/2}\cdot K}{D^*\ [\varepsilon k\sigma T^3\beta^2 S\tau K]^{10}}$$

式中： AD：探测器接收面积

D*；探测器的探测率

Δf：仪器的系统带宽

ε 探测目标的发射率

k：在（$\lambda_1\lambda_2$）波段内与全波段辐射能之比

T：探测目标的绝对温度

S：光学系统接收面积

β：瞬时视场

τ：大气透过率

K：光学系统的接收效率

式中空间分辨率 β 与 ΔT 是相互制约的，要根据任务要求进行综合考虑。

【温度灵敏度】 temperature sensitivity 常以“噪音等效温度差表示”。是红外仪器对最小温度差的分辨能力。

【空间分辨率】 space resolution 指对地面几何线度的分辨能力。即在瞬时视场内所能分辨地面最小目标的尺寸，其量值相当于瞬时视场在地表所对应的弧长。

【速高比】 velocity—height ratio 指谱的扫描中，飞机速度与高度之比。在红外和多光飞机对地面的高度和飞行速度，都会影响扫描线的重叠率。为保证重叠率的一致，用速高比作为一个参数，用来控制飞机的速度或成象系统的胶片移动速度。

【正切扫描】 tangent scanning 在飞行器上的扫描器，当扫描镜对地物扫描时，其瞬时视场面积相对于从地面航迹向两边在地面上的移动的距离，同扫描角 θ 的关系是：$d=H\tan\theta/2$，故称正切扫描。扫描角 θ 越大，在地面上扫描的速度越快，因此在胶片上作成象扫描时，光点的分布也应按 $\tan\theta/2$ 关系。若采用飞点管扫描成象，就需用正切扫描来代替通常锯齿波的线性扫描。使胶片的象点与地面上扫描的速度一一对应，保证图象的几何精度。通常在电路上使迥路的电流与电压的平方成正比方式来得到正切扫描线，正切扫描校正一般是把空中磁带在地面回放时进行的。

【侧滚补偿】 roll compensation 飞机或飞行器绕其纵轴自转为侧滚。由于侧滚而产生的影象畸变所需进行的校正，谓之侧滚补偿。在进行红外或多光谱扫描时，一般在

仪器上都用一个垂直陀螺，记录下飞行器的侧滚信息作为一个校正信号，以便在地面回放时，对由于飞行器的侧滚所造成的畸变进行校正。

【致冷器】 cooler 在热红外扫描中，用来使红敏元件冷却到超低温状态下的设备。用碲镉汞（Te、Cd、Hg）元件时，使用一个特制的杜瓦瓶，内充液态氮，可以冷至 77°K。如果用锗掺汞元件，就用迴热式致冷器或双级节流致冷器，可冷至 30°K。

【黑体源】 black body resource 又称“基准源”，是一个已知辐射量的黑体。作为辐射标准用以校准热红外仪器和标定辐射强度。现代的红外扫描器在视场的两端，分别有一个低于测区温度的冷黑体和一个高于测区温度的热黑体，作为冷源和热源，以标定所测得的热辐射值。

【基准源】 reference resouace 又称“黑体源或校准源”。

【反束光导管摄象机】 return beamvidicon camera（RBV） 又称“高分辨率电视摄象机”。是大地卫星的主要遥感仪器之一。如第一、二个陆地卫星的反束光导摄象机是由三台相同的电视摄象机组成，每台都备有滤光片、反束光导管和控制装置。三个摄象机上的滤光片不同，其中一个是近红外波段。工作时三个镜头对准同一地面进行同步成象，曝光时间是由地面发指令选择。每天可拍 188 个图象，贮存在磁带上，待以后向地面传送，也可以直接传送给地面接收站。RBV 的工作原理，和一般光导摄象管基本相同，但其信号电源不是光导层的传导电流，而是光导层反射回来的电子束，其反射量与光导层上的电荷多少成正比变化。反射回来的电子束在电子倍增器上进行五级低噪声放大，然后从阴极上输出。再经放大处理成象。

【高分辨率电视摄象机】 hig hreso—lution television camera 即“反束光导管摄象机”。

【红外变象管】 infrared image conveter tube 是利用红外光电效应制成的，将看不见的红外图象转变成可见图象的扫描变象管。来自物体的红外线经过物镜后，在变象管的半透明的光阴极上可造成热红外图象。由于光电效应，光阴极各部位都发射出光电子，红外线越强的部位发射出来的电子数目就越多，于是在半透明膜的另一侧形成电子象。这些电子在静电场中加速运动，通过电透镜射到作为阳极的荧光屏上，发出可见的荧光，萤光的强弱与入射的电子数目成正比。在荧光屏一侧形成电子倒象，另一侧为可见图象，通过目镜即可看到。变象管的作用不仅能使不可见的图象转换成可见的图象，而且由于电场中的电子获得了更多的能量，使荧光屏上所得图象更明显，应用摄象管原理也可以进行红外电视摄象。



【侧视雷达】 side looking fadar 是一般雷达在特殊条件下的应用。它用飞机两舷的一根或数根天线，垂直于飞行方向对一侧或两侧的目标发射短脉冲的电磁波，并接收其散射回波，从而算出到目标的距离和确定目标性质的装置。

【侧视雷达图象】 side looking fadar image **指根据侧视雷达的回波先后及回波强度，扫描而成的图象。**

【真实孔径侧视雷达】 brnte fooe side looking radar **是指接收到的雷达回波，不作相干处理的雷达系统。它的分辨力与天线及发射电磁波脉冲的长短有关。天线越长，脉冲越短，空间分辨力越高。但由于天线及脉冲的长短要受许多条件的限制，所以，这种雷达的分辨能力一般较低。是早期的侧视雷达系统。**

【合成孔径侧视雷达】 synthetic aperture side looking radar **是利用多普勒频移的原理，将由于飞机相对于目标运动，接收到的同一目标不同相位差别的回波进行相干处理，以提高分辨能力的雷达系统，称为聚焦合成孔径侧视雷达。其分辨力比真实孔径雷达大为提高。它与飞行高度及天线长短无关，是目前比较先进的雷达系统。不但用于军事侦察，还用于测绘和地质资源的勘探。**

【大地卫星】 Landsatellite **专用于探测地球资源的卫星，在发射前曾称为地球资源技术卫星**（ERTS），**发射后称为大地卫星**（landsat）。**第一号大地卫星**（Landsat—1）**在** 1972 **年** 7 **月** 23 **日发射，预期寿命为一年，轨道近圆形，高度约** 900km，**每** 103 **分钟绕地球转一圈，**18 **天覆盖地球一遍，载有** RBV **及** MSS **遥感仪器。**RBV **发射不久因磁带机出故障而停止工作。只有** MSS **在收集资料，直到** 1978 **年** 1 **月才停止工作。第二号大地卫星是** 1975 **年** 3 **月** 22 **日发射的，轨道要素及装载仪器同** Landsat—1，RBV，**也因磁带机故障而不能工作，但** MSS **目前仍在工作** landsat—1、2 **各种仪器的工作参数为：**

仪器	波段	波长（μm）	空间覆盖面 分辨力（积 km）^{2}	
RBV	1	0．475—0．575		
	2	0．580—0．680	79M	185×185
	3	0.690—0．880		
MSS	4	0．5—0．6		
	5	0．6—0.7	79M	185×185
	6	0.7—0.8		
	7	0.8—1.1		

第三号大地卫星是 1978 **年** 3 **月** 5 **日发射的，轨道要素同前两个卫星，**MSS **增加了** 10.4—12.6μm **的红外波段，即第** 8 **波段，但在** 8 **月** 14 **日因磁带机出故障已停止工作。**RBV **改成单波段**（0.505—0.75μm），**覆盖面积由两幅** 98×98km **的相邻相幅组成，四幅** RBV **约相当于一幅** MSS **图象，空间分辨力提高到** 40M。**由第二、三个陆地卫星同时工作，每九天覆盖地球一遍。第四号大地卫星计划在** 1981 **年发射，准备再增加划分蚀变带敏感的远红外波段**（1.6—2.2μ（m）。

【地球资源技术卫星】 earth resour ces technology satellite（ERTS） **探测地球资源的卫星，美国将发射前的大地卫星称为地球资源技术卫星。**

【热容量制图卫星】 heat capacitg mapping satellite **是专为大面积地进行热容量**

填图的卫星。其目的是测定反射太阳光能，各类岩石的天然热容量，监视土壤的温度，热流和雪层等。美国于1978年4月26日发射的这种卫星，预期寿命为一年。其轨道为圆形，与太阳同步。高度为620公里，倾角97.6°，每八天覆盖地球一遍。

【地面实况】 ground truth 又称“地面真象”。指在进行航天或航空遥感同时，所对应的地区内地物光谱特性以及气象水文条件的真实情况。所以地面实况调查是遥感的基础工作之一。

【地面校准试验站】 grouml calibration test station 是航天与航空遥感地面系统的一个重要组成部分。它是人工建立的具有各种标志的用以校准航天与航空遥感仪器、测试地物的光谱特性和大气的扰动，把遥感图象分析与常规的地面调查结合起来的试验场地。随着运转时间的增加，遥感器的电子设备和探测器的性能会发生变化。在试验场地可以连续测量不同大气效应，不同气候，不同太阳角条件下各种地形、地物对光谱的反射与辐射特征。根据这些标准信息，可对遥感器进行监视和校准，以保证所得遥感资料的正确可靠，并有目的地进行数据处理和图象解译。地面校准试验站所测量的参数包括：地表（0—0.5cm）的水分含量、地温；测区内的地层岩性和矿物成分；地表覆盖层的结构；风化面的物理化学成分和颜色；地面的各种侵蚀和堆积过程，及地形部位；植被情况、类型和密度；对应不同的太阳方位，不同太阳角的反射光谱和表面温度测量；夜间地物辐射强度的测量；植被和植被群的反射率；植被下面裸露土壤表面的反射率与总反射率，对地面不同分辨率条件下各种目标的反射率的航空测量；不同大气条件下（气温、湿度、风速、风向等），不同地面目标的反射率及其季节性的变化的航空测量。

【象元】 pixel 又称“象素”是组成图象的最小单元。对于直接扫描成象的影象来说，一个象元代表地面的一个瞬时视场面积。在数字记录或计算机处理对影象重新扫描时，象元大小与取样速率有关。同一幅影象，象元分得越小，要求取样速率越快。根据第一、二号大地卫星的模拟磁带得出的影象，象元所代表的地面面积为79×79平方米，而经数字磁带重新取样得出的影象，象元所代表的地面面积为56×79平方米。但实际上多谱扫描图象的空间分辨率（象元大小）仍为79×79平方米。

【象素】 picture element 即“象元”。

【地面分辨单元】 ground patch area 相当于“瞬时视场”。

【重编格式】 reformatted 广义地说无论经过粗处理或精处理或未经过处理的胶片和磁带，按用户对信息处理要求进行重新编录，都叫重编格式。如从直接记录MSS影象信息的高密度数字磁带转换成与计算机兼容磁带，要重编格式；将买到的计算机兼容磁带，也上马按用户的要求重编格式。

【辐射校正】 radiant correction 大地卫星的多波段扫描仪，每个波段都由b个探测器阵列组合成行扫描，由于每个探测器的光谱响应性能不尽一致，使图象出现带状的干扰条纹。为提高图象质量，对每幅影象的计算机磁带，都应按所提供的每个探测器性能，将探测器接收到的信息，统一校正到同一辐射特性上（即归一化），这个过程称辐射校正，亦即是探测器的一致性校正。

【光谱特征】 spectral signature 是指一种物质所反射或发射出的光谱，其波长或能量具有特定的标志，以区别于其它物质的，称为这种物质的光谱特征。在遥感工作中研究每种物质在不同时间和空间条件下的光谱特征，可作为图象解译和应用计算机进行自动分类的依据。

【北值预处理方法】 ratio pre－pro－ces sng method 又称“比值分析法”。是把多波段的原始影象预处理为比值影象的方法。即：每一通道与诸通道（电压）之和的比值；相邻通道之和与差的比值；相邻通道的比值；采用统一扫描角函数等其主要目的是为了消除不同地区亮度水准变化的影响。如：北坡和阴影区，地形变化以及扫描视场的不同，都会使传感器接收到的同一类型目标其亮度水准有很大差异，造成识别和分类的错误。由于每个光波段所受的干扰大致相同，比值法的优点是可以消除一些与物体光谱特性无关的干扰，作为对图象信息的预处理。

【比值分析法】 ratio analysis me－thod 即“比值预处理方法”。

【训练场地法】 training site me thod 又称“受监督的计算机方法”。

是一种比较常用的自动标志识别和分类方法。实际上是一种根据相似原理的标志外推方法。工作时，从研究地区选择有代表性的训练场地，其地层标志的类型、光谱特性等是已知的，用这些数据来训练计算机，统计特性参数（平均值、标准偏差、协方差、离散度等），作为整个研究地区分类统计度量的标准。然后将被分类的全部数据经过计算机运算整理，根据最大相似原理，采用统计判别理论中的一些准则，分别将每一象元纳入一种地面标志类型中，经过打印字符或彩色编码输出，就得到自动识别和分类的结果。

【监督计算机方法】 supervisedcomputer method 即“训练场地法”。

【空间积群法】 space cluster me－thod 又称非监督训练的计算机法。是以不同标志的多光谱亮度积群，对应于多维测量空间中的不同位置作依据，对图象信息进行分类的方法。根据这一原理，通过计算机可以算出一些点群的空间位置，并确定每一象元所属的群。而后，将这些不同的群，同地面实况测量或采样数据以及具有已知光谱信息特征的数组比较，最后鉴别出其所属的地面类型。它较训练场地法有以下优点：不需要对研究地区有事先的了解；可将人为的干扰及数据运算偏差消除或减小到最低限度；不需要参考光谱信息特征；成果图能更好地代表整个研究区域的地面类型；节约时间和成本费用。

【非监督训练计算机法】 nonsupervised training computer method 即“空间积群法”。

【粗处理分系统】 bulk processing sub－system 从 MSS 收集到的地面影象，由于卫星姿态改变，地面高差以及仪器内部性能的影响等，使影象产生几何畸变，为纠正这些畸变所进行的初步校正处理，称为粗处理，经过粗处理的卫星影象胶片，称为标准原片，其几何精度一般约 200M。担负这一任务的仪器设备系统，称为粗处理分系统，以区别于精处理分系统。粗处理的内容包括校正：卫星姿态不稳，定所造成的误差；地面高差引起的投影差，比例尺不一致误差；地球拱曲和扫描次数所造成的影象歪斜；卫

星 姿态和轨道高度变化；遥感仪器内部 成象性能引起的影象线性和非线性畸 变；地形所产生的阴影误差。经粗处理后输出的资料，记录在高密度数字磁带（HDDT）与计算机兼容的磁带（CCT）或胶片上。粗处理的设备有输入数据的视频磁带记录器；注记数据输入的计算机数字磁带记录器，注记发生器，电子束记录器；高密度数字磁带设备等。

【精处理分系统】 precise processingsubsvstem 将经过粗处理的影象，结合地面控制点，作精确的几何校正和辐射测量校正的过程称为精处理，担负这一过程的仪器设备系统，称为精处理分系统。一般是将经过粗处理的 70mm 影象输入精处理分系统。通 过模拟——数字处理系统，输入自动化网格测量和地面控制点相关技术来消除几何畸变，完成精确定位和比例尺校正、辐射测量校正，产生精处理过的 240mm 影象胶卷和精制的数字 化磁带，经过精处理的影象其几何精度为 80mm。它的设备有处理 70mm 标准原片的观察扫描装置，产生 240mm 精处理影象底片的扫描/印象器、高密度数字磁带记录器和处理控制计算机组各一台。

【特殊处理分系统】 special proees sing sub－system（SPS）将经过选择的粗制或精制数字化的数据变换成计 算机用磁带的过程称为特殊处理。其 设备系统有一台处理控制计算机；五 台磁带机，一台数据控制校正器；一 台高密度数字磁带记录器。

【边缘增强】 boundary enhance 通过光或计算机数据处理方法有目的地突出影象的线性要素称为边缘增强或称线性增强。这是影象处理中的一种常用法。

【原色光】primary colors 指红、绿、蓝三色光。它们是组成各种彩色光的基础。如白光是由 0. 30 红光、0. 59 绿光和 0. 11 蓝光叠加而成；红光与绿光混合产生贡光；绿光与蓝光混合产生青光；蓝光与红光混合产生品红光。

【补色光】complementary colora 两种色光相加后出现白光，则此两色光即互为补色光，如红光与青光、绿光与品红光、蓝光与黄光互为补色光。

【复色光】composite colors 二个原色光组成间色光，间色光与间色光混合又复合成为复色光，如黄光与品红光混合，复合成红光；黄光与青光混合，产生绿光；青光与品红光混合产生蓝光。

【图象配准】image registration 将两个以上同一地区的图象，精确地重合在一起，称为图象配准。在进行假彩色合成时，将三个波段的单色像配准，即得一幅彩色像。在计算热惯量时，也需要将正午和黎明前的两幅红外热图象与正午的全色摄影图象进行配准。对不同时间和不同设备所得的几幅图象进行配准是较难的，需要用计算机才能完成。

【假彩色合成】false colorcompo－site 是将三张不同波段的黑白透明正片，通过加色法或补色法合成一张彩色图象的过程。如将 4、5、7 波段的三张卫星照片，分别相应地以蓝、绿、红（或黄、品、青）光照射，就分得到这三个波段的蓝、绿、红（或黄、品、青）单色图象，使这三个图象精确地配堆，就得到一幅彩色图象。由于 MSS 的 4、5、7 波段，并不严格地按蓝、绿、红的波长划分，而且在七波段还是红外信息，所以合成的图象并不是自然彩色，故称为假彩色合成。每一波段可用红、绿、蓝（或

黄、品、青）任一种色光照射，只要三个波段分别产生三种单色光的图象，就可合成假彩色。但通常都是以蓝、绿、红（或黄、品、青）对应于4、5、7波段进行合成，称为正常假彩色合成。经假彩色合成的图象，综合了三个波段的信息，信息量和灰阶都较单张的黑白片大为增加，首先对某些图象要素有增强作用，这是提高图象解决能力的一个有效手段。进行假彩色合成的方法有：数据处理的计算机方法，光电处理的加色观察器法，以及对胶片处理的重氮法、银元片法等。

【假彩色密度分割】 false color den—sity split 通过摄象管进行光电变换，将透明胶片或相片影象的密度转换成电信号，并按需要根据每个象点信号的强弱（即胶片密度的大小）分割成若干等级，每一级以一种颜色编码，不同的密度等级用不同的颜色表示，而得到等密度的假彩色影象。这一工作过程称为假彩色密度分割。假彩色密度分割图象，是经过电信号放大，用不同彩色表示的，能明确地表示出各级密度的范围，突出影象的轮廓。使得人们眼睛对密度等级的分辨力大大提高，图象处理速度加快。特别是在分割热红外图象时，立即可以得到等温度分布图和等温线图。

【热惯量制图】 heat♯mertia mapping 就是利用热红外扫描及全色照 相的影象资料计算出热惯量，并将所得的热惯量制成影象的过程。它包括以黎明前及正午的红外热象同正午的全色照相进行配准（配准前各自进行校准和校正），求出每天最大温差和反照率，利用从地面测试所得的热惯量模型，计算出热惯量。再将所得的热惯量值调制光强扫描成象的全部过程。热惯量制图是一种较新的方法。它可以测量地下一个体积的物理特性，而不是地表的反射特性，同时它综合了可见光和红外的信息，是一个较稳定的参数，对反映微小的湿度变化十分灵敏，在干旱区找水的作用较大。

【热惯量图】 heat inertia image 利用热惯量值调制光强而制成的图象。在图上热惯量值大，对应部位亮，热惯量小对应部位暗。

【色调】 tone 影象从黑到白每一灰阶的明显变化。色调特征是指物体反光的亮度。影象之间有色调差别，照片上的物体形状才能分辨出来。所以照片上目标的影象色调，往往是识别目标的重要线索。红外热图象的色调取决于目标发射辐射红外线的强弱。侧视雷达影象的色调，取决于地物反射到传感器上雷达散射回波能量的大小而定。

【对比度】 contrast 胶片或相片上明暗部分之间的密度差。它与密度的大小无关，只与密度的相对差值有关。目标的对比度，就是其最亮部分与最暗部分在光强度上的差值。

【背景干扰】 background noise 又译“背景噪声”，目标信息以外所产生的任何信号，都会干扰目标的信息，妨碍识别所测目标的位置、形态和性质，这一现象称为背景干扰或环境信息。

地球化学探矿

【地球化学探矿】 geochemical prospecting 简称化探，是系统地测量天然物质（如岩石、疏松覆盖物、水系沉积物、水、空气或生物）中的地球化学性质（如某些元素的微迹含量），发现与矿化或矿床有关的地球化学异常。化探方法可分为岩石地球化学测量、土壤地球化学测量、水系地球化学测量、水地球化学测量、气体地球化学测量以及植物地球化学测量等等。化探方法可用于寻找有色金属、稀有分散元素、放射性元素矿床及石油天然气等。近年来同位素地球化学探矿、航空地球化学探矿以及海洋地球化学探矿等方法的研究又大大地丰富和发展了本学科。地球化学探矿是在近代地球化学与微迹分析技术的推动下发展起来的。在三十年代首先在苏联与北欧国家（瑞典、挪威）使用。在四十年代中期至五十年代才在全世界引起广泛的注意。我国在 1952 年开始成立这方面的工作机构。目前这种方法正处于迅速发展的阶段，已经取得了不少找矿实效。

【地球化学勘查】 geochemical expioration 目前地球化学勘查可以认为是地球化学探矿（geochemical prospecting）的同义词。但此二词在涵义上仍有区别。因为 exploration 一词是指对自然界进行的任何类型的有系统、有步骤的调查工作。这中间也包括产调查（从区测、普查到勘探）的全过程，而“prospceting”主要指找矿。从这个意义上看来，地球化学勘查除找矿外，还为基础地质、地球化学、环境地质、污染、农业、畜牧业、地方病等各方面的调查研究提供基础资料。实际上它是系统地在不同尺度与规模上（即全球性、全国性、局部地区）研究地壳中的化学元素、同位素及其化学特征空间变化的活动。

【化探】 geochemioal prospecting，geochemical exploration 地球化学探矿或地球化学勘查的简称。

【勘查地球化学】 exploration geochemistry 狭义的勘查地球化学是指系统研究地球化学探矿的理论、方法与技术的科学。也可以译为探矿地球化学。广义的勘查地球化学则包括探矿地球化学与区域地球化学。近年来根据勘查地球化学所研究的对象，又分为许多分支，如岩石地球化学，土壤地球化学、水系沉积物地球化学、湖积物地球化学等。

【岩石地球化学】 rock geochemistry 是指研究地球化学岩石勘查的方法与技术，并通过大规模系统的岩石采样研究岩石中化学元素及其同位素迁移、分布及富集规律（特别是研究它们的分散模式在空间上与矿床的关系）的科学。它是勘查地球化学的分支之一。

【土壤地球化学】　soil geochemistry 是研究土壤地球化学勘查的方法与技术，并通过大规模系统的土壤采样研究土壤中化学元素迁移、分布、富集规律以及与基岩和矿化之间的关系的科学。它是勘查地球化学的分支之一。

【水系沉积物地球化学】　stream se－diment geochemistry　是研究水系沉积物勘查的方法与技术，并通过大规模系统的水系沉积物采样，研究水系沉积物中元素迁移、分布、富集的规律及其与墓岩和矿化之间关系的科学。它是勘查地球化学的分支之一。

【湖积物地球化学】　lake sedimeut geochemistry　是研究湖积物勘查的方法与技术，并通过大规模系统的采样研究化学元素在各种湖沼环境中的迁移与富集及其与周围汇水盆地中的地质与矿化之间的关系的科学。它是勘查地球化学的分支之一。

【区域地球化学】　regional geoche－mistry　是系统研究大面积内化学元素及其同位素在各种介质（如水系沉积物、湖积物、岩石等）中的空间分布规律和它们与各种地质过程和地质特征之间的关系的科学。当前它正着重于研究地壳各种介质中大面积的地球化学异常（各种区域性异常及地球化学省）以及化学元素在各种介质中的区域变化趋势。

【区域化探】　regional geochemical exploration　这是我国对区域地球化学探矿或区域地球化学勘查的简称。

【地球化学分散】　geochemical dispersion　①地壳中的元素当地球化学环境改变时所发生的选分、迁移、改组与重分布的过程或作用。这种涵义常用于研究大规模的区域性地球化学异常。②元素从一个浓集的源地向四周散布的过程或作用。这种涵义多应用在研究局部异常如矿床分散晕等方面。

【地球化学分散模式】　geochemical dispersion pattern　是指地球化学分散过程中元素所形成的具有各种特点的分布模型、图形、花样和样式。它反映元素含量的高低、范围、变化及其存在形式等。在地壳上广泛存在的分散模式叫做正常模式。相对于正常模式，元素含量增高或显著降低地段的分散模式叫做异常模式。异常模式往往与矿化有各种关系。

【分散场】　dispersion field　在表生带出露的矿床，受到风化和剥蚀时，矿床物质将被解体，形成从碎屑到溶解的一系列物质，并被迁移到附近地带。这样，在矿床的四周就形成了矿床的分散场。分散场包括分散晕、分散流等。矿床元素在分散场中除了个别情况形成局部富集（次生富集）外，整个过程是趋于贫化的。此词曾在苏联化探文献中使用。它是从物探的物理场概念引伸出来的。

【地球化学景观】　geochemical landcsape　大气、岩石、地形、水、植物、土壤诸自然要素的综合体称为自然景观。这些自然要素与化学元素的迁移规律相联系就构成了地球化学景观。地球化学景观带的划分是以一定的化学元素迁移条件为其特征的。这种概念是苏联自然地理与化探工作者提出的，目前已逐渐为其他国家化探工作者所接受。

【地球化学地势】　geochemical relief　各种自然营力作用在地壳上产生的净效应，反映为元素含量变化的模式，以等含量线绘于图上就呈现为“峰”、“谷”、“高原”、“低地”等。这种模式称为地球化学地势。

【地球化学面】　geochemical surface　如果以 XY 轴为采样点的地理座标，而以 Z 轴为某种元素含量的座标，这样在三维空间中点的分布就表现了不同地理位置上元素含量的变化情况。这种含量变化在三维空间中呈现一个连续变化的面。这个面称为地球化学面。

【地球化学背景】　geochemicalbackground　在化探中将无矿地区或未受矿化影响的地区叫做背景区或正常区。在这种地区内天然物质中的元素含量叫做地球化学背景含量或地球化学背景。地球化学背景不是一个确定的含量值，而是一个含量范围。将一批背景样品的含量加以平均（算术平均或几何平均），便得出背景平均值（简称背景值）。另外往往还需要求出用来表示元素分散程度的标准差。一个地区的地球化学背景可由背景平均值和标准差两个数值表示出。计算公式如下

$$\overline{C_0}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}C_i$$

$$\sigma=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(C_i-\overline{C_0})^2}$$

式中　$\overline{C_0}$——背景平均值；

σ——标准差；

C_i——各样品中元素的含量；

n——参加计算的背景样品数。

当需要计算几何平均值以及相应的标准差时可用下式

$$\lg\overline{C_0}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\lg C_i$$

$$\lg\sigma=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(\lg C_i-\lg\overline{C_0})^2}$$

式中符号同上。

【背景平均值】　average background value　见“地球化学背景”。

【地球化学异常】　geochemica lanomalies　在某些地区的天然物质（如岩石、疏松覆盖物，水系沉积物、水、空气或生物）中，某些地球化学特征（如元素的含量）与周围背景含量有显著的不同，这种现象叫做地球化学异常现象。形成这种现象的地球化学特征数值叫做地球化学异常值。具有这种现象的地段叫做地球化学异常地段。通常往往将上述三者统称为地球化学异常，或简称为异常。随着化探方法在区测、普查和勘探等各方面的应用，地球化学异常已有了详细的研究和分类。根据异常与背景的相对含量关系，可分为正异常和负异常；根据异常所赋有的介质，可分为原生异常和次生异常；根据异常物质与介质的生成先后可分为同生异常和后生异常；根据异常的成因，可分为内生的和外生的；根据异常的几何形态及其与异常源的位置关系，可分为分散晕、分散

扇、分散流以及矿上异常和侧移异常；根据异常的出露情况，可分为隐伏异常、埋藏异常和盲晕，根据异常的规模，可分为地球化学省、区域地球化学异常和局部地球化学异常；根据异常与矿的关系，可分为矿异常和非矿异常；根据在找矿工作不同阶段的目的，可分为有意义异常和无意义异常等。

【分散晕】 dispersion halos 指环绕在矿体或异常源周围，赋存在天然物质（如岩石、疏松覆盖物等等）中的地球化学异常。分散晕和地球化学异常是有区别的。晕是异常的一种。在三十年代化探发展初期，所研究的大多是矿体上方残积物中的异常。那时从异常的几何形态出发，提出分散晕的概念。其后在自然界发现了多种其它类型的异常。这些异常已不能用晕的概念完全包容。目前有人虽然仍将晕和异常相混用，但他们并不能否认晕的几何形态涵义，因为他们既不把那种范围很大且形状与界限不甚规则或不易查明的区域性异常称为晕，也不把在区测中发现的那些单个点的异常称为晕。一个分散晕需要在平面上或立体范围内才能够表达出。故对于构成晕的某一部分异常或某一条剖面线上的异常，只能称为异常而不能称为晕。

【异常下限】 threshold 又叫做“背景上限”，是分辨地球化学背景和地球化学异常的一个数值界限。低于这个数值的所有含量都可认为是属于地球化学背景范围的；由这个数值起，所有的高含量都可认为是地球化学异常。异常下限要由一批背景样品的含量来确定。过去常常凭经验观察确定；现在则多用统计学方法来求得。通常用背景平均值加上两倍标准差作为异常下限。所用公式如下

$$T=\overline{C}_b+2\sigma$$

式中 T——异常下限，

$\overline{\overline{Cb}}$——背景平均值，

σ——标准差，

C_b 与 σ 的计算公式见地球化学背景。

【背景上限】 threshold 即“异常下限”。

【衬度】 contrasr 又称“衬值”。通常有两种涵义：①异常含量与异常下限之比。②异常含量与背景平均值之比。这两种算法的意义是不同的。第一种算法得出的衬度≥1 就是异常。第二种算法得出的衬度，只表示背景平均值的倍数。这个数值多大才是异常，还必须同异常下限值作对比后才能确定。衬度在化探中可用来表示异常的强度和清晰程度。用第一种算法得出的衬度还可以用来对比不同元素之间的异常。

【衬值】 contrast valuo 即“衬度”。

【异常比】 anomaly ratio 苏联化探工作者所用术语，其涵义相当于西方国家所用的衬度。

【负异常】 negative anomalies 天然物质中的地球化学异常受到注意的通常是一些正异常，即异常值显著地高于背景值的异常。异常值显著地低于背景值的则可称为负异常，例如靠近矿体的蚀变岩石中，热液的作用可以“驱逐”原在岩石中的元素，从而形成负异常。目前对与矿化有关的负异常知道得较少。在研究负异常时要确定“异常上限”。这个上限可由背景平均值减去两倍标准差得出。

【同生异常】 syngenetic anomalies **地球化学异常总是依附于某种介质如岩石、土壤、水等等。如果异常物质和介质是同时生成的，这种异常叫做同生异常。例如沉积金属矿床四周高含量的金属，与沉积岩是同时形成的，故沉积金属矿床的原生晕是一种同生异常。矿体中的金属随着矿石和围岩的风化碎屑被冲刷而同时进入水系，故水系沉积物中的这种金属异常是一种同生异常。植物中的异常也是一种同生异常，因为这种异常是随着植物的生长而形成的。**

【后生异常】 epigenetic anlomalie **在一个异常中，如果异常物质是在介质形成以后引入的，这种异常叫做后生异常。例如形成各种热液矿床的成矿溶液在围岩中渗滤和扩散所形成的原生晕是一种后生异常。含矿地下水从山坡的渗出带渗出后，将含矿物质沉淀在渗出带土壤内，这种土内的异常是一种后生异常。某种出露在地表的异常被运积物（运积物是统指经过搬运的那些疏松沉积物如塌积物、冰积物、冲积物等等）覆盖后，异常物质随着地下水的上升而进入覆盖物内，这种覆盖物中的异常也是一种后生异常。**

【原生异常】 primary anomalies **赋存在岩石中的地球化学异常。此词过去曾定义为在内生过程（岩浆、变质或热液过程）中形成的异常，以区别于在表生过程中形成的次生异常。这种根据成因的定义，在开始使用时就已遇到各种问题。例如沉积矿床围岩中的异常，一向被归入原生异常中，然而按照成因定义，它并不是原生异常，而只是“石化”了的次生异常。又如近年来由于矿床成因理论的发展，使得不少矿床内生成因受到怀疑或被否定。因此原生异常的这种成因定义在今后使用中将会继续遇到问题。在五十年代后期，有人建议修改原生异常的定义将它定义为岩石中的异常，而不再考虑其成因。这种建议已被广泛地接受。涉及异常成因时，可用内生异常或内生晕等术语。原生异常的分类如表。**

分类名称		说明
同生异常	地球化学省	地壳大范围内的元素含量差异。
	区域同生异常	火成岩侵入体中的同生异常。 沉积岩中的区域富集层位。
	局部同生异常	岩浆矿床四周的原生晕。 沉积矿床四周含矿层中的原生晕。
后生异常	区域后生异常	沉积岩中的区域渗滤异常。
	局部后生异常	热液矿床四周的原生晕。

【原生分散晕】 primary dispersion halos　指环绕在矿体或异常源周围，赋存在岩石中的地球化学异常。简称原生晕。

【内生晕】 endogenic halos　指在内生成矿过程中在矿体四周形成的原生晕，主要是热液矿床原生晕。

【地球化学省】 geochemical province　一种范围最大的原生异常。它的范围可达几千到几万平方公里以上。地球化学省可以看做地壳的一个块段，在这一块段内，元素的含量和地壳的平均值有显著的不同，它反映了地壳形成时所存在的原始差异。一个地球化学省内的各种岩石尽管时代不同，类型不同，然而都能反映出原始差异所造成的组分特征。印度尼西亚和马来西亚富含锡的地球化学省就是一例。那里在极大范围内不同时代的不含矿的花岗岩中的锡含量都在40ppm（1ppm＝百万分之一）以上，比地壳花岗岩中的丰度（3ppm）高出十几倍，地球化学省的特征也会反映在这个范围内的各种疏松覆盖物、水系沉积物、水及生物之中。因此，在沟口采集的水系沉积物，相当于这个汇水盆地内全部岩石风化产物的天然组合样品。借助对这些资料分析，可以划分地球化学省。

【区域地球化学异常】 regional geochemicai anomalies　一种比较大的原生异常。它的范围可由几平方公里到几百平方公里。这种异常的形成可能和某一时代的成矿过程有关，或者同某种岩浆岩、沉积岩的区域性高含量分布有关。例如在我国及世界各地，许多花岗岩类岩体中的钨、锡、钼、锂、铍、铌、钽、硼、铜等元素的异常。在贵州省汞的区域性异常范围很大、包裹了许多汞矿床等。区域原生异常范围内的疏松覆盖物、水系沉积物、水、大气及生物中往往也有区域次生异常存在。

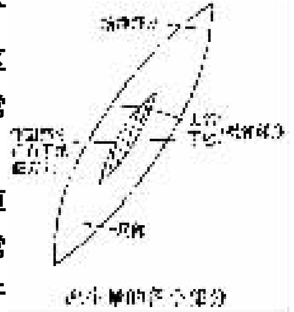
【渗滤异常】 leakage anomalies　各种成矿溶液沿着围岩中构造软弱带、裂隙以及相互连通的孔隙，进入围岩而形成的原生异常。渗滤异常的形状、大小主要受构造控制，在矿体前缘这种异常可以延伸数百米。

【扩散异常】 diffusion anomalies　在热液矿床周围的致密块状岩石内，有时有原生异常出现。这种异常通常用扩散作用来解释，所以叫做扩散异常。围岩中纯粹由扩散形成的异常范围很窄，只有数米至十余米，并随着远离矿体而呈对数衰减。

【浓度梯度】 concentration gradient　指在给定范围内（通常是从矿体边界到背景）原生晕中元素含量变化曲线与x轴（距矿体的距离）之间夹角的正切。元素含量变化用对数表示。这种在化探中应用的浓度梯度概念实际上指的是平均浓度梯度。浓度梯度的大小显示了不同元素进入矿体四周围岩的能力。

【前缘异常】 front anomalies　热液矿床原生晕在形态上常常呈包裹着矿体的一层外壳。为描述研究方便起见，在垂直剖面上可将原生晕分为前缘异常、尾部异常、比邻异常和侧向异常。前缘异常是沿矿体轴向靠近地表部分，由于矿液常常是从地下深

处向地表移动的，故前缘异常往往可以指示残余矿液离开主要成矿地点继续前进时留下的印迹，已经发现许多金属元素在前缘异常与尾部异常中有明显的分带观象。对于产状倾斜的矿体，前缘异常和尾部异常的划分是比较容易的。研究倾斜矿体前缘异常的特征有助于寻找深部盲矿。研究前缘与尾部异常元素的分带现象有助于判断矿体是否已被侵蚀。对于产状平缓的矿体或形态复杂的矿体，划分前缘异常与尾部异常就比较困难，但有时可以根据元素分带现象予以辨认。这些术语是我国在五十年代末提出的。西方国家只将前缘异常称为渗滤晕（leakage halo），将比邻异常称为围岩环或扩散环。对于尾部异常及侧向异常他们没有相应的术语。苏联在近年来提出了矿上晕（相当于前缘异常）及矿下晕（相当于尾部异常），并在区分这两种异常方面作了不少研究，但对于比邻异常和侧向异常也没有相应的术语。

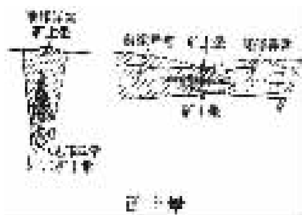


【比邻异常】 adjacent anomaly 指在热液矿床原生晕垂直剖面上位于与矿体比邻的部分，比邻异常又可分为上邻异常（矿体的上盘部分）与下邻异常（矿体的下盘部分）。它相当于西方国家文献中所指的围岩环（wallrock aureole）或扩散环（diffusion aureole）

【尾部异常】 rear anomaly 指在热液矿床原生晕垂直剖面上沿矿体轴向靠向地下的部分。尾部异常往往可以指示矿液在到达成矿地点以前所留下的痕迹。

【侧向异常】 lateral anomaly 指在热液矿床原生晕垂直剖面上位于沿矿体走向往两侧延伸的部分。

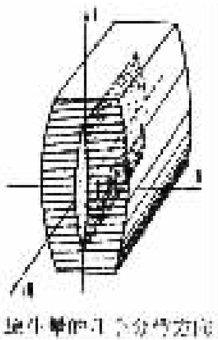
【矿上晕】 supraore halo 苏联化探工作者研究原生晕时所用的术语。对陡倾斜矿床而言，与我国所用术语“前缘晕”或“前缘异常”类似，但对缓倾斜矿床，矿上晕的涵义是不够清楚的。



【矿下晕】 subore haio 苏联化探工作者研究原生晕时所用的术语。对陡倾斜矿床而言，与我国所用术语“尾晕”或“尾部异常”一致。但对缓倾斜矿床而言，矿下晕的涵义是不清的。

【原生晕分带】 zoning of primary haios 热液矿床周围不同元素的原生晕发育特征各不相同，在空间上呈现分带现象。这种分带现象，对不同种类矿床有共同的特点，苏联化探工作者提出了如下的典型分带序列（standard zonality series）：Ba—（Sb，

As，Hg）—Cd—Ag—Pb—Zn—Au—Cu—Bi—Ni—Co—Mo—U—Sn—Be—w。**分带可以分为Ⅰ轴向分带**（axial zonality），**Ⅱ横向分带**（transverse zonality）**及Ⅲ纵向分带**（longitudinal zonality）。**上述的典型分带序列主要指轴向分带而言。但在大多数情况下，横向分带是与轴向分带一致的。研究原生晕的分带可用于推测盲矿床是否存在，以及判断出露矿体被剥蚀的程度。**



【前缘元素】 front elements **某些元素的异常在原生晕的前缘部位比较发育，这些元素称为前缘元素。不同类型矿床的典型前缘元素与尾部元素不尽相同。（下表是根据比较有限的资料综合编制的。）**

【尾部元素】 rear elements **指在原生晕尾部异常中比较发育的某些元素，如钨锡铜矿床，在其原生晕的尾部异常中** Cu、Bi、Co **等元素比较发育，它们便是这些矿床原生晕的尾部元素。详见“前缘元素”。**

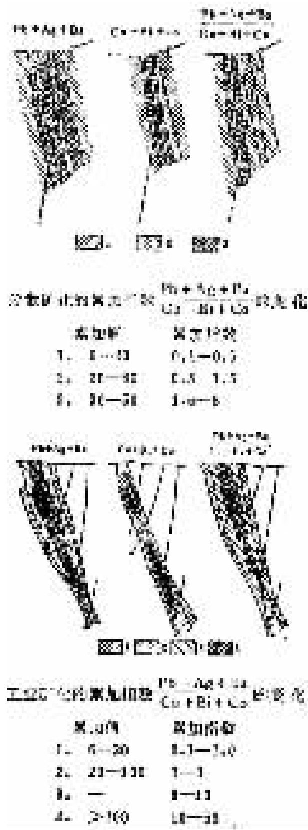
【组合晕】 compositehalos **将一组指示元素的含量以某种方式组合，这样经常能够圈出更为清晰的晕。这种晕称为组合晕。对组合晕可以有各种表达方式。累加晕与累乘晕是两种目前广泛使用的表达方式。“晕”的一词在使用时，多数情况表示单一元素的晕，但有时亦可表示组合晕。例如“原生晕的分带”**（zonality of primary halos）**是指许多单元素晕在空间中的分带。**

矿 种	前 缘 元 素	主要成矿元素	尾 部 元 素
多金属矿床	Ba，As，Sb，Ag，Cd	Pb，Zn，Cu	Bi，Co，W，MO，Sn（Be，Ni）
铜矿床	Ba，As，Sb，Ag，Pb，Zn	Cu	Ei，Co，W，Sn，Mo，（Be，Ni）
铀矿床	Ag，Pb，Zn，Cu，Mo	U	
汞矿床	As，Sb，Ba，Ag，Hg，	Hg	Ag，Pb，Zn，Cu，（Mo，W，Co，Ni）
金矿床	As，Sb，Pb，Zu	Au	Mo，Cu，Bi（CO，Be，Ni，W）
锡钨钼矿床	As，Sb，Ag，Pb，Zn	Sn，W，Mo	Cu，Bi，Co

原生晕的组份或元素分带（compositionol or elemental zonality of primary halo）**是指组合晕内各个组份（元素）的分带现象。**

【累加晕】 additive halos **根据各种指示元素含量以背景平均值为计算单位（即衬度数值）进行简单累加，用所得数值勾绘出的晕叫做累加晕。一般是将前缘（矿上）元素在一起累加，或将尾部（矿下）元素在一起累加。累加晕的衬度和规模都大大超过单元素晕，由于互有关联的信息得到加强，偶然误差也就降低。因此累加晕与矿体和矿床的地质构造特征有更密切联系，从而大大提高了对晕的解释的可靠程度。**

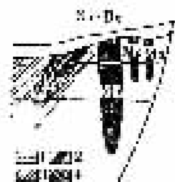
【累乘晕】 multiplicative halos 用各种指示元素含量的衬度相乘所得的数值勾绘出来的晕叫累乘晕。一般是将前缘（矿上）元素在一起累乘，或将尾部（矿下）元素在一起累乘。这样勾绘累乘晕在意义与作用上同累加晕类似。如附图中的左图为 Pb×Ag×As×Sb 的累乘晕、右图为 Cu×Bi×Be×W 的累乘晕。



【累加指数】additive index 每一个样品中前缘（矿上）元素衬度的累加值与尾部（矿下）元素衬度累加值的比值称为累加指数。可以根据累加指数值勾绘矿体周围的异常变化。累加指数值的变化可用于分辨分散矿化晕与工业矿化晕，并可判断矿体剥蚀深度。在工业矿化周围，累加指数在矿体邻近及前缘部位增高，向尾部逐渐减低；在分散矿化周围累加指数从前缘到尾部，没有明显变化。

【累乘指数】 multiplicative index 指每一个样品中前缘（矿上）元素衬度的累乘值与尾部（矿下）元素衬度的累乘值之间的比值。根据累乘指数的变化也同样可以看出分散矿化晕与工业矿化晕之间的差别。

【多建造晕】　multiformational halos　**指成分与形成条件不同的成矿建造，在空间上重合或衔接的结果，所形成的在结构上非常复杂的晕。多建造晕的特点是不同成矿建造的标型元素晕的中心有着明显位移。适当选择不同成矿建造的标型元素，利用标型元素含量值，或者用标型元素的累加值及累乘值来勾绘异常，就可以把不同成矿建造的晕，清晰地区分出来。**



某钨—锡矿体的 Sn×Be 累乘晕
1.残积层；2.矽卡岩+[illegible]
[illegible]（W、Mo）[illegible]
3.累乘指数值 1—10×10^{-7}%；
4.累乘指数值 >10^{-7}%

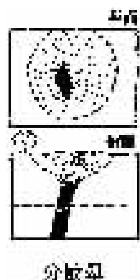


某钨—锡矿床的 Sn×W 累乘晕
1.累乘指数值 1—10×10^{-7}%
2.累乘指数值 >10×10^{-7}%

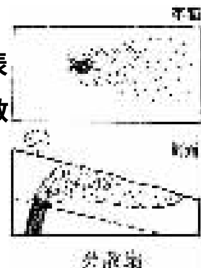
【次生异常】　secondary anomalies　**赋存在地表疏松覆盖物、水系沉积物、水、空气或生物中的地球化学异常。次生异常的分类：**

分类名称		分布	形态及异常源关系
同生异常	碎屑异常	残积物	分散晕
		坡积物	分散晕及不规则形状
		冰川沉积物	分散扇
		冰积物	分散扇，分散流及其它不规则形状
		水系沉积物	分散流
		湖积物	分散湖
		风积物	分散锥
	水成异常	地表水	分散流
		地下水	分散晕
		沉积沉淀	扇形异常
	生物成因异常	植物及动物体内聚集层	[illegible]
			同上
后生异常	水成异常	各种残积物	上升异常
		残积层	
		冲积土	侧移异常
		水系沉积物	分散流
	生物成因异常	各种土壤的有机腐殖层	各种上升和侧移的异常
	气成异常	土壤空隙大气水	同上

【次生分散晕】　secondary dispersion halos　**简称“次生晕”，是环绕在矿体或异常源周围，赋存在疏松覆盖物、水、空气或生物中的地球化学异常。**



【分散扇】 dispersiou fan **以矿体或异常源为顶点，朝着冰川作用，山坡剥蚀的作用或风力作用等的方向而呈扇形展开的次生异常。**



【分散流】 dispersion trains **指在矿体或异常源下游，沿着地表水系在水流中或水系沉积物中呈线状延伸的次生异常。通常提到的分散流常常只指水系沉积物中的异常。**



【碎屑异常】 clastic anomalies **指在物理风化营力作用下形成的一大类次生异常。它往往呈稳定的矿物碎屑存在，即异常物质是赋存在不溶性的固体颗粒之中，并且同固体颗粒同时形成。碎屑异常可以是原地风化形成的，如矿床上方残积土内的异常；也可以是各种机械营力，如重力、水、冰及风的搬运形成的，如各种运积物内的异常。**

【水成异常】 hydromorphic anomalies **次生异常的一大类型。这种异常的物质，在水中呈简单离子、络合物或胶体等状态被搬运过。如果异常物质仍留在水中，这种水成异常叫做水化学异常。如果异常物质在水中经过一度迁移后，以各种形式（如胶凝、沉淀、共沉淀、吸附等）析出在某种疏松覆盖物内，则叫做某种覆盖物中的水成异常。它的重要特点是冷提取金属量很高，可被提取的部分常在** 20% **以上。隐伏矿体有时由于地下水面或毛细管水的上升，也可以在地表覆盖物内形成水成异常。这对寻找隐伏矿体是有利的。水成异常也可以出现在植物和动物体内，但通常将这种异常划归在生物成因异常内。**

【生物成因异常】 biogenic anomalies **次生异常的一大类型。是指由生物活动（动物、植物及微生物）形成的地球化学异常。例如植物从土壤中吸收某些元素后，在植物体内聚集而形成的异常，以及聚集了大量元素的植物残体在地表腐烂、分解而在腐**

殖土中形成的异常等。

【气成异常】 gasogenic anomalies 元素或某些化学组分由异常源以气体状态迁移而在各种天然物质中形成的地球化学异常。在气成异常中，异常物质可以呈各种形式存在。除了以气体状态存在于空气、土壤、水及岩石中以外，还包括曾以气体状态迁移过，而现在呈非气体状态存在于岩石、土壤等中的异常，如某些挥发性元素（氟、氯、碘、硼、汞、锑、砷等等）的原生异常等。

【上邻异常】 superjacent anomalies ①指位于矿体或异常源上方的次生异常。它可以是残积成因的，也可以是水成的。矿体在风化作用下，矿石、矿物的碎屑，散布于矿体上方的残积层中，就形成矿上的残积异常。矿体风化产物物的可溶性组分，沿着土壤毛细管上升进入矿体上方的运积层，或者通过植物的吸收、腐烂，在植物体及腐植层中形成的异常，则都属于矿上的水成异常。上邻异常与矿体的空间位置关系密切。可以作为布置勘探工程的依据之一。②指矿体上盘围岩中的原生异常参见“前缘异常”。

【侧移异常】 lateral anomalies 位于矿体或异常源一侧的次生异常。有许多侧移异常是由地下水搬运矿石或异常源的可溶性组分而形成的。山坡渗出带上的异常以及沿地下水水流方向上生长的植物中的某些异常，都属于水成的侧移异常。也有一些侧移异常是碎屑成因的，例如在陡峻山区的山脚塌积物中的异常。从侧移异常向其下方深部追索，往往遇不到矿体或异常源，所以不能直接在侧移异常上布置山地工程，必须向上坡方向，或逆着地下水可能流动的方向追索。有些化探人员称侧移异常为远矿晕。

【隐伏异常】 hidden anomalies 没有出露地表，无法用一般的地表浅部采样方法发现的异常。隐伏异常是埋藏异常和盲晕的统称。淋积异常也是一种隐伏异常。

【埋藏异常】 buried anomalies 被运积物所掩埋的次生异常。发现埋藏异常是比较困难的。但在有时可以通过其上方的运积物中的水成异常来探索。如果水成异常不存在，就必须使用深部采样方法，或者使用一些新技术如气体测量方法等。出露在基岩表面的原生异常被运积物掩埋时，也可称为埋藏异常。

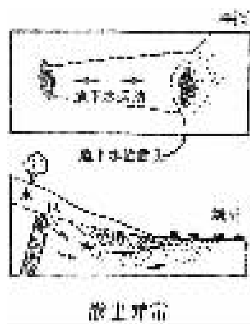


【盲晕】 blind halos 没有到达基岩表面的原生晕。

【淋积异常】 illuviation anomalies 天然水渗入地下时，将地表疏松层内的可溶性物质带到深处，并在地下某个适当位置重新析出。这种由淋积作用所形成的异常叫做

淋积异常。这种异常多发育在降雨量大、潮湿气候及剥蚀作用缓慢的地区。

【渗出异常】 seepage anomalies 天然水在地下流过矿体或异常地段时，有一部分可溶性物质可以进入水内随着水流移动。当这种地下水渗出地表时，由于环境的改变（富氧、有机作用活跃等），所溶解的物质将会自水中析出，沉淀在渗出带的土壤内，这就形成了渗出异常。这种异常往往发育在泉水区和渗水地区，并且受地形和潜水面的控制。通常多出现在山坡低凹处、沼泽边缘等部位，或沿着地形等高线分布。渗出异常在各种运积物覆盖的地区是一种重要的找矿线索。但这种异常的检查和解释是比较复杂的。



【机械分散晕】 mechanical dispersion hcllos 这是苏联在三十年代发展化探方法时提出的术语。它的原义相当于除碎屑分散流（机械分散流）以外的一切碎屑异常。由于晕和异常的概念是有区别的（参看分散晕解释），故机械分散晕也不应和碎屑异常等同，而只能指那些环绕在矿体周围的碎屑异常。

【机械分散流】 mechanical dispersion trains 水系沉积物中的碎屑异常。

【盐分散晕】 saline dispersion halos 苏联从三十年代直到现在所用的术语。它的原义包括水成异常和生物成因异常两种。盐分散晕一词的缺点在于它从词义上讲，不能包括化学物质在水中迁移时除“盐”以外的其它形式（如络合物，胶体等），也不能包括化学物质析出在疏松物中除“盐”以外的其它沉淀形式（如吸附或结合于粘土及铁锰等含水氧化物中的物质、有机络合物等），而这些形式在实际中都是经常遇到的。

【残积物异常】 anomaalies in residual overburden 赋存于残积物中的地球化学异常。最常遇到的残积物异常是一种同生的、上邻的醉屑异常。这种异常对寻找隐伏矿体常是有效的，因为它的下方往往就是矿体或异常源。残积物中也可以见到后生的水成异常，如淋积异常和渗出异常等。

【塌积物异常】 anomalies in col－lavium 赋存于塌积物中的地球化学异常。塌积物中的伺生碎屑异常，可呈分散扇或各种不规则形状。在陡坡下，有的塌积物异常可能与上方的异常源相脱节。塌积物中的后生的水成异常既可以是由下方的异常源物质借

地下水的上升而形成的，也可以是位于远处的异常源所形成的渗出异常。赋存在坡积物中的异常（称为坡积物异常）同塌积物异常相似。

【冲积物异常】 anomalies in allu vium 赋存在冲积物中的地球化学异常。冲积物中的同生异常见于水系底部的活动性沉积物、河漫滩沉积物、冲积阶地及冲积扇中。冲积物中的后生异常既可以是由下方异常源物质，借地下水或毛细水上升而形成，也可以是位于远处的异常源形成的渗出异常，还可以有生物成因的异常。

【冰积物异常】 anomalies in glacial overburden 赋存在冰积物内的地球化学异常。冰积物中的同生碎屑异常，往往呈扇形展开并且同矿石漂砾的扇形分布相一致。但这种冰积分散扇，常常会被后来的空白冰积物所掩埋。含矿地下水的活动可以在冰积物中某一透水层内形成后生异常。有时由于深根植物的作用可将这些埋藏异常转移到地表腐殖层中，这就是冰积物中的生物成因异常。在冰积物中还广泛发育着侧移的渗出异常。

【水系异常】 drainage anomalies 是水系沉积物异常和水系水化学异常的统称。水系异常也就是分散流。

【水系沉积物异常】 stream sedimerit anomalies 赋存于水系沉积物内的地球化学异常。这种异常沿着河道呈线性延伸，故通常叫做分散流。在地形切割、剥蚀作用剧烈的山区，水系沉积物异常主要是一种碎屑异常。异常物质以各种原生矿物与耐风化的次生矿物碎屑而存在。这种异常的冷提取金属与金属全量之比经常小于5%。这种异常又称为机械分散流。水系沉积物中也有水成异常存在。其物质主要吸附于或沉淀于水系沉积物的碎屑上。水成异常发育之处冷提取金属与金属全量之比可以高达百分之数十。通常遇到的水系沉积物异常往往兼有碎屑的与水成的两种成分。

【湖积物异常】 lake sediment anomalies 赋存于湖积物内的地球化学异常，当河流注入湖内时，由于进入静水环境，所携带含有矿物质的细砂和粘泥将会完全沉积下来，并且同湖内的有机质相互作用，形成湖积物异常。此外，含矿地下水注入湖中，沉淀在湖积物内，也可形成湖积物异常。赋存于沼泽土内的异常同湖积物异常相似。

【风积物异常】 anomalies in aeolian deposits 由于风力作用而在风积物中形成的地球化学异常。这种异常见于干旱和沙漠地区。在风的吹刮簸扬下，疏松覆盖物中的细砂、粉砂等轻矿物被搬运远离原地，重矿物得以富集。这些重矿物依照抗风能力（这种能力取决于矿物的比重和颗粒度等）的大小离开原地并依次沉积下来。这种异常也可以在迎着气流的障碍物（如坡谷盆地等）前面形成。

【残积晕】 residual halos 残积晕是一种同生的次生晕。即在残积疏松覆盖层中形成的晕。它是与赋存它的基质同时生成的。因岩石遭到风化解体生成疏松覆盖物时，岩石中的矿化物质也同时遭到风化解体，而赋存于覆盖物内。残积晕与残积物中的异

常，不是完全相同的概念。因残积物中的异常既有残积异常，也有外加异常（例如渗出异常）。

【外加晕】 superimposed halos 是一种后生的次生晕。它所赋存的基质原来是无矿的，晕中的物质是借某种过程，在基质形成之后外加于其中的。如冲积物中，由于毛细管上升作用形成的外加晕（上图）；由于植物活动形成的外加晕（下图）。外加晕是苏联的术语。如果严格按晕的定义，有许多外加晕应称之为外加异常。



【水化学异常】 hydrochemical anomalies 赋存于天然水（地表水或地下水）中的地球化学异常。元素在水化学异常中主要以离子、络合阴离子，以及吸附于胶体悬浮物上的离子等形式存在。直接分析水样，可以测出以这些形式存在的元素的含量。但在水化学异常中，元素还可以呈复杂的形式结合于胶体悬浮物中。只有将水样蒸干，分析干涸的残渣，才能发现以这种形式存在的异常。此外，元素在水中还可呈可溶性金属有机物存在，这时往往需要将干渣灼烧后才能测出。

【生物地球化学异常】 biogeochemical anomalies 赋有于生物（植物或动物）中的地球化学异常。目前在文献上提到的生物地球化学异常一般指植物中的异常，因为动物中的异常研究得极少，还远未达到实用阶段。植物体内的生物地球化学异常，是植物根系吸收了土壤水和岩石裂隙水中所含的元素而形成的。植物体内的元素含量除了取决于土壤和岩石裂隙中的元素含量外，还受到一系列因素的影响，包括土壤和岩石裂隙中元素的存在形式、植物本身的营养需要、植物吸收或排拒元素的能力等。这些因素使得生物地球化学异常的解释工作变为复杂。

【微生物异常】 microbiologicalanomalies 有些微生物需要矿床的某些化学组分或这些组分的分解产物为养料，结果在这些矿床分布的地区，这种微生物得以大量繁殖，这就形成微生物异常。例如油气田上方的氧化甲烷细菌、氧化乙烷细菌、氧化丙烷细菌的异常等等。

【气体异常 】 gaseous anomalies 以气体状态存在的地球化学异常。气体异常可以存在于近地面的空气中，也可以存在于岩石或土壤的空隙内。例如油气及一些汞、铜矿床上方的甲烷及重烃气体；许多金属矿床上方的汞蒸气、二氧化硫、硫化氢；放射性矿床上方的 Rn^{220} 等的异常。

【古异常】 fossil anomalies 与现代的气候、地貌及排水条件很不相同的古代情况下形成的次生异常。例如古河道中的分散流，谷坡阶地上残存的河漫滩异常，在古代气候与地貌条件下形成的土壤异常等等。古异常的解释是比较困难的。例如古代形成的残积物异常被其后的侵蚀作用切割后，会被误认成与两个矿源有关的两个异常，古代形成的渗出异常由于排水条件的改变而无法根据冷提取金属与金属全量的比值加以辨认等

等。古异常经石化成岩后可以称为石化异常，但这种异常已被归入原生异常中。

【脱节异常】　disruptd anomalies　指在自然营力作用下，连续性受到破坏的（中断了的）次生异常。例如位于陡坡下的某些塌积物异常，受到近代河流切割的某些古异常等。由于工作方法上的原因（例如样品没有采到应有的层位）使异常的连续性没有反映出来，这样的情况不能叫做脱节异常。

【永久性异常】　permanent anoma lies　指深部水体中的水化学异常。因其周围的环境是稳定的，它每一点上的异常数值，不随时间而有很大的波动起伏，故称为永久异常。



塌积物中的脱节异常

【暂歇性异常】　temporary anoma lies　指浅部地下水或地表水中的异常。这种异常值经常随季节有很大波动，在大雨季节也可能暂时完全消失。

【表生活动性】　hypotaxic mobility　指在表生带中元素的活动能力或元素移动的难易程度。在研究元素表生活动性时，通常要考虑元素的本身性质及所处的环境条件。阅如在硅质环境内，最活动的元素是硫、钼、锌、铀，其次是铜、钴、镍，砷，最不活动的是铁、铅等。在钙质环境内，许多元素的活动性都受到阻滞。在富铁环境内，钼及砷变为很不活动等等。影响元素表生活动性的因素非常复杂，还难于作出定量估计。但通常可以根据一个地区内各元素在水中或土壤中的含量与基岩中含量的比值，得出不同元素表生活动性高低的序列。

【元素存在形式】　mode of occurrence of elements　指在地球化学异常中，异常元素产出的形式和存在方式。例如在土壤异常及水系沉积物异常中，元素可以呈下列形式：①原生矿物；②次生矿物；③进入粘土矿物品格中；④沉淀于碎屑颗粒上；⑤吸附于铁锰含水氧化物或有机物上；⑥结合于铁锰含水氧化物中；⑦金属有机络合物等。在水化学异常中，元素可以呈下列形式：①离子或络合阴离子；②吸附于胶体悬浮物上；③以复杂方式结合于胶体悬浮物中；④可溶性金属有机化合物等。上述不同存在形式的元素，可以用不同的溶剂分别提取（见偏提取分析）。这对异常的辨别和解释是很有用的。

【异常均匀性】　homogeneity of anomalies　指反映异常衰减的均匀程度。一个异常由异常源的高值衰减到背景处的正常值，常常不是逐渐下降的，而是跳跃起伏的。这

种跳跃起伏的程度与异常的性质和采样方法有关。跳跃起伏剧烈的就叫做异常的均匀性差，不剧烈的就叫做异常的均匀性好。在采样方法一致的情况下，异常的均匀性可在异常衰减图上加以比较。如沿岩石的裂隙和微裂隙发育的原生异常，其均匀性比疏松物中的各种次生异常差。水成异常比碎屑异常均匀。较活动元素（如铜、锌、钴）的异常比较不活动元素（如锡、铍、铅）的异常均匀。疏松物中细粒部分的异常比粗粒部分的异常均匀。在所有异常中，水化学异常是最均匀的。

【地球化学障】 geochemical bar riers 在元素迁移的途径中遇到物理化学环境的骤然改变，从而使某些元素从溶液中大量析出。这种地点或环境称为地球化学障。这一概念由苏联学者提出，它包括了内生过程及表生过程。地球化学障可分为温度障（temperaturebarriers），压力障（pressure barriers），酸碱障（acid－alkaline barriers），氧化还原障（oxidizing－reducing bar－riers），硫酸盐障（sulfate barriers）碳酸盐障（carbonate barriers），吸附障（adsorption barriers），蒸发障（evaporation barriers），机械障（mechanical barriers）。实际上在自然界任何一处具体的地球化学障总是有复杂的几种因素在起作用。

【沉淀障】 precipitation barriers 地表水或地下水从一种环境进入另一种条件极为不同的新环境时，水中所含的某些元素大量沉淀。这种环境转变地点叫做沉淀障。这一概念是西方国家提出的。它只指表生过程，而不涉及内生过程。例如在泉水及渗水地区，地下水的渗出点可以形成沉淀障。地下永在该点出露地表时，遇到一种氧气与阳光充足，有机作用活跃的新环境。低价的铁锰等化合物氧化为高价的，并发生沉淀。其它微迹金属或与铁锰共沉淀，或与泉水及渗出区的有机土相结合。其它的沉淀障还有：酸性水遭到大量普通河水的稀释，或者进入碱性的钙质环境处，酸性水从有机沼泽的还原环境进入开敞水道的氧化环境处；含有金属的水进入沼泽的边缘处等。

【异常持续性】 persistence of ano malies 水系异常从截止点的高值衰减至背景为止的那一段距离。这段距离长的就叫做持续性好，反之就叫做持续性差。

【异常衰减模式】 decay Pattern ofanomalies 是指一个异常，由异常源处的高值到背景处的正常值的衰减的快慢、形状以及跳跃起伏的程度等。通常它可用异常衰减图表达出来。例如水系沉积物异常的衰减模式可有衰减剧烈的和缓慢的；逐步下降的、锯齿状下降的或阶梯状下降的；“高原状”的或脱节的等等。影响衰减模式的因素很多。例如异常源的原始衬度、异常源的数目、产状及相互位置、背景物质的“稀释”作用、元素的活动性以及环境条件等等。

【异常截止点】 cutoff of anomalies 水系异常中最接近异常源处的高值点，即此异常的起点。自此点向上游异常值将迅速下降至背景。如果异常物质是从单一的源进入水系的，这种水系异常将具有清晰的截上点。如果异常物质是由大面积的分散矿化而进

入水系的，截止点就不清晰。查明截止点对追踪异常源的位置是很有用的。

【异常季节性变化】 seasonal varia tions of anomaly 在水化学异常及水系沉积物异常中，异常值往往随着季节的改变而变化。这种现象称为异常的季节性变化。在雨季与旱季明显的地区，这种变化很显著。在旱季，天然水中元素的含量一般比较稳定。在雨季，雨水的稀释作用会使异常弱化。但雨水又可携带土壤中的可溶性物质进入河水或地下水中，从而会使异常强化。这两种效果相反的作用交织在一起，在不同地区会出现许多复杂的现象。一般的趋势是，在雨季开始时水中异常增强，长时间的下雨又会使异常减弱。而且在雨季，水中的元素含量很不稳定。水系沉积物异常的季节性变化和水化学异常类似。但它受季节变化的影响较水化学异常为小。

【矿异常】 anomalies related to mineralizations 与矿有关的地球化学异常。

【非矿异常】 anomalies not related to mineralizations 又称为假异常，指与矿无关的地球化学异常。在非矿异常中有一些异常同矿异常很相似，如具有高的异常含量和多种元素组合等。非矿异常的原因：一种是由岩石引起的。如基性岩地区的岩石和土壤内有铜异常；黑色页岩地区有钼、砷、银等多种异常；一种是天然富集作用引起的。如铁锰含水氧化物及有机物质可以富集大量的金属。一种是沾污引起的，如老硐、废矿堆、选矿冶炼厂、公路碎石、某些农药、工业区的废水废物等。一种是采样不当引起的。如土壤的某些层位内可能有背景元素的富集而被误采。还有一种是分析上的误差或错误引起的。

【假异常】 false anomalies 在化探中指非矿异常。

【地球化学指标】 geochemical indicators 天然物质中能够作为找矿线索的地球化学特征。地球化学指标通常包括微迹元素、常量元素、气体、同位素、放射性、pH、Eh 以及元素含量的比值等等。

【指示元素】 indicator elements 指天然物质中能够作为找矿线索的化学元素。能够指示多种矿床的元素叫做通用指示元素。对某种矿床能够起独特指示作用的伴生元素，叫做探途元素。按照指示元素距矿床远近，可分为远程（远矿）的和近程（近矿）的。按照指示元素与所寻找的矿床的相同与否又可分为直接的间接的。

【通用指示元素】 universal indica tor elements 指天然物质中能够作为寻找多种矿种线索的化学元素，它常以主要组分或非主要组分形式存在于多种矿床的矿石中，并在矿床周围形成清晰的异常，因而具有指示多种矿床的作用。例如在汞、锑、金、银、多金属等矿床的矿石中都含有汞，其周围都有汞异常，可以利用汞来寻找多种金属矿床。在水系沉积物测量中，分析冷提取重金属总量，不但可以发现铜，铅、锌等多金属矿，还可用来寻找某些类型的金、银、砷、锑、锡、钨、钼、铁、锰等矿床。因而汞和冷提取重金属都属于通用指示元素。

【探途元素】 pathfinder elements 指在天然物质中，对寻找某种矿能够起独特作用的伴生元素。因为有时利用主要成矿元素不易追踪到盲矿，故可利用某种伴生元素作为间接的指示元素。现在已发现的探途元素有汞、砷、钼、银等若干种。它们所起的作用如：①斑岩铜矿中的钼在水中可形成比铜异常大而且清晰的异常；②多金属矿床中汞及银的原生晕比铅、锌，铜等的异常大得多；③砷在许多金矿四周具有大而且清晰的异常，同时砷的分析远比金为快速和低廉。故在普查这些矿种时可用钼、汞、银、砷等为探途元素，迅速扫掉大片面积，缩小详查地段。探途元素一词是 H. V. Warreu 在 1956 年提出的，现已在工作中得到广泛应用。寻找适当的探途元素是提高化探效果的一个重要因素

【元素比值】 element ratios 在指示元素中，某些元素之间的含量比，称为元素比值。例如使用铜与镍的比值，可以辨认与基性岩有关的非矿异常。因为这种异常的铜镍比值较低，而铜矿引起的铜异常铜镍比值较高。研究冷提取金属与金属全量的比值，可以分辨水成异常和碎屑异常，从而可以判断覆盖层下矿体的可能位置等。在铜或多金属矿床的原生晕中，钡、银，汞常发育在矿体前缘部分，而钼、铋、镍等常发育在矿体尾部部分。适当选择它们之间的比值可以判断地表岩石中的异常是属于已被侵蚀的矿体的尾部异常，还是属于深部盲矿的前缘异常等。

【指示植物】 indicator plants 有些植物只生长在某种具有特定性质（如富含某种金属）的风化岩石及土壤中，而在其它地质环境下很少见或不存在。有些植物在通常条件下虽然可以普遍生长，但在某种特定的风化岩石及土壤中却发生了显著的生态变异和形态变异。这些植物都可作为指示植物。指示植物可以指示地下水、盐类沉积物、沥青土，不同类型的岩石以及金属矿等。

【通用指示植物】 universal plantiadicators 有一类指示植物，它的生长习性主要受土壤中某种元素含量的控制。通常它只生长在矿化地区的某种元素含量高的土壤内，而在其它条件下很少见或不生长。这种植物称为通用指示植物。例如在我国长江中下游及其它省分只生长在铜矿化地区的海州香薷，在中欧指示锌矿化的锌堇菜，在赞比亚指示铜矿化的和氏罗勒等等。

【局部指示植物】 local plant－indicators 有一类指示植物，它的生长习性不仅与土壤中某种元素的含量有关，而且还受一系列其它因素的影响。这种植物在某些局部地区有指示矿化的作用，而在其它广大地区则不能。

这种植物叫做局部指示植物。例如加里福尼亚罂粟在美国亚利桑那州圣曼纽地区只生长在铜矿化地段，但在气侯稍有不同的邻近地方，它就到处生长，不再有指示铜矿化的作用。

【铜矿指示植物】 plant indicators of copper deposits 指能够指示铜矿或铜矿化的植物。目前世界上已发现的铜矿指示植物有二、三十种之多。在我国发现的铜矿指示植物，有分布于长江中下游及西南各省铜矿化地区的海州香薷；南京附近铜矿地区的鸭趾草、蝇子草；四川铜矿地区的头花蓼、铜钱白株树；山东铜矿地区的女娄菜、宽叶香薷等。

【海州香蒲】 Elsholtzia haichowe nsis 是一种铜矿指示植物，俗称铜草。它在我国长江中下游及西南各省多生长于铜矿化地区，而在其它地区则很少发现，故是一种通用指示植物。这种植物可以在其它植物无法生存，含铜量高达 4000—5000ppm 的土壤中茂盛生长。它的根中铜含量最高，可达千分之三（灰分中含量），茎叶次之，花中最低。海州香薷的主要形态特征是：茎暗紫红色，断面略呈方形，长有白色短柔毛。叶对生，披针形，有锯齿缘，叶柄细短。秋季开紫红色小花，花卵圆形，穗状花序，颜色鲜艳。

【铜草】 copper flower 即“海州香薷”，见铜矿指示植物。

【岩石地球化学测量】 geochemical rock survey 简称岩石测量。这种方法是系统地采集岩石样品，分析其中的微迹元素或其它地球化学特征，以发现与矿化有关的各类原生异常（地球化学省、区域原生异常、矿床原生晕等）并进而寻找矿床。研究地球化学省，有助于对范围广大的地区内的矿化作出预测或重新评价。在地质普查和化探普查中，研究区域原生异常有助于划分最有远景的成矿地区或探索新的矿化类型。系统地在不同时代的岩层及各种火成岩体内采样，可用于研究区域同生异常。在详查阶段进行岩石测量，研究矿床原生晕有助于布置勘探钻孔寻找盲矿。在勘探工作中采集钻孔岩心，研究钻孔中的原生异常，可提供进一步勘探的资料。这种方法目前已在生产中广泛应用。进行岩石测量时预先要做一些试验工作。例如在详查阶段开始时要选择已知矿作试验，了解已知矿的原生晕特征以作为在未知区确定工作方法及资料解释的依据。采样时可以采岩石碎块及碎屑样品，或者根据工作需要采集特殊样品（如断层泥、裂隙充填物、岩脉物质等）。还可以专门选分某些矿物（黄铁矿、磁铁矿、某些蚀变矿物等）进行分析。通常分析的元素由一、二种到几十种不等，如汞、锑、砷、银、铅、锌、铜、铋、钨、钼、锡、钴镍、铍等，另外还有一些挥发性元素（氟、碘、氯，硼等），一些亲石元素（锂、铷、铯、锶、钡等）。

【土壤地球化学测量】 geochemical soil survey 简称土壤测量。这种方法是系统地测量土壤（包括各种风化产物）中的微迹元素含量或其它地球化学特征，测量的目的是发现与矿化有关的各类次生异常，并进而寻找矿床。残积层土壤测量是化探方法中最成熟最有效的，因为残积层中的异常经常是下伏矿化的可靠指示。运积层土壤测量的有效性要根据地区的条件而定。风成砂地区土壤测量的工作还处于研究阶段。冰积物、塌积

物及有机土地区的土壤测量也有许多待解决的问题。在这些运积物地区工作时要试用各种办法去发现那种近地表的后生水成异常，或者大量使用机动钻采样。在进行生产工作之前要进行试验测量，研究当地覆盖物性质，确定采样网的布置，采样物质，采样层位与深度以及分析方法等。

【水系地球化学测量】 geochemical drainage survey 简称水系测量。即系统地采集一种或数种水系物质的化探方法。其中包括水系沉积物测量和地表水系的水化学测量。有时也涉及到对渗湿土、沼泽土及泉水等与地下水活动有关的一些物质的研究。

【水系沉积物测量】 stream sedi ment 又称分散流找矿法或水系金属量测量。是系统地采集水系沉积物样品，测定其中微迹元素含量或其它地球化学特征，以发现与矿化有关的异常，并向上游追踪，寻找矿床的方法。它是一种效率较高的地球化学普查方法。其特点是可以根据少数采样点上的资料了解广大汇水面积内的矿化情况。这种测量的采样布局要由所欲找寻的目标的大小、水系分布模式和元素在水系沉积物中的衰减模式（由试验测量取得）而定。所采样品主要为水系中的活动沉积物，有时也可采集河漫滩沉积物。筛取其中小于 80 筛孔的细粒部分进行分析。但在某些剥蚀作用强烈的山区，分析较粗粒的物质常可获得更明显的异常。有时为了以稀疏的采样点来发现远距矿化源的异常，可以分析重矿物部分及磁性矿物部分等。配备冷提取箱在现场分析重金属总量及铜，可以在发现异常后立即进行追踪。如果还能在野外分析冷提取镍或钴，以及砷，并配合重砂测量，这样不少金属矿床都可以有一定程度的显示。样品还可以同时运到实验室或实验站中作光谱与化学分析，以便进行更详细的研究。

【水化学测量】 hydrochemical sur vey 是系统地采集地表水或地下水（如河水、湖水、泉水、井水等）的样品，分析水中微迹元素及其它地球化学特征，发现与矿化有关的水化学异常，以寻找矿床的方法。此法对寻找以活动性强的金属（如铀和钼）为指示元素的矿床效果最好。采集水样后可以就地分析，也可以运回实验室分析。在保存和运输水样时，要用稀盐酸将水样酸化，以避免水样中微迹金属的损失（沉淀等）。或者使用离子交换树脂、有机溶剂及某些共沉淀剂，将水样浓缩后再运输。分析湖水是快速评价区域含矿性的方法。分析泉水及井水可以发现盲矿及埋藏异常。这两种方法都受到湖、泉、井分布情况的限制。水中微迹元素的含量极低，需要非常灵敏的分析方法才能发现这种异常。水系水化学测量的作用与水系沉积物测量类似。但水化学测量的结果受季节性变化影响较大。在钙质环境内许多金属（钼铀除外）的活动受到阻滞，水化学方法效果不好。

【地球化学重砂测量】 geochemical heavy mineral survey 是系统地采集水系沉积物样品，淘洗出其中重砂，用光谱分析或 X 射线荧光分析测定多种元素的含量，发现与矿化有关的异常。寻找矿床的一种方法。由于使用比较精密的分析方法，因而对重砂

淘洗的要求可以降低，一般要求淘洗到灰色为止。故地球化学重砂测量亦可称为灰砂测量。淘洗出的灰砂可以径直进行分析，亦可使用更为复杂的步骤，包括淘洗出灰砂；分离出磁性部分；重液分离；分离出各种电磁部分；分析所分离出的各个部分。

【灰砂测量】 grey heavy mineral survey 即“地球化学重砂测量”。

【湖积物测量】 lake sediment sur vey 为系统采集湖底沉积物，测定其中化学元素或其它地球化学特征，以发现与矿化有关的异常或与地质特征有关的分散模式。湖积物测量可以分为湖边沉积物测量（lake border sediment survey）与湖心沉积物测量（1a—ke center sediment survey）。由于湖积物可以反映四周汇水盆地中的化学元素的平均含量，因而它是一种高效率、大面积的化探方法。

【山麓堆积物测量】 talus Dsurvey 系统采集山麓堆积物中的细粒物质，测定其中化学元素及其它地球化学特征，以发现与矿化有关的山麓堆积物异常，这种方法称为山麓堆积物测量。在某些气候乾旱、地形切割剧烈，物理风化占优势、河谷中堆满碎石，难以采到细粒物质的山区，山麓堆积物测量是一种有效的普查方法。

【金属量测量】 metallometric sur vey 狭义的金属量测量是指在地表疏松覆盖物内系统地采集样品，分析其中的多种金属元素，圈出它们的异常并进一步追索覆盖物下面的矿体。它的涵义相当于地球化学土壤测量。如果仅分析一种金属如铜，则称为铜量测量，如汞，则称为汞量测量。广义的金属量测量是基岩金属量测量（相当于地球化学岩石测量）、残坡积物金属量测量（相当于地球化学土壤测量）、水系金属量测量（相当于水系沉积物测量）的总称。金属量测量一词是苏联在化探工作的早期提出来的。随着化探工作的发展，所研究的指标已不限于金属，还包括非金属、气体、同位素、放射性以及其它地球化学特征。故金属量测量一词已不甚适用。

【原生晕找矿法】 prospecting byprimary halos 通过发现和研究基岩中的原生晕而进行找矿的方法。这种方法通常用来寻找盲矿。原生晕找矿法与地球化学岩石测量并不是同义的，它们的区别在于：原生晕找矿法只限于研究矿床原生晕，其它类型的原生异常不能包括在内。而地球化学岩石测量所研究的是岩石中各种类型的原生异常，不仅包括原生晕，还包括地球化学省和各种区域原生异常等；原生晕找矿法采的样品并不限于岩石，也可以是其它天然物质（如残积土），因为矿床的原生晕有时可以很好地反映在其它天然物质中。而地球化学岩石测量通常只系统地研究岩石样品。

【次生晕找矿法】 prospecting by secondary halos 通过发现和研究地表疏松覆盖物中的次生晕而进行找矿的方法。此法与地球化学土壤测量是有区别的。它的原义只涉及矿体或异常源四周残坡积层内的次生晕的研究，不涉及其它许多类型的次生异常。因而涵义比较狭窄，不便于使用。

【分散流找矿法】 prospecting bydispersion trains 习惯上称水系沉积物测量为分散流找矿法。但沿地表水系采集水样研究水分散流的方法也应属于分散流找矿法。

【生物地球化学探矿】 biogeochemi cal prospecting 简称生物化探。这种方法是系统地测量生物中的微迹元素含量或其它地球化学特征，以发现与矿化有关的生物地球化学异常并进而寻找矿床。狭义的生物化探就是地球化学植物测量。广义的生物化探还包括某些动物体的研究和微生物测量。利用动物体内的元素含量作为找矿线索，这种报导较少。例如有人研究了湖中鱼的肝内所含的金属可以在化探普查中评价区域的含矿性等。

【植物地球化学测量】 geochemical vegetation survey 简称植物测量。这种方法是系统地测量植物（主要是深根植物如乔木与灌木等）中的微迹元素含量或其它地球化学特征，以发现其中的地球化学异常（称为植物异常）并进而寻找矿床。使用这种方法时要先进行试验测量，根据试验测量结果确定具体的工作方法。一般说来，合适的采样季节是在秋冬季，因为在春夏季植物在生长，元素含量不稳定。同样理由，采集二年生的小枝与树皮比采集果实、叶、嫩枝更为有效。采样时最好选用同一种植物，如采用不同种植物，则必须经试验证明不同种植物的元素含量变化是一致的。样品要经过灰化后进行分析。大约 20～50 克干的植物可以获得 1 克灰分。植物测量的采样和分析都比较麻烦，异常解释也比较复杂，因而它通常只作为一种辅助方法。在厚层运积物覆盖地区采集深根系植物样品可以有效地发现埋藏异常，但在这种条件下使用腐殖层采样有时也可达到同样效果。有人将腐殖层采样方法列入地球化学植物测量中。但现在各种化探方法主要是按采样对象分类的，故腐殖层采样仍以列入土壤测量为宜。

【微生物测量】 microbiological survey 又称“细菌测量”。这种方法是系统地测量天然物质（通常是土壤）中某些微生物的种类和数量，以发现与矿化有关的微生物异常并进而寻找矿床。寻找油气藏的微生物测量方法广泛在石油化探中使用。寻找金属矿床的微生物测量方法报导甚少。有人研究过某些细菌如氧化庚烷细菌、固氮细菌等的生长与环境中的钼、锌、锰、铜等元素的含量有关，并认为有可能利用这类细菌来寻找金属矿床。但迄今为止未见显著的进展。

【地植物测量】 geobotanical sur vey 是系统地对地表植物进行调查和填图，以发现由矿化引起的地植物的异常现象并进而寻找矿床的方法。某些植物在矿床周围的地球化学特征（如矿床的元素的浓度）影响下，能引起形态变异与生态变异。具有这种反应的植物种属、植物群落及植被外貌即可作为找矿的线索。这种方法的特点是在工作中无须进行采样和分析，通常只用肉眼观察便可（但其中试验工作和研究工作仍要求采样和分析）。地植物测量在干旱地区可用于寻找浅藏的地下水；在露头稀少地区还可用于

地质填图。这种方法常列入矿产普查方法中作为找矿的一种手段。但它的发展与地球化学植物测量的发展密切相关，目前多被列入化探中。

【气体地球化学测量】 geochemical gas survey 简称气体测量或气测。是系统地测量天然物质（如土壤、岩石、大气等）中，气体组分的化学成分或其它地球化学特征，以发现与矿化有关的气体异常并进而寻找矿床的方法。烃类气体或其它天然气可用来寻找油气藏。最近在研究金属矿床上方的汞、碘、二氧化硫等气体异常方面已有很大的进展。由于研制成功了各种轻便的高灵敏度的气体分析仪器，如相关分光仪、测汞仪等，使气体测量工作能够在空中进行（蒸气感测方法），从而有力地推动了航空气体测量的发展。气体测量对寻找某些深部盲矿和厚层运积物下的隐伏矿可以获得良好的效果。

【航空地球化学探矿】 airborne geo chemical prospecting 简称“航空化探”，新发展的一种化探方法。这种方法是对地球化学异常进行空中遥感或遥测，根据所发现的异常来寻找矿床。汞、金、钼、多金属、锡、钼及铀等许多矿床常有微量的汞蒸气散逸在矿床上方的大气中。油田、斑岩铜矿及其它一些金属矿床可放出碘、氟与溴蒸气。硫化物矿床氧化带可放出二氧化硫及硫化氢蒸气。油气矿床及一些金属矿床可放出烃类气体。这些气体及其它的某些地球化学特征都可作为找矿标志在空中感出。目前航空化探使用的方法有①蒸气感测技术，是用测汞仪、相关分光仪（或相关光谱仪）及其它方法测出矿床散在大气中的汞、碘、二氧化硫等异常；②伽马射线能谱仪法，是测定地表钾、钍、铀放出的伽马射线，以圈出热液金属矿床及作地球化学填图；③用空中照象的方法测定植物对太阳光不同波长上的反射率，以圈出矿化土壤上的植物群；④空中采样技术，是收集空中的矿化“气皎”（被气流带入空中的岩石微粒，土壤微粒或金属有机化合物微粒），测定气胶中的元素含量和气胶的数目和大小，以发现异常并定出矿化中心。航空化探具有高效率、低成本及适用于交通困难地区的优点，可和航空物探相配合，提供更多的航空测量资料。但这类方法目前大多处于实验研究阶段。

【航空微迹系统】 airtrace svstem 是一种新的航空化探技术。它采集空中的有机与无机微尘，并分析其中所含许多元素，包括（Cu，Zn，Ni，Mn，Fe，Cr，Cd，Al，Mg，Ca，Ti，Si 及 C 等。航空微迹系统使用特殊的采样装置来选分上升热□流中的微尘与周围较冷空气中的微尘，这样就可以分析直接从其下方地表及地表植物中放出的微尘，而将异地来源的干扰大部分排除。采集的微尘粘着于特制的胶带上，胶带在实验室内用激光蒸发，并用等离子源光量计进行分析。可以用这个系统找寻金属矿及油气矿藏，正在试验用它来找寻铀，煤与金伯利岩。

【测汞仪】 mercury vapormeter，mercury vapor analyzer 一种高灵敏度的测定汞的原子吸收光谱的仪器。在一些金属矿床上方空气中的汞异常往往低至几～几十 ng/立方米（1ng＝10^{-9}克）。原有各种测汞的方法无法发现此种微弱异常。近年来研制成功的测汞仪，其灵敏度可以达到 1ng/立方米。它是利用汞蒸气能强烈吸收 2537 埃谱线的特性而设计的。仪器主要包括发射 2537 埃谱线的汞灯，气体吸收室及光电放大和测量等装置。进入吸收室的气体样品中，如含有微迹的汞，则通过吸收室的光线会因部分被汞吸收而减弱。根据光线减弱的程度可以测出气体中的汞含量。二氧化硫及许多有机蒸气在 2537 埃谱线邻近，对谱线都有显著的吸收，因而产生严重的干扰。由于消除干扰方法的不同而设计制成了多种类型的测汞仪。例如：①利用贵金属捕集器使汞被截留，使干扰气体逸去；②使样品气流分成两股，将一股中的汞事先移除，然后比较同一光源通过两个吸收室时的输出；③利用压致展宽效应，将通过吸收室后的光线分成两股，一股再通过饱和汞蒸气室，然后测量两股透出光线强度的比值；④利用"塞曼效应"，比较在光源上施加磁场与不加磁场时，通过吸收室的光线强度的比值。根据实用上的要求，已制成了装在汽车及飞机上进行连续测定汞的仪器，以及能就地进行测定的轻便背包式的测汞仪器等。

【相关分光仪】 correlation spectro meter 这是近年来为研究大气污染及进行航空化探而研制成功的一种仪器。它类似于一台光栅分光计，但其出射狭缝由一个来回振动着的"相关型板"所代替。型板后面设有光电放大装置。在相关型板上复制有被测气体吸收光谱的负片。光线可以在吸收线的位置上透过，在其它位置上则被遮挡。装在飞机及汽车上的相关分光仪利用阳光为光源。阳光穿过含有二氧化硫、碘等蒸气的气层后，从地面反射上来，由一个望远镜将它收集进入相关分光仪。当型板与光谱吸收带相关时，透过型板的光线强度锐减。根据这种变化可以测出某种蒸气的含量。这种仪器灵敏度很高，并且可以在远距离遥测而不需要采集气体样品。

【海洋地球化学探矿】 marine geo chemical prospecting 海洋地球化学探矿简称海洋化探，是系统地测量海中天然物质（海水、海底沉积物、海底岩石等）的地球化学性质，以发现与矿化有关的地球化学异常并进而寻找矿床的方法。海洋化探的工作方法同陆地化探类似，包括海底区域资料的研究、填图、海下电视或照相、采样、分析以及解释评价等。海洋化探的采样比陆地化探困难得多。为了了解海底深部情况，单采海底表层沉积物和表层岩石是不够的，还要穿透若干米采深部样品。这些都需要在深海潜艇上装置专门的采样机。实验室大多安装在船上。使用的方法有比色、原子吸收光谱、直读式发射光谱等。有人提出快速有效的方法，即用锎（Cf^{252}）的热中子活化海底表层物质，并对捕获的伽马能谱进行解释。此法可以在海底进行。同海洋物探一样，海洋化探中定位问题也是很重要的，目前已有各种不同精度的定位导航系统可供使用。

【同位素地球化学探矿】　isotope geochemical prospecting　简称同位素化探。是在六十年代发展起来的一种化探方法。这种方法是测量地壳物质中稳定同位素的含量和它们之间的比值，根据所发现的同位素地球化学异常来寻找矿床。例如有的多金属矿床围岩中氧同位素比值（O^{18}：O^{16}）能形成范围极大的晕（比铜、铅、锌等元素的晕大），可以用此来找深部盲矿。铅同位素比值（pb^{206}：pb^{207}）可试用来分辨有工业价值的铅矿床与没有工业价值的铅矿化。硫同位素比值（S^{34}：S^{32}）可用于区分水样中来自矿体的硫酸根和来自围岩中分散矿化的硫酸根。利用汞、硼等同位素比值可以推测汞、硼等异常距盲矿体的远近等等。研究铅同位素以鉴别矿床的类型及与火成岩的成因联系；研究硫同位素以鉴别矿床的内、外生成因。这些也能为异常解释提供有价值的资料。同位素化探方法尚处于试验阶段。目前由于仪器设备贵重复杂，分析费用较高，对本方法的迅速发展有着一定的限制。

【景观地球化学探矿】　landscape geochemical prospecting　这是苏联某些人提出的概念。他们认为地球化学探矿法有许多地方与景观地球化学有关，并认为化学元素的迁移条件在不同景观中是不同的。必须研究个别元素在景观中迁移的特性，确定它们富集的所在地，这才可以得出有理论根据的找矿法。故他们曾建议将地球化学探矿法称为景观地球化学探矿法。但这个建议并未被普遍采纳。

【地球化学踏勘】　geochemical re connaissance　同区域地球化学勘查的涵义大致相同。但其系统性不如前者。亦可译为地球化学粗查。

【地球化学普查】　这个术语最早是苏联学者提出的，它与西方国家使用的地球化学半详查（geochemical semi－detailed survey）大致相近。它与区域化探也不完全相同。因为区域化探涉及的面积常达数万平方公里或更大的范围。而地球化学普查的工作面积则较为局限，其采样密度也比区域化探为密。区域化探往往是多目标的，即使单为找矿，亦是多矿种的，而地球化学普查则常用来找寻某一种或几种矿产。

【地球化学详查】　geochemical de tailed survey　是用甚密的点距（一般大于每平方公里100个点）采集天然物质，以详细了解地球化学异常的产状、规模、强度及内部结构，确定异常的来源，据此对异常作出进一步评价，布置山地工程与钻探验证的方法。它一般在区域化探或地球化学普查所圈定的局部范围内，或在航空物探或根据地质资料圈出的有远景的局部地段内进行。地球化学详查主要使用土壤测量，有时还要采集其它类型样品，（泉水、渗出土、蒸气以及其它特殊样品）以获取更多地下情况的信息。在厚层覆盖物地区有时须使用深部土壤测量，或试用蒸气测量及植物测量。为了肯定基岩中的异常源，需要重点布置几条岩石测量剖面线。在石质少土的山区，主要使用岩石测量方法。

【地球化学填图】 geochemical map ping 地球化学填图早期是指系统采集地表基岩样品，进行多元素分析，并将各种元素含量的空间变化以某种标准方式，连同岩石类型、地质构造及矿化等，系统地记在图上。它的目的是为了发现新矿床，以及为解释区域地质发展史提供基本资料。近十余年来，它的概念与内容发生了很大变化。当前世界上正在进行的一些全国性地球化学填图已不是采集岩石样品，而是采集基岩的风化产物（特别是最具有遥测能力的并能代表一个较大面积平均含量的水系沉积物或湖积物）。通过元素在这些物质中的含量，来推测基岩中的各种原生分散模式。今后地球化学填图将有可能发展成系统采集地表分布广泛的各种物质，填出化学元素在地壳四个圈（岩石圈、水圈、生物圈、气圈）中的分布情况。

【试验测量】 orientation survey 在开展地球化学测量工作中，为了取得多快好省的效果，必须确定最佳的采样方案和分析方案。这种方案的确定，可以通过对已知矿的试验工作得到。在正规的化探工作开始以前的这种试验，就叫做试验测量或试点测量。选择作为试验测量的矿点不一定是工业矿床。有时非工业意义的矿点，由于人为沾污较少，反而有利。对于不同的地球化学测量方法，试验测量也有着不同的内容。例如为进行土壤测量而作的试验测量，需要了解地区覆盖物的性质是残积的还是运积的。要在穿过矿化地段的测线上以土钻采集不同深度及层位的样品，观察 金属含量在剖面上的变化以及在该地 区的变动范围。必要时还要进行一系 列实验，包括挑选不同粒度部分及使 用偏提取分析。要研究影响异常强度 的各种环境因素。采样网的布置、采 样深度与层位的确定、样品处理、指 示元素的选择、分析方法的选择都要 靠试验测量来决定。根据试验测量制 定出的工作方案应保证既能发现异 常，又能获得衬度大且可靠的异常，并为异常解释提供实际依据。

【化探采样】 geochemical sampling 采样是化探工作最基本的一个环节。化探采样的特点是采样物质复杂多样；样品数量很多；低含量样品占很大比例样品原始重量较小等。因而化探采样时应注意①合理地作出采样布局，以便用最少的工作量收到预期的效果；②注意观察挑选采样对象。如采集水系沉积物时，注意不要误采两岸塌落的物质；采集土壤时，要区分残积物和运积物；采集植物时要选择异常反映最清晰的种属；还要注意沾污的干扰等；③正确地确定采样位置、深度、层位、部位（植物的叶，小枝、树皮等）；④采集水样及植物样品时，还要注意采样季节等。这样才不至漏掉有意义的异常，并便于以后的异常解释。在正规化探工作开始以前，要进行试验测量以确定最佳的采样方案。

【采样密度】 sampling density 县指化探工作中采样的疏密程度。它是以单位面积中所采样品数目来计算的。采样密度主要取决于采集物质的代表性，欲找寻目标的大小和欲取得的资料的详细程度。而这一切又与不同的工作阶段有关 。例如：圈定地球化

学省采样密度低，而圈出局部异常，采样密度就要高、采集能反映较大面积内元素平均含量的样品（如水系沉积物，湖积物等）、可以使用较低的密度，采集只能反映局部地点变化的样品（如土壤及岩石等）则需要使用较高的密度。

【低密度采样】 low density samp ling　低密度系指每平方公里1—2个采样点或更低的密度。它适用于大面积的区域化探及地球化学普查。低密度采样要尽量选用具有遥测能力的地表物质。当前在国内外推行的低密度采样主要有以下四种密度：①超低密度采样（superlow density samp ling），每20—80平方英里（50—200平方公里）1个点。所欲找寻的靶区为数百到数千平方英里以上。可以圈出地球化学省、大的矿化带及一些大的地质特征。②低密度采样（very lowdensity sampling）每5—20平方英里（13—50平方公里）1个点。靶区为数十到数百平方英里。可以圈出次一级的地球化学省、区域性异常、大型矿床与矿带的异常。⑧每1—5平方英里（2—13平方公里）1个点。靶区为6—20平方公里，用以圈出大中型矿床及矿化带的异常。④每平方英里2—5个点（每平方公里0．4—2个点），采用这种密度，一般可以圈出小型矿床，这是大面积区域化探及地球化学普查最高的密度。

【采样层位】 sampling horizon 指化探工作中所采样品在土壤中的部位。采样层位对化探效果有密切关系。一个发育完整的土壤剖面可以划分三个层位：有机层A，淋积层B和母质层C。有机层A还要细分为落叶层A_0、腐殖层A_1、淋滤层A_2。有时还要将B层做进一步划分。在土壤测量中，一般是穿过有机层，在B层采样。采样层位弄错了会造成不良后果。例如在潮湿地区（湿冷地区的灰化土或湿热地区的砖红土）A_2层中的金属元素几乎都被淋滤掉，如果在这层采样，就会漏掉异常。在某些条件下，背景金属可能富集于有机层中，当普遍在B层采样而在局部地段误采了A层时，又会出现假的异常。在运积土地区要 在有机表土层或在B层深部采样才能发现由深根植物及毛细管水带上来的水成异常。如果这种异常不存在，就要以钻具钻过运积层，以发现被埋藏的深部异常。山区幼年土的土层薄且层位不发育，所以采样时要注意的是分辨是残积的还是运积的，这和以后的异常检查和解释工作关系很大。

【深层采样】 overburden sampling at dePth　用各种钻具采集厚覆盖层下部样品的采样方法。深层采样的目的是发现各种埋藏异常及淋积异常。目前已制成各种轻便的钻具如手动的及机动的冲击钻与螺旋钻。有些钻具是安装在汽车及履带车辆上的。钻进深度自数米至40米不等。

【粒度试验】 size fraction experi meuts　在地球化学土壤测量和水系沉积物测量工作中，要考虑样品的颗粒度问题，因为元素在疏松物的不周颗粒部分的分配是不同的。粒度试验就是通过分析元素在样品中不同粒度分的含量分配，以确定最佳的采样颗粒度。最佳粒度的确定要根据；①元素的含量较高；②异常的清晰度好；③元素分布的

均匀性好，以减小采样误差和样品的原始重量。由试验得知，对于碎屑异常最佳的采样粒度应较粗；对于水成异常则应较细。另外，截取粒度间隔较狭的样品，采样误差较小；粒度间隔较宽的则误差较大。当测区内具有各种类型的异常时，最佳粒度的确定要全面权衡考虑。

【样品处理】 sample preparation 各类化探样品在送交分析之前，要经过处理。处理的目的是：①便于运输或储存；②使样品均匀化；③便于进行分析；④研究元素的不同存在形式等。岩石样品要经过破碎和细磨。有时为了获得清晰的异常及解决某些异常解释上的问题，需从岩石碎末中选分重矿物、重磁性矿物、热磁性矿物或某些单矿物等。土壤及水系沉积物样品要烘干。在生产性工作中通常筛取小于 80 筛孔粒度的部分。但在某些地质地貌及气候条件下，为了更好地发现某些元素的异常，也要筛取其它各种粒度部分，或者进行矿物选分工作。筛取或选分之后，还需要破碎或细磨到分析上所需要的粒度。水样为便于运输并提高分析灵敏度，有时要加以浓缩。植物及有机质样品要进行灰化。

【化探分析】 geochemical prospec ting analysis，geochemical explora tion analysis 统指为化探工作而采用那些分析方法。化探分析同化探试测量有紧密联系。在制定一项化探分析时要考虑分析的是样品全部物是某一种物质；是全部粒级还是某一种粒级；是提取样品中被测元素的全量还是某种存在形式的含量，以及所要求的分析灵敏度、精密度与准确度等。化探分析过去是以快速简单的半定量微迹分析（如发射光谱、比色、冷提取等）为主。为了发现和研究那些在背景起伏中隐藏很深的异常，目前已越来越多地使用分析质量较高的原子吸收光谱及定量光谱方法。另外为了不同的目的，还使用 X 射线萤光光谱方法、中子活化法、质谱法、相关光谱法、离子电极法等。在分析设备现场化方面，已做到把大型的分析装置安放在流动的实验车上，并配备各种远距离传递数据的设备等。

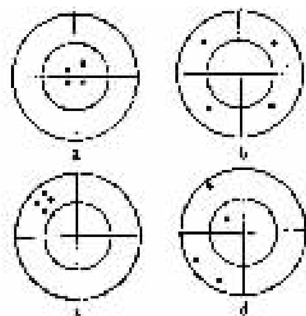
【地球化学分析】 geochemical ana lysis 在化探中，地球化学分析常作为化探分析的同义词。

【分析误差】 analytical error 误差是指测量出的数值与真实数值，或预期数值，或最佳估计值之间的差别。过去在分析化学中将误差分为系统误差（systematic errors）与随机误差（random errors）。系统误差是大量测量数值平均值与真值之间的差异。这种差异亦称之为偏倚（bias）。随机误差则指每一次测量的数值与多次测量的平均值之间的差异。随机误差的特点是正负误差大致相等，误差的平均值趋于 0，误差的标准离差趋于恒定数值。大规模化探分析中所遇到的误差更为复杂，已非上述两个概念所能包容。例如在化探分析中不仅发现有全面的偏倚，还有各种可变偏倚。化探分析中遇到的随机误差，它的标准离差亦不是恒定的，而是随着某些因素（例如测量物质的浓度范围）而变化，这种误差称为可变精度。

【准确度】 accuracy 是大量测量数值的平均值与真值之间符合的程度。测量的

准确度高，表明系统误差或偏倚很小。测量的准确度低，表明系统误差或偏倚很大。

【精密度】　precision　是大量测量数值之间相互符合的程度。多次测量之间的差异大（误差的标准离差值很大）表明测量的精密度低。精密度与准确度是互不相倚的。一种测量的方法或结果可能是既准确又精密的（图a）：每一次测量结果都较接近，而它们的平均值又接近真值（图中靶心代表真值）；也可以是准确的，但不精密（图b）：尽管多次测量平均值接近真值，但每次测量数值之间相差很大。也可以是精密的，但不准确（图c）；尽管测量的数值互相接近，但其平均值则远离真值；或者是既不准确也不精密的（图d）。



【偏倚】　bias　是大量测量数值平均值与真值之间的差异。如果偏倚只发生于几种分析方法之间，几个实验室之间或更大单元（地区、国家）之间，这种偏倚称为全面偏倚（overall bias）。这也是分析工作者一般称之为系统误差的概念。但实际上在大规模化探分析中发生的偏倚要复杂得多。它往往存在于不同单元或水平上。例如大规模分析中会发生批之间，日之间、月之间，季节之间、年之间或工作人员之间的偏倚。这种偏倚称为可变偏倚（variable bias）。这是化探分析中遇到的最难应付的误差。

【采样误差】　sampling error　地球化学采样是将地面划分为若干采样单元，在每一单元中采集1个或数个样品，以样品中的含量来估量整个单元内元素含量的平均值。这样就不可避免地发生采样误差。采样误差也有着各种不同类型。①全面偏倚：例如两个大区域或两个图幅之间的气候，地形，水系密度，露头出露程度，覆盖物性质等总的不同所造成的全面偏倚。②可变偏倚：例如一个地区内不同地点，的环境与采样物质性质的变化，不同人员的采样方法与习惯的不同都会造成可变偏倚。③可变精度：例如局部环境及物质组份的均匀程度不同会造成可变精度。但在每一个采样场所，用统一规定的方法采集足够量物质，尽可能采集同类物质，并在几个点上采集几个样品进行组合，可以大大提高采样的精密度。但采样中由于各种因素造成的全面偏倚与可变偏倚往往是难以避免的，只有在解释推断的阶段进行处理。

【误差监控】　error monitoring　是在大规模化探操作中，为了及时发现误差而采取的措施。误差监控系统一般包括：①分批插入若干标准样，以便及时发现批之内，批之间、日之间、月之间等的可变偏倚；②密码插入重 复采集及重复分析的样品以估量采样 与分析中的随机误差；③通过对标准 样的分析，比较不同实验室或不同分 析方法之间的全面偏倚；④研究由于 基质影响造成的可变偏倚。电子计算 机化的误差监控系统可以每日或每隔 一段时间打印出各种监控图表，便于 及时查找大规模分析中造成误差的原 因，对不合格的批进行反工，并记录 下用统计学方法研究误差的各种结 果，以

便作出校正。

【主元素】 major elements 又称 宏量元素或大量元素，系指在天然物 质（如岩石、疏松覆盖物等）中，含 量在百分之一以上的元素，例如铁（平均4. 65%）、铝等都是一些火成 岩的主元素。

【宏量元素】 macro elements 即“主元素”。

【副元素】 minor elements 指在 天然物质中含量在百分之一以下到万 分之几的元素。但在地质学中应用不 严格，常把含量小于万分之几的元素 也称副元素，而与微迹元素一词混 用。

【微量元素】 micro elements 一般 指天然物质中含量在百分之一以下的 元素。

【微迹元素】 trace elements 又称“痕量元素”，是指在天然物质中含量 在万分之一以下的元素。

【偏提取分析】 partial extraction analysis 用弱的溶剂溶出样品中某 种素的一部分，然后对这部分进行 测定，这种方法称为偏提取分析。例 如柠檬酸铵冷提取方法就是偏提取方法的一种。通常用于偏提取的弱溶剂有水、醋酸盐溶液、柠檬溶液、EDTA 溶液连二硫酸盐溶液、稀的 盐酸或硝酸等等。弱溶剂如果选用得 当，往往可以获得比全提取方法更为 清晰的异常，并可用于辨认水成异常 与碎屑异常，以及解决其它异常解释 上的问题。一个地区偏提取方法的选 择要通过试验测量来决定。偏提取方 法所提取的物质形式并不是单一的。各种形式的物质不能靠偏提取得到完 全的分离。例如柠檬酸盐冷提取可以 提取一部分吸附于颗粒表面的金属，也可以提取少部分沉淀物。稀酸可以 提取吸附的金属及某些沉淀物，也可 以捉取少部分在硅酸盐晶格中的金属 等等。因而将偏提取方法称为相分析 是不合适的。

【冷提取分析】 cold extraction analysis 指常温下的偏提取分析。这 种方法是在常温下用某种弱的溶剂，将样品中某种金属的一部分提取到溶 液中，然后经显色、比色，确定此部 分的含量。过去所说的冷提取分析是 指以柠檬酸铵为提取剂，二硫腙甲苯 溶液为显色剂，用于分析铜或铜、铅、锌总量的。这种方法的灵敏度很 高，可以检出低至0. 4微克的金属。它同常规分析得的结果是一致的。但 冷提取异常较为清晰。这种方法可以 用来区分水成异常与碎屑异常（水成 异常中可被冷提取的金属与该金属全 量之比可达20%以上，而碎屑异常中 则常在6%以下）。这在异常解释上是很有意义的。冷提取分析的设备简单、成本低廉，操作快速简便，故适用于野外现场分析。目前这种分析可用于寻找以铜、铅、锌等为指示元素的矿床。冷提取分析一词是西方国家在五十年代提出的。目前已发展到使用多种的提取剂。故在使用此词时应加上所用的溶剂，如柠檬酸盐冷提取、EDTA 冷提取等等。

【冷提取金属】　cold－extxactable metals　在常温下可被檬酸盐等弱溶剂提取进溶液中的那一部分金属。这部分金属主要呈离子状态，吸附于粘土颗粒表面及铁、锰含水氧化物上。但也有一部分新鲜沉淀物及次生矿物可被提取。

【键序分析】　sequential analysis 循序分析一词来自土壤化学，近年来在化探分析中开始使用。在化探分析中它的作法是按照一定顺序，使用逐步增强的溶剂，从土壤或其它类型样品中分别溶出以各种不同形式存在的金属的分析方法。例如，有一个循序分析系统是：①用蒸馏水提取土壤间隙水中呈离子状态的金属；②再以醋酸铵提取呈易提取形式的金属；③用盐酸羟铵还原锰的氧化物，提取吸留或包裹于氧化锰中的金属；④用 H_2O_2 摧毁有机物，提取其中有机金属；⑤用盐酸肼还原氧化铁，提取吸留或包裹于氧化铁中的金属；⑥以离心机分离粘土颗粒，用过氯酸提取；⑦残余部分用过氯酸提取。

【重金属总量】　heavy metals　指用某种分析方法测出的所有重金属的总和。能够同二硫腙起反应的金属叫做重金属。通常指的是锌、钳、钴、铅，在特殊条件下还包括铋、镉、金、汞、银等。重金属总量通常用锌的当量值表出。

【金属全量】　total metal　用常规的分析方法测定某种金属时，样品中的此种金属几乎是百分之百参与反应的。这种测定所得结果就叫做金属全量。它是与偏提取分析所得结果（偏提取含量）相对的。

【沾污】　contaminations　由人类活动在天然物质内形成地球化学异常的作用或现象。沾污的来源有废矿堆、老硐、冶炼厂、含矿的农药农肥、铺轨铺路的炼渣碎石、工厂和农业机械的安装工程、工业和住户的废水废物废气等等。废矿堆老矿硐的沾污在普查工作阶段也可以作为找矿标志，但对异常进行解释与评价时，就成为必须消除的干扰因素。沾污的特点是局限在土壤的表层。例如在近代铜冶炼厂附近 1—2 公里内，土壤表层铜可高达几千 ppm，而在十几厘米以下的土壤中铜急剧下降到正常值（几十 ppm)。但是，老矿堆老冶炼厂的沾污影响就比较大。由于矿石长期受到氧化以及雨水的渗滤循环，土壤的沾污可深达 2 米以下。沾污的金属随水移动较大距离后渗出地表可形成渗出异常。废气废烟的凝集也可以形成范围较大的土壤表层异常。在上述地区的地表水、井水中也都会受到沾污。为避免沾污的干扰，化探工作在试验测量阶段应当研究沾污的范围和程度，以定出正确的采样方案。

【异常检查】　follow－up for anoma lies　是化探工作的一个重要部分。其目的是：①肯定异常是否存在；②详细了解异常的分布范围、形状、强度的变化、元素组合等等；③追踪异常源，寻找矿化，对异常做初步评价、指出有利于虚矿的地段或提供钻孔位置。在化探中异常检查的方法是多种的。以水系沉积物异常的检查为例，在野外首先要经过重复采样和分析，以确认异常是否重现，并随时考虑到各种非矿因素（沾污、天

然富集等）的可能干扰。在检查时，常常携带现场分析设备（如冷提取箱）沿着异常水系向上游追踪。当追踪到异常的截止点后，便转向两岸及山坡做地质观察并布置土壤采样，继续寻找异常源和发现矿化。对于各种覆盖物的异常要弄清异常的性质，并布置加密的测线，以便对异常的特征获得更详细和完整的资料。在检查中常常要用到深层采样的方法。此外物探方法和某些山地工程的配合也是很有必要的。

【异常解释】 interpretation 是化探工作的主要组成部分，欲对化探异常作出解释和评价，首先要正确地确定测区内的背景和异常下限，弄清在无矿情况下地质地理条件对背景含量的影响程度，定出在不同条件地区应当使用不同的背景值和异常下限值或可用的统一值。其次要从所发现的异常中将非矿异常（岩性、背景富集、沾污、采样与分析误差等）区分出去。还要研究可能使异常强化或弱化的各种环境因素。对于所确定的有意义异常要阐明共性质，并根据实际资料、地质地形条件以及物探结果等作出对异常源的经济意义的评价。

【异常强度】 intensity of anoma lies 指异常含量的大小或异常含量超过异常下限的程度。异常强度可用峰值（最高异常含量）、平均值（平均异常含量）、最大衬度和平均衬度等表示。这些级和带也可以表示异常强度。异常强度是评价异常的一个要素。但异常强度与矿源中元素含量之间的关系还受到一系列复杂因素的影响。例如覆盖物厚度大，淋滤作用强烈，砂质土壤，硅质环境，活动性强的金属会使高品位矿石上方的异常变弱；覆盖物厚度小，淋滤作用弱，粘土质土壤，钙质环境，活动性弱的金属会使低品位矿石上方的异常增强；同等规模的矿体，盲矿在地表的异常强度要比出露矿体的异常强度小得多等等。在利用异常强度进行评价时，要充分考虑这些因素。

【浓集系数】 concentration coeffic ient 是矿石中元素最低可采品位与此元素在地壳中的克拉克值之比。这是一种表示元素在地壳中相对集中程度的数值。浓集系数越大，元素的相对集中程度就越高，在矿床分散场中形成的分散晕的规模或强度就可能越大。浓集系数的概念与原始衬度是相近的。原始衬度是表示在某一矿区中元素相对集中程度的数值。

【浓集克拉克值】 concentration clarke 元素在某一地区或某种地质体内含量平均值与此元素区域克拉克值或地壳克拉克值的比值，称为浓集克拉克值（KK）。

【地球化学指数】 geochemical in dex 各种元素的浓集克拉克值（KK）也可以累加或累乘。

$$\sum_{KK}=KK=_{1}+KK_{2}+\cdots\cdots+KK_{n}$$

$$\Pi KK=KK_{1}\times KK_{2}\times\cdots\cdots KK_{n}$$

两组元素的累加或累乘值的比值称为地球化学指数。用于区域地球化学的地球化学指数与用于原生晕研究的累加指数及累乘指数的概念大致相似。地球化学指数可以用来

评价各类岩石之间的相似性。

【原始衬度】 primary contrast 系某一矿床中原生矿石的金属平均含量与围岩中此种金属的背景平均值或异常下限之比。

【聚集系数】 accumulatiou coeffi cient 系土壤中元素含量与其母岩中元素含量的比值。聚集系数大于1．0，表示元素在土壤层中聚集；小于1．0，表示元素已被从土壤层中移除。

【线金属量】 linear productivity 指在异常的一个剖面上，各异常点的剩余含量（异常值减去背景平均值）与此点所控制的距离的乘积之和。它是评价异常的一个参数。如果测线上采样点是等间距的，则线金属量可按下式计算：

$$P_1 = (\overline{C}_a - \overline{C}_b)\ l\sin\theta$$

式中 P_1——线金属量，米百分率；

$\overline{C}_d$——测线上的异常平均值，百分数；

$\overline{C}_b$——背景平均值，百分数；

l——测线上异常线段的长 度，米；

θ——测线与异常延伸方向的 交角。

当采样点距不等时：

$$P_1 = \sum_{i=1}^{N} \frac{x_{1+1} - x_{1-1}}{} (C_{at} - \overline{C}_b)\ \sin\theta$$

式中 X_1——由测线某二端点至第 i 个采样点的距离，米（i＝1，2，……，N）；

C_{al}——第 i 个采样点上的异常值，百分数。其余符号同前。

【面金属量】 areal productivity 指在异常范围内，各异常点的剩余含量与此点所控制的面积的乘积之和。它是评价异常的一个参数。当用矩形采样网时，面金属量可用下式计算：

$$P_S = (\overline{C}_a - \overline{C}_b)\ S$$

式中 P_S——面金属量，米平方百分 率；

$\overline{C}_a$——异常面积内的异常平均 值，百分数；

$\overline{C}_b$——背景平均值，百分数；

S——异常面积，平方米。

还可以利用线金属量来计算面金属量，算式如下：

$$P_S = \overline{P}_1 \cdot L$$

式中 $\overline{P}_1$——线金属量平均值，米百分率；

L——沿异常延伸方向上异常长度，米。

【对比系数】 coefficient of contrast 某一给定元素晕最高水平与最低水平某种参数的比值，称为对比系数。将对比系数按递减次序排列，可以表明元素的分带序列。例如，花岗岩中一个铀矿床，地表（最高水平）及 最低水平上 U、Cu、Zn、Pb 四个元素的线金属量及计算出的对比系数如上 表。从所得结果可以看到分带序列为 Pb（46．0）

Zn（15．0），Cu（1．7），U（0．6）。对比系数仅在晕的线金属量呈 较规律的变化时使用；如果变化复杂，则须利用分带指数来计算，才能更可 靠地确定元素在分带序列上的位置。

线金属量	U	Cu	Zn	Pb
地表	0．3	1．2	3．0	12．0
最低水平	0．5	0．7	0．2	0．26
对比系数	0．6	1．7	15．0	46．0

【规格化系数（Cn)】 normalization coefficient 是为了使不同元素的参数 数值规格化而乘入的一个系数。这是 苏联化探工作者研究元素分带时，为 使不同元素的参数可以对比、累加、或 累乘而提出来的。下表是苏联阿克塔 什多金属矿床原生晕不同水平的线金 属量。表中铅及铜最大线金属量分别

晕的水平	地 表	水平Ⅰ	水平Ⅱ	水平Ⅲ
Pb	1．5	8．1*	1．3	0．13
As	0．17*	0．006	0．077	0．017
Sb	0．066*	0．006	0．014	0．006
Cu	0．96	0．75	1．2*	0．67
Bi	0．07	0．03	0．16*	0．076
Mo	0．00077	0．0074	0．018	0．02*

为 8．1 及 1．2，系在同一数量级之内，甲而它们的 cn 的为 1。As 的最大线 金属量为 0．17，因而其 Cn 为 10，Bi 的 Cn 亦为 10，Sb 及 Mo 的 Cn 为 100。

【分带指数】 zonality index 是某种元素晕的线金属量与所有元素晕线金属量总和的比值，在计算比值之前，所有元素晕线金属量数值事先皆经过规格化。根据这个比值的最大值所处的位置可以确定元素晕的分带序列。下表是苏联阿克塔什多金属量数据计算出的分带指数。从表中计算出的各种元素分带指数最大值的空间位置，所确定的分带序列为砷、锑—铅—铜、铋—钼。

【变化指数】 variability index 是某一给定元素的最大分带指数与第 i 水平分带指数比值的和 $G=\sum_{i=1}^{n}\frac{D_{max}}{D_i}$

D_{max}为最大分带指数，D_1 为 i 水平的分带指数，n 为水平数（具最大分带指数的水平除外）。当某几个元素的最大分带指数是在同一水平上时，可以利用变化指数对这些元素在分带序列上的位置作进一步的确定。苏联阿克塔什多金属矿床砷及锑的最大分带指数皆位于地表

元素	线金属量标准化数值				标准化	分带指数			
	地表	水平Ⅰ	水平Ⅱ	水平Ⅲ	系数Cn	地表	水平Ⅰ	水平Ⅱ	水平Ⅲ
Pb	1.5	8.1	1.3	0.13	1	[illegible]	0.784	0.171	0.72
As	1.7	0.08	0.87	0.17	10	0.148	0.0056	0.036	0.04
Sb	6.6	0.6	1.4	0.6	100	0.574	0.056	0.184	0.139
Cu	0.96	0.75	1.2	0.67	1	0.084	0.071	0.158	0.156
Bi	0.7	0.3	1.8	0.78	10	0.061	0.028	0.211	0.177
Mo	0.07	0.74	1.8	2.0	100	0.0061	0.37	0.287	0.465
Σ	11.5	15.6	7.5	4.8					

$$G_{As}=\frac{0.148}{0.0056}+\frac{0.148}{0.038}+\frac{0.148}{0.04}$$

$$=34.22$$

$$G_{Sb}=\frac{0.574}{0.056}+\frac{0.574}{0.184}+\frac{0.574}{0.139}$$

$$=17.4$$

$G_{As}>G_{Sb}$表示锑在分带序列上的位置应在砷之后。这是当几个元素的最大分带指数皆位于最高水平时，确定它们在分带序列上位置的方法。在最低水平上次序刚好相反，即$G_A>G_B$时，A元素在分带序列上应在B元素之后。当几个元素的最大分带指数位于中间水平时，要利用差值G_1-G_2。G_1是向上方向的变化指数，G_2是向下方向的变化指数，例如铜与铋的最大分带指数位于中间水平时，对铜来说：

$$G1=\frac{0.158}{0.071}+\frac{0.158}{0.084}=4.11$$

$$G_2=\frac{0.158}{0.156}=0.101G_1-G_2=3.1$$

对铋来说

$$G_1=\frac{0.211}{0.028}+\frac{0.211}{0.061}=10.0$$

$$G_2=\frac{0.211}{0.177}=1.19G_1-G_2=8.81$$

铋的分带指数带值较大，它在分带序列上应在铜之后。

【分带评价值】 ratio of additive or multiplicative productivities 是指前缘（矿上）元素的线金属量累加（或累乘）值与尾部（矿下）元素的线金属量累加（或累乘）值的比值。它可用以推测深部有无盲矿、出露矿体的剥蚀程度，以及区分分散矿，化与工业矿化等。如地表有中等以上规模的前缘元素的异常，而分带评价值又较高，但无明显矿化迹象，可以推测深部可能有盲矿存在。如地表分带评价值很低，但见有矿化露头，可以推测矿体大部分被剥蚀掉。如果地表分带评价值很低，而又未见矿化露头，可以推测矿体已完全被剥蚀，或者异常是由没有经济价值的分散矿化引起的。

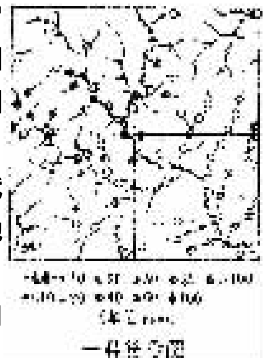
矿区	分带评价值 $\frac{Ba+Pb+Ag}{Cu+Ni+Co}$	位置	说明
[illegible]	0.4	地表	地表未见工业矿化
[illegible]	1.1	地表	推断为分散矿化引起，业经钻探证实
[illegible]	0.61	地表	
[illegible]	1.2	地表	地表未见工业矿化
[illegible]	1.7	地表	在此区工作进行[illegible]证实[illegible]
[illegible]	1.3	地表	
[illegible]	1.1	钻孔中	矿体尾部[illegible]
[illegible]	0.01	钻孔中	
[illegible]	9.4	地表	推断为盲矿引起，后经钻探证实

【地球化学图】 geochemical maps **显示各种地表物质中，单元素或多元素空间分布模式的图件称为地球化学图。我国化探工作者将地球化学图分为两类；基本地球化学图**（basic geoche mical maps）**与解释推断图**（inter— pretation maps）。

【基本地球化学图】 basic geoche—mical maps **全国用统一规定的方法，按国际分幅或行政区划制作的正式出版的地球化学图。它们类似地质图，可以供各方面的工作者为了不同的目的来利用。因而它应能客观地、以很明显的方式反应不同元素含量的空间变化，而尽量不杂有制图者的主观意图与主观因素。基本地球化学图包括保留全部原始信息的数据图**（data maps），**各种符号图**（symbol maps），**以及稍作加工，以压抑采样与分析噪音后而制成的等量线图**（isoconcen tration—isograde，isoline maos）。

【解释推断图】 interpretation maps **是根据某种意图，对数据进行处理而编制的图件。它不是纯客观的，因数据中所蕴藏的信息被加工、改造与取舍。因而可以突出显示和解决某种专门问题。解释推断图包括①根据某种数学模型，在全图幅上近似地模拟元素含量的自然变化，例如各种趋势面图等；②异常图、包括根据某种确定异常下限的准则，勾绘出的异常图，各种地球化学面的剩余图，以及用各种统计学方法校准背景值所圈出的异常图等；③各种多变量图件，包括综合异常图，累加值图，累乘值图，元素比值图，因子得分图，判别得分图等。**

【数据图】 data maps **是将所取得的化学元素分析或其它数据标在图上，并显示他们与地质特征，地形，水系的关系的图件。这种图最客观，但阅读困难。当前很少将数据图作为正式图件，而只把它们当作一种原始材料图或实际材料图来看待。**



一符号图

【符号图】 symbol maps **指用一系列符号标记在图上，代表不同的含量间隔的图件。有些国家将它作为正式图件（基本地球化学图）出版。**

【等含量线图】 isocon maps **将某种元素含量相同的点，用**

曲线相连所制成的图件称为等含量线图。制作这种图件时，往往需要用平均方法或移动平均方法，对数据稍作加工，以抑制数据中的噪音，获得比较光滑的地球化学面，这样才易于勾绘等含量线。

【地球化学剖面图】 geochemical profile 是表示元素沿采样线上含量变化的图件。一般以采样点位置为横坐标，元素含量为纵坐标绘制变化曲线。横坐标下附有相应的地质剖面，纵坐标上的含量标尺可使用算术的或对数的。当元素含量的变化幅度太大时（例如数十倍或数百倍），只能使用对数标尺。有时纵坐标也可以用元素的衬度（选用的标尺同上）来代替。这种制图法适用于在一张剖面图上对比几种元素异常的情况。

【正态分布】 normal distribution 在化探中为了研究元素在背景区或异常区的含量分配情况，常将样品含量划分成若干个相等的间隔，并统计各间隔内的样品数（或样品百分数），然后以含量间隔为横坐标，样品数（或样品百分数）为纵坐标作出直方图。直方图及其圆滑曲线代表元素在采样地区的分配或分布。当直方图的圆滑曲线接近于函数

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}}\left[\exp-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}\right]$$

（α 是含量平均值，σ 是表示含量值分散程度的标准差）时，就称这个元素是正态分布的。有时在进行分组作图以前，要先将元素的含量转换成对数值，才能使直方图的圆滑曲线接近于上述的函数。此时就称这个元素是对数正态分布的。了解元素属于何种分布，是为了确定背景值、异常下限以及分辨不同地质体的异常等之用。

【对数正态分布】 log normal disri bution 见正态分布。

【地球化学数据处理】 geochemical data processing 指化探工作中对数以千、万计的多种元素分析数据进行处理、分析与解释的工作。近年来统计学方法随着电子计算技术的发展在数据处理上已日趋精确可靠，大大提高了成果的科学性写客观性，同时可以从大量数据中察觉出更多过去察觉不出的找矿信息。这个方法，目前可用来解决下述问题：①研究采样与分析中的误差；②研究最优的采样布局；③抑制化探数据中的噪音，改善数据的质量；④辨认比较隐蔽但极重要的分散模式；⑤研究多元素之间的内在联系；⑥制作单元素及多元素图件；⑦对分散模式及异常进行对比分类与评序等等。地球化学数据处理的方法有：**趋势面分析**（trend surface analysis）、**谐调分析**（harmonic anα lysis）、**判别分析**（discriminant anα lysis）、**多元□归分析**（multiple re gression analysis）、**簇丛分析**（clusteranalysis）、**因子分析**（factor analy sis），**对应分析**（correspondence ara lysis）等等。

汉语拼音词目索引

说　明

1. **词目索引按汉语拼音排列；**
2. **根据词目首字的拼音可在音序表中查到词目在索引中的页码；**
3. **根据索引中的页码便可查到词目的释文。**

词目首字汉语拼音音序表

E

F

G

H

J

K

S

T

W

X

Y

Z

其　　它

词目汉语拼音索引

O

ou

P

pai

pao

pi

pian

pin

ping

pu

Q

qi

qain

qie

qing

qiu

qu

本分册编写单位

地球物理勘探	长春地质学院物探系
重力勘探	长春地质学院物探系
	地质部海洋地质调查局
磁法勘探	长春地质学院物探系
电法勘探	长春地质学院物探系
地震勘探	长春地质学院物探系
	地质部海洋地质调查局
测　　井	长春地质学院物探系
红外探测	地质部水文地质、工程地质技术方法研究队
	长春地质学院物探系
地球化学探矿	地质部地球物理勘探研究所